

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (*Copernicia prunifera*) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

AUTOR

Emanuel Angel Fernandez Fernandez

ASESOR

Hector Augusto Gamarra Uceda

<https://orcid.org/0000-0002-3653-1394>

Chiclayo, 2025

Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto

PRESENTADA POR

Emanuel Angel Fernandez Fernandez

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR

Victor Manuel Tepe Atoche
PRESIDENTE

Cesar Eduardo Cachay Lazo
SECRETARIO

Hector Augusto Gamarra Uceda
VOCAL

Dedicatoria

A mi familia y a Dios cuyo apoyo incondicional y amor han sido mi fortaleza en cada paso de este camino académico, este logro es gracias a su amor y apoyo constante

Agradecimientos

Gracias por su apoyo, orientación y ánimo a todos mis familiares. Este logro no habría sido posible sin ustedes. ¡Gracias de corazón!

TESIS

INFORME DE ORIGINALIDAD

21 %	21 %	4 %	8 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	7 %
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	2 %
3	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1 %
4	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	1 %
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
6	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
7	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
8	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
9	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1 %

Índice

Resumen	16
Abstract	17
Introducción.....	18
Revisión de literatura.....	19
Materiales y métodos	53
Resultados y discusión	84
Conclusiones	146
Recomendaciones	148
Referencias	149
Anexos	152

Lista de tablas

Tabla I: Rangos granulométricos para agregado fino	24
Tabla II: Cantidad de muestra representativa.....	25
Tabla III: Estándares de granulometría para el agregado grueso	25
Tabla IV: Edades de ensayo y tolerancias permisibles	41
Tabla V: Consistencia y trabajabilidad	50
Tabla VI: Ficha técnica de cera de carnauba.....	52
Tabla VII: Muestras de ensayos de concreto en estado fresco.....	54
Tabla VIII: Especímenes para resistencia a la compresión.....	55
Tabla IX: Especímenes para resistencia a la abrasión.....	55
Tabla X: Especímenes para velocidad de absorción	55
Tabla XI: Muestras para penetración de agua.....	55
Tabla XII: Operacionalización de variables.....	56
Tabla XIII: Variables intervinientes.....	56
Tabla XIV: Análisis granulométrico del agregado fino	84
Tabla XV: Análisis granulométrico del agregado grueso	86
Tabla XVI: Porcentaje de humedad del agregado fino	87
Tabla XVII: Porcentaje de humedad del agregado Grueso.....	87
Tabla XVIII: Peso específico y grado de absorción del agregado fino.....	88
Tabla XIX: Peso específico y grado de absorción del agregado grueso	88
Tabla XX: Peso unitario del agregado fino	89
Tabla XXI: Peso unitario del agregado grueso	90
Tabla XXII: Características de la cera de carnauba	91
Tabla XXIII: Asentamiento del concreto fresco	96
Tabla XXIV: Contenido de aire del concreto fresco.....	96
Tabla XXV: Tiempo de fraguado diseño patrón.....	97

Tabla XXVI: Tiempo de fraguado diseño patrón +3% cera de carnauba	98
Tabla XXVII: Tiempo de fraguado diseño patrón +5% cera de carnauba.....	99
Tabla XXVIII: Tiempo de fraguado diseño patrón +7% cera de carnauba	100
Tabla XXIX: Resumen de tiempo de fraguado	101
Tabla XXX: Temperatura del concreto	102
Tabla XXXI: Registro de resistencia a la compresión de los especímenes	103
Tabla XXXII: Resistencia al esfuerzo de compresión tras 7 días de curado	104
Tabla XXXIII: Resistencia al esfuerzo de compresión tras 14 días de curado	105
Tabla XXXIV: Resistencia a la compresión tras 28 días de curado	106
Tabla XXXV: Resistencia a la compresión tras 56 días de curado los especímenes.....	107
Tabla XXXVI: Resistencia a la abrasión a los 28 días	109
Tabla XXXVII: Resistencia a la abrasión a los 56 días	110
Tabla XXXVIII: Resultado de penetración máxima a los 28 días.....	111
Tabla XXXIX: Resultado de penetración máxima a los 56 días.....	112
Tabla XL: Velocidad de absorción de agua del diseño patrón a los 28 días.....	113
Tabla XLI: Velocidad de absorción de agua del diseño patrón + 3% de cera de carnauba a los 28 días	115
Tabla XLII: Velocidad de absorción de agua del diseño patrón + 5% de cera de carnauba a los 28 días	117
Tabla XLIII: Velocidad de absorción de agua del diseño patrón + 7% de cera de carnauba a los 28 días.....	119
Tabla XLIV: Velocidad de absorción de agua del diseño patrón a los 56 días.....	121
Tabla XLV: Velocidad de absorción de agua del diseño patrón + 3% de cera de carnauba a los 56 días	123
Tabla XLVI: Velocidad de absorción de agua del diseño patrón + 5% de cera de carnauba a los 56 días.....	125
Tabla XLVII: Velocidad de absorción de agua del diseño patrón + 7% de cera de carnauba a los 56 días.....	127
Tabla XLVIII: Resumen de la absorción inicial de las muestras de 28 días.....	129
Tabla XLIX: Resumen de la absorción secundaria de las muestras de 28 días	129

Tabla L: Resumen de la absorción inicial de las muestras de 56 días	129
Tabla LI: Resumen de la absorción secundaria de las muestras de 56 días	130
Tabla LII: Análisis de precios unitarios del concreto de control (APU).....	131
Tabla LIII: APU+ 3% C.C	132
Tabla LIV: APU + 5% C.C	132
Tabla LV: APU + 7% C.C	133

Lista de ilustraciones

Ilustración 1:Tipos de fractura	42
Ilustración 2: Probeta de ensayo de velocidad de absorción	45
Ilustración 3: Ensayo de velocidad de absorción	46
Ilustración 4: Peso de agregado fino para granulometría	58
Ilustración 5: Peso del recipiente del agregado fino	59
Ilustración 6: Tamizado del agregado fino.....	59
Ilustración 7: Cuarteo del agregado grueso.....	60
Ilustración 8: Peso del agregado grueso para granulometría.....	60
Ilustración 9: Tamizado del agregado grueso	61
Ilustración 10: Peso de agregado fino para el ensayo de contenido de humedad	62
Ilustración 11: Peso de agregado grueso para el ensayo de contenido de humedad	62
Ilustración 12: Muestras de agregado en el horno.....	63
Ilustración 13: Prueba del humedad superficial	64
Ilustración 14: Agregado en estado saturado superficialmente seco.....	64
Ilustración 15: Colocación del agregado dentro de la fiola.....	65
Ilustración 16: Movimiento rotacionales de la fiola.....	65
Ilustración 17: Agregado grueso reposando durante 24 horas	66
Ilustración 18: Muestras de agregado saturado superficialmente seco	66
Ilustración 19: Peso de la canastilla sumergida en agua	67
Ilustración 20: Peso de las muestras después del secado en horno	67
Ilustración 21: Peso de la muestra.....	68
Ilustración 22: Enrasado de la muestra	68
Ilustración 23: Compactación del agregado grueso	69
Ilustración 24: Compactación del agregado fino.....	69
Ilustración 25: Cera de carnauba en escamas.....	70
Ilustración 26: Pulverización de la cera de carnauba	71

Ilustración 27: Cera de carnauba pulverizada	71
Ilustración 28: Mezclado de la adicción con el cemento para la mezcla	72
Ilustración 29: compactación de la mezcla	73
Ilustración 30: Medición del asentamiento de la mezcla	73
Ilustración 31: Elaboración de la muestra	74
Ilustración 32: Proceso de tamizado de la muestra	75
Ilustración 33: Penetración al concreto	75
Ilustración 34: Medición de la temperatura de la mezcla.....	76
Ilustración 35: Aplicación de desmoldante y compactación de la mezcla.....	77
Ilustración 36: Curado de las probetas desmoldadas	78
Ilustración 37: Colocación y rotura de la probeta en la prensa	78
Ilustración 38: Aplicación del taladro de desgaste.....	79
Ilustración 39: Desgaste mostrado en las muestras	79
Ilustración 40: Colocación de muestras	80
Ilustración 41: Rotura y medición de muestras	80
Ilustración 42: Acondicionamiento de la muestra para la velocidad de absorción	81
Ilustración 43: Ensayo de velocidad de absorción	82

Lista de figuras

Fig. 1: Gráfico de velocidad de succión capilar	47
Fig. 2: Curva granulométrica del agregado fino	85
Fig. 3: Curva granulométrica del agregado grueso	86
Fig. 4: Curva de resistencia a la penetración del concreto patrón	97
Fig. 5: Curva de resistencia a la penetración del concreto patrón + 3% de cera de carnauba..	98
Fig. 6: Curva de resistencia a la penetración del concreto patrón + 5% de cera de carnauba..	99
Fig. 7: Curva de resistencia a la penetración del concreto patrón + 7% de cera de carnauba	100
Fig. 8: Resultados de tiempo de fraguado inicial	101
Fig. 9: Resultados de tiempo de fraguado final.....	101
Fig. 10: Variación de temperatura de la mezcla.....	102
Fig. 11: Variación de la resistencia al esfuerzo de compresión tras 7 días de curado	104
Fig. 12: Variación de la resistencia al esfuerzo de compresión tras 14 días de curado	105
<i>Fig. 13: Variación de la resistencia al esfuerzo de compresión tras 28 días de curado.....</i>	<i>106</i>
Fig. 14: Variación de la resistencia al esfuerzo de compresión tras 56 días de curado	107
Fig. 15: Resultado de resistencia al esfuerzo de compresión	108
Fig. 16: Porcentaje de desgaste a los 28 días	109
Fig. 17: Porcentaje de desgaste a los 56 días	110
Fig. 18: Permeabilidad del concreto a los 28 días.....	111
Fig. 19: Permeabilidad del concreto a los 56 días.....	112
Fig. 20: Absorción inicial del espécimen de control tras 28 días de curado	114
Fig. 21: Absorción secundaria del espécimen de control tras 28 días de curado.....	114
Fig. 22: Absorción inicial del concreto patrón + 3% de cera de carnauba a los 28 días.....	116
Fig. 23: Absorción secundaria del concreto patrón + 3% de cera de carnauba a los 28 días.	116
Fig. 24: Absorción inicial del concreto patrón + 5% de cera de carnauba a los 28 días.....	118
Fig. 25: Absorción secundaria del concreto patrón + 5% de cera de carnauba a los 28 días.	118
Fig. 26: Absorción inicial del concreto patrón + 7% de cera de carnauba a los 28 días.....	120

Fig. 27: Absorción secundaria del concreto patrón + 7% de cera de carnauba a los 28 días.	120
Fig. 28: Absorción inicial del espécimen de control tras 56 días de curado	122
Fig. 29: Absorción secundaria del espécimen de control tras 56 días de curado	122
Fig. 30: Absorción inicial del concreto patrón + 3% de cera de carnauba a los 56 días.....	124
Fig. 31: Absorción secundaria del concreto patrón + 3% de cera de carnauba a los 56 días.	124
Fig. 32: Absorción inicial del concreto patrón + 5% de cera de carnauba a los 56 días.....	126
Fig. 33: Absorción secundaria del concreto patrón + 5% de cera de carnauba a los 56 días.	126
Fig. 34: Absorción inicial del concreto patrón + 7% de cera de carnauba a los 56 días.....	128
Fig. 35: Absorción secundaria del concreto patrón + 7% de cera de carnauba a los 56 días.	128
Fig. 36: Comparación de asentamiento del concreto	135
Fig. 37: Comparación de contenido de aire en el concreto	135
Fig. 38: Comparación de tiempo de fraguado del concreto	136
Fig. 39: Comparación de resistencia a cargas de compresión de los especímenes	138
Fig. 40: Comparación de la abrasión del concreto	140
Fig. 41: Comparación de penetración de agua mediante presión en el concreto	141
Fig. 42: Comparación de absorción de agua en el concreto.....	142
Fig. 43: Comparación de precios de concreto por m ³	143

Lista de anexos

Anexo 1: Panel fotográfico	152
Anexo 2: Matriz de consistencia	165
Anexo 3: Validación de ensayos de laboratorio.....	166
Anexo 4: Ensayo de granulometría de la arena.....	167
Anexo 5: Ensayo de granulometría de la piedra	168
Anexo 6: Ensayo de porcentaje de humedad de los agregados.....	169
Anexo 7: Ensayo de peso específico y absorción del agregado.....	170
Anexo 8: Ensayo de peso volumétrico de la piedra	171
Anexo 9: Ensayo de peso volumétrico de la arena.....	172
Anexo 10: Ensayo de slump.....	173
Anexo 11: Ensayo de temperatura	174
Anexo 12: Resistencia a cargas de compresión de los especímenes de control.....	175
Anexo 13: Resistencia a cargas de compresión de los especímenes de control + 3% de Cera de carnauba	176
Anexo 14: Resistencia a cargas de compresión de los especímenes de control + 5% de Cera de carnauba	177
Anexo 15: Resistencia a cargas de compresión de los especímenes de control + 7% de Cera de carnauba	178
Anexo 16: Diseño de la mezcla de los especímenes de control	179
Anexo 17: Diseño de mezcla de la muestra de control+ 3% de cera de carnauba.....	181
Anexo 18: Diseño de la mezcla de especímenes+ 5% de cera de carnauba.....	183
Anexo 19: Diseño de la mezcla de especímenes + 7% de cera de carnauba.....	185
Anexo 20: Resultados de características físicas-químicas de la cera de carnauba.....	187
Anexo 21: Constancia de realización de ensayos en un laboratorio externo	188
Anexo 22: Resultados de porcentaje de aire del espécimen.....	190
Anexo 23: Ensayo de tiempo de fraguado de muestra de control	191

Anexo 24: Ensayo de tiempo de fraguado del espécimen + 3% cera de carnauba	192
Anexo 25: Ensayo de tiempo de fraguado del espécimen + 5% cera de carnauba	193
Anexo 26: Ensayo de tiempo de fraguado del espécimen + 7% cera de carnauba	194
Anexo 27: Ensayo de desgaste tras 28 días de curado del espécimen de control	195
Anexo 28: Ensayo de abrasión tras 28 días de curado del espécimen de control + 3% de cera de carnauba.....	196
Anexo 29: Ensayo de abrasión tras 28 días de curado del espécimen de control + 5% de cera de carnauba.....	197
Anexo 30: Ensayo de abrasión tras 28 días de curado del espécimen de control + 7% de cera de carnauba.....	198
Anexo 31: Ensayo de abrasión a los 56 días de curado de la muestra de control	199
Anexo 32: Ensayo de abrasión a los 56 días de curado de la muestra de control + 3% de cera de carnauba.....	200
Anexo 33: Ensayo de abrasión a los 56 días de curado de la muestra de control + 5% de cera de carnauba.....	201
Anexo 34: Ensayo de abrasión a los 56 días de curado de la muestra de control + 7% de cera de carnauba.....	202
Anexo 35: Permeabilidad de los especímenes tras 28 días de curado	203
Anexo 36: Permeabilidad de los especímenes tras 28 días de curado + 3% de cera de carnauba	204
Anexo 37: Permeabilidad de los especímenes tras 28 días de curado+ 5% de cera de carnauba	205
Anexo 38: Permeabilidad de los especímenes tras 28 días de curado + 7% de cera de carnauba	206
Anexo 39: Permeabilidad de los especímenes tras 56 días de curado	207
Anexo 40: Permeabilidad de los especímenes tras 56 días de curado + 3% de cera de carnauba	208
Anexo 41: Permeabilidad de los especímenes tras 56 días de curado + 5% de cera de carnauba	209
Anexo 42: Permeabilidad de los especímenes tras de 56 días curado + 7% de cera de carnauba	210
Anexo 43: Velocidad de absorción de especímenes tras 28 días de curado	211

Anexo 44: Velocidad de absorción a los 28 días de la muestra de control + 3% de cera de carnauba	212
Anexo 45: velocidad de absorción a los 28 días de la muestra de control + 5% de cera de carnauba	213
Anexo 46: Velocidad de absorción a los 28 días de la muestra de control + 7% de cera de carnauba	214
Anexo 47: Velocidad de absorción a los 56 días de la muestra de control	215
Anexo 48: Velocidad de absorción a los 56 días de la muestra de control + 3% de cera de carnauba	216
Anexo 49: Velocidad de absorción a los 56 días de los especímenes de control + 5% de cera de carnauba.....	217
Anexo 50: Velocidad de absorción a los 56 días de la muestra de control + 7% de cera de carnauba	218
Anexo 51: Ficha de calibración de manómetros	219
Anexo 52: Ficha de calibración de olla de Washington.....	221
Anexo 53: Ficha de calibración de balanza.....	223
Anexo 54: Ficha de calibración de balanza de 30 kg	227
Anexo 55: Ficha de calibración de horno.....	231
Anexo 56: Ficha de calibración de segundo horno	235
Anexo 57: Ficha de calibración de prensa multiusos	240
Anexo 58: Ficha de calibración de prensa	243
Anexo 59: Ficha técnica de cera de carnauba	246

Resumen

Este estudio tiene como objetivo evaluar cómo la adición de cera de carnauba afecta las características físicas y mecánicas del concreto. La presencia de cera de carnauba se considera la variable independiente, mientras que las características físicas y mecánicas del concreto son las variables dependientes. En cuanto al concreto en su estado fresco, se evaluarán aspectos como el contenido de aire, temperatura, grado de asentamiento y tiempo de fraguado. Además, se investigará el comportamiento del concreto endurecido mediante pruebas de resistencia a cargas de compresión, resistencia a la abrasión y permeabilidad

Se realizó una pulverización y un tamizado por la malla N°200 a la cera de carnauba, donde se le adiciona tres porcentajes de cera de carnauba respecto al peso del cemento, siendo estos de 3, 5 y 7%; se registró una muestra por cada diseño en estado fresco y se elaboraron 72 probetas de 10x20 cm y 48 probetas de 15x30 cm, para los ensayos en estado endurecido donde se evaluó la resistencia a la compresión a edades de 7,14,28 y 56 días, por otro lado se evaluó la abrasión, la penetración de agua a presión y la velocidad de agua a los 28 y 56 días.

Se concluyó que el 3% de incorporación de cera de carnauba en el concreto influye en una mejora significativamente diversas propiedades del concreto en condiciones normales, como el asentamiento, el contenido de aire, la resistencia a la abrasión y la permeabilidad. Actúa como retardante en el tiempo de fraguado y muestra un aumento en la resistencia a largo plazo.

Palabras clave: Cera de carnauba, concreto, resistencia, durabilidad

Abstract

This study aims to evaluate how the addition of carnauba wax affects the physical and mechanical characteristics of concrete. The presence of carnauba wax is considered the independent variable, while the physical and mechanical characteristics of concrete are the dependent variables. As for concrete in its fresh state, aspects such as air content, temperature, degree of slump and setting time will be evaluated. In addition, the behavior of hardened concrete will be investigated through tests of resistance to compressive loads, abrasion resistance and permeability.

The carnauba wax was pulverized and sieved through the N°200 mesh, where three percentages of carnauba wax were added with respect to the weight of the cement, these being 3, 5 and 7%; One sample was recorded for each design in the fresh state and 72 specimens of 10x20 cm and 48 specimens of 15x30 cm were made for the hardened state tests where the compressive strength was evaluated at ages of 7, 14, 28 and 56 days, and the abrasion, water penetration under pressure and water velocity at 28 and 56 days were evaluated.

It was concluded that 3% incorporation of carnauba wax in concrete significantly improves various properties of concrete under normal conditions, such as slump, air content, abrasion resistance and permeability. It acts as a retarder in setting time and shows an increase in long-term strength.

Keywords: Carnauba wax, concrete, resistance, durability

Introducción

El concreto, es un material de construcción utilizado desde hace mucho tiempo debido a su resistencia, durabilidad y versatilidad, el cual ha tenido un progreso y un desarrollo en las técnicas para su elaboración y su evaluación, esto se puede observar en las distintas investigaciones que se vienen realizando en la actualidad, así mismo también se realizan estudios de los aditivos naturales, que mejoran las propiedades del concreto para obtener un buen desempeño en condiciones agresivas y prolongar su vida útil, es decir, mejorar la calidad del concreto, que es medido por la resistencia a la compresión, sin embargo la calidad también esta medido por la durabilidad del concreto.

Bien sabemos que el concreto es el resultado de una mezcla de cemento con materias primas, dentro del proceso de hidratación del cemento una fracción del agua se combina con el material cementicio y la otra fracción se evapora, sin embargo, el agua destinada a la combinación con el material cementicio no se aprovecha en su totalidad lo que origina una red de poros capilares que lo vuelven permeable, esto disminuye la vida útil del concreto ya sea a corto o a largo plazo[1], así mismo se ligan otras patologías a esta problemática, por lo que se buscan materiales que impermeabilicen el concreto y mejorar las propiedades ya sean mecánicas como el aumento de la resistencia a la compresión o físicas como mejorar la durabilidad. [2]

Para solucionar la problemática planteada, en esta investigación se pretende incorporar la cera de carnauba como un aditivo en el concreto para mejorar sus características físicas y mecánicas; la cera de carnauba es extraída de la superficie de las hojas de la palmera de carnauba también llamada palmera Copernicia prunifera, que crece en algunos estados al noreste de Brasil, y tiene características como un alto coeficiente de fusión, una alta dureza, hidrofobicidad, entre otras; según estas características, se puede decir que la cera de carnauba tiene un potencial para impermeabilizar y sellar los poros capilares del concreto, es decir, permitirá mejorar la resistencia mecánica y la durabilidad del concreto.[3]

La importancia de esta investigación radica en la posibilidad de poder producir concreto que sea más resistente y duradero que el concreto tradicional, ya que con la incorporación de la cera de carnauba en el concreto se pueden modificar las características físicas y mecánicas, además que el uso de ceras vegetales puede contribuir a reducir la dependencia de los aditivos industriales, ya que las ceras vegetales tienen un origen renovable lo cual ayudaría a disminuir la contaminación asociada a la producción y uso de los aditivos industriales.[4]

Por otro lado, la investigación sobre la adición de la cera de carnauba contribuye en el avance del conocimiento científico, con el cual se podría comprender cómo se afecta el comportamiento del concreto. Así mismo, la incorporación de la cera de carnauba puede abrir oportunidades en desarrollo de nuevos materiales de construcción innovadores.

El objetivo general de esta investigación es evaluar que la cera de carnauba influye en las propiedades físicas y mecánicas del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$, así mismo, se tiene como objetivos específicos caracterizar las propiedades físicas de la cera de carnauba, determinar la influencia de la cera de carnauba en las propiedades del concreto estado fresco que incluye el asentamiento, el contenido de aire, la temperatura y el tiempo de fraguado, determinar la influencia de la cera de carnauba en las propiedades del concreto endurecido como la resistencia a la compresión y a la abrasión, analizar la influencia de la cera de carnauba en la permeabilidad del concreto, determinar qué porcentaje propuesto de la cera de carnauba es óptimo para mejorar las propiedades del concreto y realizar una comparación económica del concreto con carnauba y concreto tradicional.

Revisión de literatura

Antecedentes

Mesquita [4], menciona que la palmera de carnauba es la única de 17 especies de palmera, que es capaz de producir una cera vegetal, y que en su proceso de extracción no se utilizan recursos que puedan dañar al medio ambiente. Además, por su composición la cera de carnauba se convierte en un material con un potencial impermeabilizante para el concreto, por lo que en esta investigación se elabora concreto autocompactante ya que es un concreto que puede conservar su capacidad mecánica y una mayor durabilidad en el tiempo, y conociendo las características impermeabilizantes de la cera de carnauba se pensó en su incorporación para

evaluar su resistencia mecánica y durabilidad del concreto. Para el estudio se asignaron dos grupos, donde el primer grupo estaría representado por una muestra sin la adición del estímulo, y el otro grupo con la adicción del 5% de la cera de carnauba, estas muestras estarían sometidas a condiciones ambientales y a un proceso de envejecimiento mediante una cámara climática, donde se controla la temperatura, los rayos UV y la ventilación, en donde las probetas se ensayaron a edades de 28, 68, 108, 148 días. Se concluyó que la incorporación de la cera de la palmera de carnauba proporciona una mayor resistencia a compresión, tanto para muestras sometidas a condiciones naturales y a condiciones de cámara acelerada, así mismo, se obtuvo que esta adición, disminuye la absorción y la capilaridad para ambas muestras, con lo que se garantiza una reducción de la permeabilidad y a la resistividad eléctrica aparente, por lo que en definitiva se valida el uso de la cera de carnauba como aditivo, ya que mejora la resistencia mecánica y la durabilidad.

Coelho y Mesquita[5], mencionan que hace un década en Brasil no se usaba mucho el concreto autocompactante, ya que había una falta de conocimientos en su aplicación o por el elevado costo que tenía este tipo de concreto por los aditivos, sin embargo, por la demanda en la industria de la construcción se realizaron investigaciones sobre diferentes incorporaciones para hacer que el concreto autocompactable sea viable tecnológicamente y económicamente, por lo que en esta investigación se estudia la adición de la cera de carnauba en el concreto debido a su alto poder impermeabilizante, lo cual ayudaría a mejorar su comportamiento mecánico del concreto, donde se usó una $r_{a/mc}$ fija de 0.55, con diferentes incorporaciones de cera de carnauba, siendo estas de 3, 5 y 10% del peso del cemento y se usó un total de 26 muestras para ensayos como la resistencia a la compresión axial y la compresión diametral. Como resultados se obtuvo que la cera de carnauba sí influye en el grado de asentamiento ya que se incrementa positivamente la fluidez y la cohesión de la mezcla, además de que a mayor adicción de cera la trabajabilidad aumenta, teniendo como máximo un incremento del 30% aproximadamente con una adicción del 10% de la cera de carnauba, por otro lado, obtuvieron que la resistencia a cargas de compresión para todas las adiciones, a los 7 días se obtiene resistencias bajas, así mismo para una adicción del 3% en todas las edades se produce una reducción de la resistencia, sin embargo para una adicción de 5% se obtiene buena resistencia tanto para 28 y 90 días, superando a la muestra de concreto referencial en un 10%, por lo que

concluyen que se obtiene un buen comportamiento mecánico con una incorporación del 5% de cera de carnauba en el concreto autocompactable.

Echavarria y Cañola[6], mencionan que las construcciones frecuentemente experimentan inconvenientes relacionados con la humedad en sus paredes debido a las lluvias y del agua proveniente de la absorción que está en la tierra, por lo que los investigadores estudian un bloque de concreto que se caracteriza por tener menor porosidad, y menor permeabilidad en comparación con los bloques tradicionales comúnmente disponibles para su comercio. Estos bloques fueron estudiados incorporando parafina en un 10, 20, 30 y 40% respecto el material cementante, considerando una relación de agua-cemento de 0.4 para su elaboración, donde se elaboraron y analizaron 100 bloques y 100 probetas, según la norma ASTM. Posteriormente, se llevaron a cabo un total de 20 experimentos para cada conjunto, tanto con la adición de emulsión de parafina como sin ella, donde obtuvieron que la adición de parafina produce una reducción significativa en la porosidad efectiva, una reducción de más del 87% en la absorción y una disminución de más del 90% en la velocidad de absorción para todas las muestras en comparación con las muestras sin adición de esta. Así mismo, concluyen que el porcentaje óptimo para los bloques de concreto es del 20% de la adición, y recomiendan evaluar la durabilidad y la resistencia a la compresión de estos bloques.

Reyes et all [7], menciona que la investigación en el uso de materiales no tradicionales para áridos y aditivos en la producción de concreto ha experimentado un aumento en su variedad, principalmente debido a la producción masiva de concreto, que ha provocado un consumo desmesurado de recursos naturales. En generaciones pasadas se creía que la característica más relevante del concreto era su resistencia mecánica, específicamente su capacidad para resistir la compresión. Sin embargo, investigaciones recientes han demostrado que la durabilidad del hormigón desempeña un papel fundamental. Uno de los factores que contribuye a la disminución de la durabilidad del hormigón es su alta permeabilidad, por lo cual los investigadores tienen como objetivo comparar el porcentaje de absorción y huecos en un concreto tradicional y otro con incorporación de cera de candelilla, se utilizaron treinta y tres muestras para cada concreto, teniendo este como f^c de diseño de 250 kg/cm², donde obtuvieron que el concreto tradicional tiene una absorción de 8.48% y un 16.24 % de vacíos, mientras que el concreto con incorporación de cera de candelilla se observa una reducción de absorción del 2% aproximadamente y una disminución del porcentaje de vacíos de un 5% aproximadamente,

lo cual según las normas mexicanas indican que en términos de durabilidad el concreto tradicional es deficiente, mientras que concreto con adicción de cera de candelilla se posiciona con una calidad moderada por tener un 11.32% de porosidad, por lo que finalmente concluyen que la cera de candelilla beneficia positivamente al concreto, ya que disminuye la permeabilidad del concreto, lo cual significa que aumenta la durabilidad.

Cunha et all [8], los investigadores mencionan que, en la actualidad el manejo de residuos sigue siendo un desafío considerable para las empresas de fabricación, pero también representa una oportunidad significativa para el sector de la construcción. Este sector tiene la capacidad de aprovechar estos residuos y transformarlos en nuevos materiales de construcción, como los residuos cerámicos y las ceras de parafina, por lo que el objetivo de los investigadores es estudiar la incorporación de estos residuos, donde se analiza la influencia de diferentes porcentajes de cera de parafina en las propiedades físicas y mecánicas de los morteros, los cuales van a sustituir parcialmente a los áridos del mortero, así que en su elaboración se utilizó cemento tipo II y aditivo superplastificante a base de poliacrilato. Se realizaron ensayos de composición química a los residuos cerámicos con lo que obtuvieron que hay presencia de pequeñas cantidades de aluminio, sodio y calcio los cuales provienen del mezclado de todos los residuos sólidos, así mismo se realizaron ensayos al mortero en su estado fresco y endurecido para evaluar el comportamiento físico y mecánico, y concluyeron que la incorporación de cera de parafina y residuos cerámicos genero cambios en las propiedades en estado fresco y endurecido del mortero, donde se visualizó que la trabajabilidad se reduce ligeramente al incorporar mayor porcentaje de parafinas, por otro lado se observó que al adicionar mayor contenido de parafina la absorción del agua por inmersión y capilaridad disminuye, sin embargo se descubrió la existencia de micro fisuras en la microestructura del mortero, lo cual se dio por la reacción álcali-agregado, donde esto no impide su aplicación ya que es una posible solución para reducir la eliminación de residuos sólidos.

Reyes[9], menciona que el mortero es un material de origen artificial que se obtiene al producirse una mezcla compuesta por agua, aglomerante, agregado fino y aditivos. Estos aditivos desempeñan un papel crucial al modificar las características del mortero y elevar su nivel de calidad. Por lo que esta investigación tiene como objetivo incorporar cera de parafina en 2%, 2.5% y 3% en el mortero para determinar su capacidad resistente a cargas de compresión, para lo cual se utilizaron 72 probetas de estudio que tiene una relación cemento-

arena de 1:4 siendo el cemento utilizado el Tipo I; las muestras están distribuidas en edades de curado en condiciones naturales de 7, 14 y 28 días, con lo que se determinó que la adición de parafina en 2% en el mortero produjo una resistencia al esfuerzo de compresión de 190.21 kg/cm² a los 28 días. Al incorporar un 2.5% de adición, la resistencia fue de 189.62 kg/cm², y con una incorporación de 3%, la resistencia fue de 150.2 kg/cm². En conclusión, se observó que al agregar mayor porcentaje de cera de parafina la resistencia disminuye, no obstante, para porcentajes del 2% la resistencia aumento en 5% mientras que para 2.5% aumento 4%, por lo que el porcentaje óptimo de adición de parafina en este estudio resulta de 2%.

Bases teóricas

Bases legales

Análisis granulométrico del agregado fino y grueso[10]

La granulometría consiste en clasificar las partículas del agregado en grupos de tamaños similares para comprobar si la distribución de estos tamaños se ajusta a las especificaciones establecidas por la normativa NTP 400.012 y NTP 400.037.

Herramientas:

- Tamices para agregados gruesos con aberturas de 3", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4, N°8, N°16 y fondo.
- Tamices para agregados finos con aberturas de 1/2", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, incluyendo el fondo.
- Contenedores o recipientes que tengan la capacidad suficiente para contener todo el material necesario.
- Horno 100°C
- Cucharas.
- Cepillo.
- Balanza

Procedimiento:

Agregado fino [11]

- Pesar 500 gramos de agregado fino, manteniendo las condiciones húmedas.
- Pasar la muestra por el tamiz de lavado, eliminando el material que pasa.
- Llevar la muestra retenida a un recipiente y colocarla en el horno.
- Después de 24 horas, sacamos fuera del horno, dejamos que el agregado fino se enfríe antes de pesar.
- Ensamblar los tamices de manera organizada. Se vierte la muestra a través en los tamices y asegurar la tapa.
- Desplazar los tamices de lado a lado durante un tiempo determinado hasta asegurarse de que no queda agregado pasando a través de cada uno de ellos.
- Se pesa el agregado retenido en cada tamiz y se realiza una recopilación de datos para dibujar la curva y ver si entra dentro del rango propuesto por la norma.

Tabla I: Rangos granulométricos para agregado fino

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

Fuente:[11]

- Se calcula el módulo de fineza sumando los porcentajes retenidos de todos los tamices y luego dividiendo entre 100.

Agregado grueso[11]

- Para iniciar, extender el agregado grueso en una superficie plana y formando un círculo para luego dividirlo en cuatro partes. A continuación, seleccionar dos partes diagonales no adyacentes, asegurándose de que contengan una variedad de tamaños de piedra, tanto grandes como pequeñas, para garantizar una buena gradación.
- La cantidad de muestra de agregado grueso a utilizar debe seguir las pautas establecidas en la norma. Dado que el tamaño máximo nominal del agregado grueso es de 3/4", se requerirán 5 kilogramos para este caso específico.

Tabla II: Cantidad de muestra representativa

Tamaño Máximo Nominal (TMN) mm (pulg)	Cantidad de Muestra a Ensayar kg (lb)
9.5 (3/8)	1 (2)
12.5 (1/2)	2 (4)
19.9 (3/4)	5 (11)
25.0 (1)	10 (22)
37.5 (1 1/2)	15 (33)
50 (2)	20 (44)
63 (2 1/2)	35 (77)
75 (3)	60 (130)
90 (3 1/2)	100 (220)
100 (4)	150 (330)
125 (5)	300 (660)

Fuente:[11]

- Colocar la muestra seleccionada al horno y mantenerla a una temperatura de 100 ± 5 °C.
- Después de sacar el agregado grueso del horno, permitir que se enfríe antes de pesar.
- Ensamblar cuidadosamente los tamices y la bandeja de fondo, y colocar la muestra de forma gradual en los tamices, asegurándose de colocar la tapa.
- Desplazar los tamices de lado a lado durante un tiempo determinado hasta asegurarse de que no queda agregado pasando a través de cada uno de ellos.
- Se pesa el agregado retenido en cada tamiz y se realiza una recopilación de datos para dibujar la curva y ver si entra dentro del rango propuesto por la norma.

Tabla III: Estándares de granulometría para el agregado grueso

Tamaño Nominal	% Pasa por los tamices normalizados												
	100mm (4")	90mm (3 1/2")	75mm (3")	63mm (2 1/2")	50mm (2")	37.5mm (1 1/2")	25mm (1")	19mm (3/4")	12.5mm (1/2")	9.5mm (3/8")	4.75mm (Nº4)	2.36mm (Nº8)	1.18mm (Nº16)
90 mm a 37.5 mm (3 1/2" a 1 1/2")	100	90 a 100	--	25 a 60	--	0 a 15	--	0 a 5	--	--	--	--	--
63 mm a 37.5 mm (2 1/2" a 1 1/2")	--	--	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	--	0 a 5	--	--	--	--	--
50 mm a 25 mm (2" a 1")	--	--	--	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	--	0 a 5	--	--	--	--
50 mm a 4.75 mm (2" a Nº4)	--	--	--	100	95 a 100	--	35 a 70	--	10 a 30	--	0 a 5	--	--
37.5 mm a 19 mm (1 1/2" a 3/4")	--	--	--	--	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	--	0 a 5	--	--	--
37.5mm a 4.75mm (1 1/2" a Nº4)	--	--	--	--	100	95 a 100	--	35 a 70	--	10 a 30	0 a 5	--	--
25 mm a 12.5 mm (1" a 1/2")	--	--	--	--	--	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	--	--	--
25 mm a 9.5 mm (1" a 3/8")	--	--	--	--	--	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	--	--
25 mm a 4.75 mm (1" a Nº4)	--	--	--	--	--	100	95 a 100	--	25 a 65	--	0 a 10	0 a 5	--
19 mm a 9.5 mm (3/4" a 3/8")	--	--	--	--	--	--	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	--	--
19 mm a 4.75 mm (3/4" a Nº4)	--	--	--	--	--	--	100	90 a 100	--	20 a 55	0 a 10	0 a 5	--
12.5mm a 4.75mm (1/2" a Nº4)	--	--	--	--	--	--	--	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	--
9.5mm a 2.38mm (3/8" a Nº8)	--	--	--	--	--	--	--	--	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5

Fuente:[10]

- Encontrar el T.M y el TMN siguiendo las indicaciones de la norma.
- El cálculo del módulo de fineza implica sumar los porcentajes retenidos en cada tamiz, que incluyen tamaños como 1 1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, y luego dividir la suma entre 100, de acuerdo con lo indicado en la NTP 400.012.

Contenido de humedad del agregado fino y grueso[12]

En la norma NTP 339.185 se detalla el proceso a seguir para calcular el porcentaje de humedad del agregado, utilizando el método de secado. Este porcentaje abarca tanto la humedad presente en los poros internos como la que se encuentra en su superficie del agregado.

Herramientas:

- Balanza con exactitud de 0.1%
- Horno 100°C
- Recipientes o tazones con capacidad suficiente para contener toda la muestra a ensayar y que no se vean afectados por la temperatura.

Procedimiento:

- Se pesan 500 gramos de arena y 5000 gramos de piedra.
- Se introduce en el horno y se deja durante 24 horas.
- Después de sacar las muestras del horno, dejarlas enfriar antes de pesarlas. Registrar los pesos húmedos y secos.

Cálculo:

Utilizaremos la siguiente ecuación para calcular el porcentaje humedad de los agregados.:

$$\%H = \left(\frac{P1 - P2}{P2} \right) \times 100$$

Donde:

%H: % de humedad.

P1: Peso del agregado en su estado natural.

P2: Peso del agregado en estado seco.

Peso específico de masa y grado de absorción del agregado fino[13]

Este ensayo se realiza conforme a la norma NTP 400.022, es esencial para calcular el volumen ocupado por la arena en diversas combinaciones que involucran a otras mezclas sujetas a análisis de volumen absoluto. La absorción se utiliza para estimar la variación en la masa que experimenta el agregado fino debido a la entrada de agua en los espacios porosos de sus partículas.

Herramientas:

- Balanza precisa.
- Horno 100°C.
- Fiola de 500 cm³.
- Tamiz N°04.
- Tazones o recipientes con capacidad suficiente para contener el material a ser ensayado.
- Pipeta.
- Embudo.

Procedimiento:

- Utilizar el material que pasa por el tamiz N°4 y pesar dos muestras de 500 gramos cada una.
- Obtener el peso de cada frasco al pesar cada fiola.
- Con cuidado, se vierten los 500 gramos de agregado fino en el frasco (fiola) utilizando un embudo para evitar la pérdida de finos.
- Se llena el frasco con agua destilada y se agita para remover las burbujas de aire. Si es necesario, se añade más agua hasta alcanzar la marca indicada en la fiola.
- Después de eliminar por completo las burbujas de aire, dejar reposar cada muestra durante 24 horas y luego pesarlas para obtener el peso total de la muestra.
- Con precaución, vaciar el contenido de la fiola en un recipiente y permitir que se sedimente. Luego, retirar el exceso de agua con una pipeta.
- Poner el agregado en el horno y mantenerlas durante 24 hrs.

- Sacamos las muestras del horno, y se permite que se enfríen antes de pesarlas y obtener el peso del agregado después de haber sido extraído del horno.

Cálculo:

Utilizaremos la siguiente ecuación para calcular el peso específico del agregado fino:

$$\gamma_{A.F} = \left(\frac{P_s}{V_r - P_{agua}} \right)$$

Donde:

$\gamma_{A.F}$: Peso específico de la arena.

P_s : Peso de la arena después de secarse en el horno.

V_r : Volumen del recipiente.

P_{agua} : Peso del agua contenida en el recipiente.

Usamos la siguiente ecuación para calcular el peso específico de la masa saturada superficialmente seca:

$$\gamma_{sss} = \left(\frac{P_s}{P_s - P_{agua}} \right)$$

Donde:

γ_{sss} : Peso específico de la masa saturada superficialmente seca.

P_s : Peso de la arena después de secarse en el horno.

P_{agua} : Peso del agua contenida en el recipiente.

Utilizaremos la siguiente ecuación para calcular el peso específico aparente del agregado fino:

$$\gamma_{ap} = \left(\frac{P_s}{(V_r - P_{agua}) - (P_{sss} - P_s)} \right)$$

Donde:

γ_{ap} : Peso específico aparente.

P_s : Peso de la arena después de secarse en el horno.

P_{sss} : Peso de la arena saturada superficialmente seca.

Vs: Volumen del recipiente.

Pagua: Peso del agua en el recipiente.

Necesitaremos la siguiente ecuación para calcular el grado de absorción del agregado fino:

$$\%A = \left(\frac{P_{sss} - P_s}{P_s} \right) \times 100$$

Donde:

%A: Porcentaje de absorción.

Ps: Peso de la arena después de secarse en el horno.

Psss: Peso de la arena saturada superficialmente seca.

Peso específico de masa y grado de absorción del agregado grueso[14]

Este ensayo se realiza según los lineamientos de la norma NTP 400.021, en el cual se determina el espacio ocupado por el agregado grueso en diversas combinaciones que incluyen otros agregados, cemento y mezclas sujetas a análisis de volumen absoluto. La absorción se emplea para estimar la variación en masa que sufre el agregado grueso a causa de la absorción de agua en los poros de sus partículas.

Herramientas:

- Balanza.
- Horno 100 °C.
- Canastilla.
- Balde de 20 litros.
- Recipientes o taras con capacidad de 2 kg.
- Tamiz N°04.
- Trapos.

Procedimiento:

- Comenzar pesando la piedra obtenido mediante el método de cuarteo. Seleccionar las 2 partes con buena gradación y tamizar la muestra a través del tamiz N°04 para excluir la muestra que pasa por el tamiz.
- Lavar minuciosamente la piedra para excluir el polvo y luego sumergirla en el balde durante 24 horas.
- Eliminar el agua con cuidado, asegurándose de no perder la muestra, y dejamos que seque al aire.
- Pesamos la muestra y anotamos el peso del material que ha sido saturado superficialmente seco.
- El peso de la canastilla se registra mientras está sumergida en agua, luego se añade la muestra y obtenemos el peso combinado de la muestra dentro del agua junto con canastilla.
- Después, se extrae la muestra y se transfiere a una tara, para dejarlo secar en el horno durante 24 horas.
- Para concluir, sacamos el agregado del horno y esperamos que este a temperatura ambiente antes de pesar.

Cálculo:

La ecuación siguiente será empleada para calcular el peso específico del agregado grueso:

$$\gamma_{A.G} = \left(\frac{P_s}{P_{SSS} - P_{Sa}} \right)$$

Donde:

γ_{AG} : Peso específico de la piedra.

P_s : Peso de la piedra seca en horno.

P_{SSS} : Peso de la piedra saturada superficialmente seca.

P_{Sa} : Peso de la piedra saturada de agua.

Usaremos la siguiente ecuación para calcular el peso específico de la masa saturada superficialmente seca:

$$\gamma_{sss} = \left(\frac{P_{sss}}{P_{sss} - P_{sa}} \right)$$

Donde:

γ_{sss} : Peso específico de la masa saturada superficialmente seca.

P_{sa} : Peso de la piedra saturada de agua.

P_{sss} : Peso de la piedra saturada superficialmente seca.

La siguiente ecuación será necesaria para calcular el peso específico aparente del agregado grueso:

$$\gamma_{ap} = \left(\frac{P_s}{P_s - P_{sa}} \right)$$

Donde:

γ_{ap} : Peso específico aparente.

P_s : Peso de la piedra seca en horno.

P_{sa} : Peso de la piedra saturada de agua.

La siguiente ecuación será requerida para calcular el porcentaje de absorción del agregado grueso:

$$\%A = \left(\frac{P_{sss} - P_s}{P_s} \right) \times 100$$

Donde:

$\%A$: Grado de absorción.

P_s : Peso de la piedra seca en horno.

P_{sss} : Peso de la piedra saturada superficialmente seca.

Peso volumétrico suelto del agregado fino y grueso[15]

Se realiza siguiendo los lineamientos de la norma NTP 400.017, para encontrarlo implica calcular el peso dividido por el volumen unitario.

Instrumentos:

- Balanza
- Moldes cilíndricos con un D=15cm y una H=30cm.

- Cucharón.
- Escobilla.

Procedimiento:

- Pesarse el recipiente donde se va a verter el agregado antes de llenarlo.
- Llenar el recipiente con agregado utilizando un cucharón, asegurándose de que la altura no exceda los 5 cm.
- Se llena el molde hasta que el agregado rebose, luego se nivela utilizando una regla metálica o una varilla lisa.
- Usando una escobilla, eliminar cualquier exceso de material o polvo que esté fuera del molde, luego pesarse la muestra.
- Se debe realizar el ensayo hasta tener que pesos no difieran significativamente entre sí.

Cálculo:

Utilizaremos la siguiente ecuación para calcular el peso unitario suelto seco de la muestra:

$$PUSS = \frac{PUSH}{1+H}$$

Donde:

PUSS: Peso unitario suelto seco de la muestra.

PUSH: El peso unitario suelto húmedo del material.

H: Porcentaje de humedad de la muestra.

Peso volumétrico varillado del agregado fino y grueso[15]

Instrumentos:

- Balanza
- Moldes cilíndricos con un D=15cm y una H=30cm.
- Cucharón.
- Martillo de goma.
- Varilla de acero liso de 60cm y una medida transversal de 5/8", con punta redondeada.

- Escobilla

Procedimiento:

- Pesar el recipiente donde se va a verter el agregado antes de llenarlo
- Llenar el recipiente con agregado utilizando un cucharón, asegurándose de que la altura no exceda los 5 cm.
- Utilizar la varilla lisa para compactar el agregado distribuyéndolo uniformemente, apisonándolo 25 veces, y golpear el contorno del recipiente con el mazo de goma 15 veces de manera uniforme.
- Repetir el procedimiento descrito para llenar dos tercios del molde y, para la capa final, llenarlo hasta que el material rebose.
- Usar la varilla lisa para nivelar la superficie y retirar cualquier exceso que esté fuera del recipiente antes de pesar la muestra, obteniendo así el peso combinado de la muestra y el recipiente.
- Realizar el ensayo varias veces para elegir dos muestras consecutivas cuyos pesos no difieran significativamente entre sí.

Cálculo:

Utilizaremos la siguiente ecuación para calcular el peso unitario compactado seco de la muestra:

$$PUCS = \frac{PUCH}{1+H}$$

Donde:

PUCS: Peso unitario compactado seco de la muestra.

PUCH: El peso unitario compactado húmedo de la muestra.

H: Porcentaje de humedad de la muestra.

Pruebas de la calidad de concreto

Concreto en estado fresco

Asentamiento[16]

Este procedimiento implica observar el asentamiento del concreto debido a la compactación para determinar su grado de trabajabilidad.

Normativa:

Se calcula el grado de asentamiento de acuerdo con los lineamientos de la norma NTP 339.035.

Herramientas empleadas:

- El cono de Abrams tiene un D. superior=10 cm, un D. inferior =20cm y una H= 30cm.
- Varilla de acero liso de 60cm y una medida transversal de 5/8", con punta redondeada.
- Cucharón.
- Flexómetro.

Procedimiento:

- Durante la mezcla del concreto, es importante humedecer previamente los instrumentos a utilizar para llevará a cabo el ensayo.
- Se llenará el cono en tres capas, cada capa debe ser un tercio del volumen total del cono.
- Utilizando el cucharón, colocamos el primer tercio del cono y compactamos con la varilla mediante 25 golpes uniformemente distribuidos para garantizar una adecuada acomodación de la mezcla.
- Repetir el procedimiento anterior para las capas restantes. Después, nivelar la parte superior con la varilla, y limpiar el cono.
- Luego se retira el cono de Abrams verticalmente de forma rápida y cuidadosa, evitando levantarlo en diagonal o lateralmente.
- Para medir el asentamiento, voltear el cono de manera que el diámetro más grande esté en la parte superior. Colocar la varilla horizontalmente encima del cono y medir el asentamiento con la cinta métrica desde el centro de la mezcla hasta la varilla.

- Si se produce un asentamiento tipo corte, que implica la separación de una parte de la masa, se debe repetir el ensayo. Si este problema persiste, indica que el concreto no tiene la plasticidad y cohesión necesarias para este ensayo, por lo que no es adecuado.

Contenido de aire del concreto por el método de presión[17]

Esta técnica consiste en observar cómo varía el volumen del concreto recién mezclado para determinar la cantidad de aire presente, en respuesta a cambios en la presión.

Normativa:

La medición del ensayo se realiza por el método de presión, conforme a las normativas N.T.P.339.080.

Instrumentos empleados:

- Equipo de medición de aire:

Hay dos dispositivos destinados a calcular el contenido de aire en el concreto recién mezclado; ambos se basan en el principio de la Ley de Boyle y se conocen como Medidor Tipo A y B. Se utilizará el tipo B, que incluye una cámara de aire horizontal.

En el Medidor Tipo: la metodología implica igualar un volumen de aire conocido a una presión determinada dentro de una cámara de aire sellada. Las especificaciones del equipo son las siguientes: estructura cilíndrica de acero y una capacidad de 5.7 litros. Además, estará equipado con una brida para ajustarse a la tapa.

La tapa ensamblada está compuesta por los siguientes elementos: está equipada con una brida para garantizar un sellado hermético con el recipiente, válvulas de purga de aire, dispositivos de lectura directa del contenido de aire y llaves de paso.

- Cucharón.
- Martillo de goma.
- Varilla de acero liso de 60cm y una sección transversal de 5/8", con una de las puntas redondeada.

Procedimiento:

- Durante el proceso de mezcla del concreto, se recomienda humedecer previamente los instrumentos a utilizar.
- Para iniciar, verter la primera capa de concreto en la olla Washington utilizando el cucharón, luego compactarla uniformemente con la varilla mediante 25 golpes sin llegar a tocar el fondo del molde. Después, golpear el molde alrededor con el mazo de goma unas 15 veces para asegurar que el concreto se asiente adecuadamente y para evitar la formación de burbujas de aire atrapadas. Este procedimiento se repite para las tres capas de concreto.
- Para la capa final, nivelar la superficie con la varilla y eliminar el exceso de concreto que esté fuera del recipiente.
- Luego colocamos la tapa y ajustar las abrazaderas.
- Después de asegurar las abrazaderas, cerrar la válvula principal de aire y abrir las llaves de purga.
- Verter agua a través de una de las llaves de purga hasta que comience a salir por la otra llave opuesta. Durante este proceso, golpear ligeramente el medidor para eliminar el aire y permitir su expulsión.
- Después de cerrar la válvula y se procede a bombear aire en la olla hasta que el indicador se sitúe en la línea de presión inicial. En caso de que el indicador no alcance la línea que marca el 0 y se encuentre por debajo de ella, se debe golpear suavemente el manómetro hasta que se estabilice en esa posición.
- Después de abrir la válvula principal de aire, se inicia la lectura, pero es necesario golpear ligeramente el dispositivo hasta que el indicador se estabilice.
- Se registra el porcentaje de aire una vez que se ha estabilizado el dispositivo.
- Previo a quitar la cubierta de la olla, es necesario cerrar la válvula principal y abrir la llave de escape.
- Debatir el porcentaje obtenido de cada diseño con el contenido de aire atrapado establecido en el diseño de mezclas.

Tiempo de fraguado del concreto[18]

Este procedimiento se basa en la determinación del tiempo de fraguado mediante la medición de la resistencia a la penetración de la mezcla de concreto, que se refina mediante la tamización del mortero. El fraguado señala el momento en que la muestra deja de ser plástica y comienza su proceso de endurecimiento.

Normativa:

La medición del ensayo al concreto se realiza mediante el método de penetración, conforme a las normativas N.T.P. 339.082.

Instrumentos empleados:

- El dispositivo de aplicación de carga es capaz de ejercer la fuerza necesaria para permitir la penetración de las agujas en la muestra de concreto. Su capacidad de penetración es de $\pm 10\text{N}$ ($\pm 2\text{lb}$) y puede soportar hasta 600N (130 lb).
- Las agujas de penetración están disponibles en varios tamaños, que van desde 1/40 hasta 1 pulg² o su equivalente en mm², incluyendo 1/20, 1/10, 1/4, 1/2 y 1 pulg², o sus equivalentes de 16, 32, 65, 161, 323 y 645 mm², respectivamente.
- Barra de acero liso de 60cm y una sección transversal de 5/8", con punta redondeada.
- Tamiz N°04.
- Balde.
- Cucharón.
- Jeringa.
- Cronómetro.
- Franela.

Procedimiento:

- El tiempo inicial se registra cuando se realiza la mezcla del concreto.
- Con la ayuda del cucharón, transferir la mezcla de concreto al tamiz N°04 y tamizar sobre el balde. Utilizar únicamente el concreto que pase a través del tamiz para el ensayo, descartando el que quede retenido.

- Se extrae el agua de la exudación utilizando una jeringa. Se sugiere inclinar el balde, para facilitar la recolección del agua exudada.
- Después de 3 o 4 horas del mezclado del concreto, la muestra se coloca en la posición de ensayo y se gira la palanca hasta que la aguja penetre en la muestra, momento en el que se registra la lectura.
- En cada penetración, se debe mantener una distancia libre de 1 pulgada tanto hacia arriba como hacia los lados del recipiente.
- Las lecturas deben realizarse en intervalos de 30 minutos a 1 hora, registrando los datos de penetración de cada aguja.

Cálculo:

Se calcula la resistencia de la penetración para cada una de las agujas utilizando la siguiente ecuación:

$$P = \frac{F}{A}$$

Donde:

P: Resistencia a la Penetración en lb/pulg².

F: Fuerza en lb.

A: Área de las agujas en pulg² o en mm².

Utilizando las lecturas, se elabora la curva de Tiempo versus Resistencia a la Penetración, donde se determinan el tiempo de fraguado inicial y final.

El tiempo de fraguado inicial se define como el momento en que la resistencia a la penetración alcanza las 500 lb/pulg², mientras que el tiempo de fraguado final se define cuando la resistencia llega a las 4000 lb/pulg² (27.6 MPa). La diferencia entre estos dos tiempos representa el tiempo requerido para que el concreto fragüe por completo.

Temperatura del concreto.[19]

Es crucial identificar la temperatura del concreto fresco para evitar que supere altas temperaturas, es decir, el límite máximo establecido por la norma E.060, ya que esto podría ocasionar problemas como la reducción del asentamiento, un fraguado demasiado rápido o la formación de juntas frías. Si la temperatura del concreto supera los 32°C, se deben implementar medidas para protegerlo.

Normativa:

Procedimiento de evaluación del ensayo, se realizaron siguiendo las directrices de la norma NTP 339.184.

Instrumentos empleados:

- Un dispositivo de medición de temperatura adecuado para este propósito debe ser capaz de cubrir el rango completo de temperaturas, desde 0°C hasta 50°C.
- Recipiente.

Procedimiento:

- Ubicar el termómetro en la mezcla asegurándonos que esté completamente sumergido a una profundidad de al menos 7.5 cm. Es importante ajustar el concreto circundante para evitar que la temperatura ambiente interfiera en el ensayo.
- Esperar al menos 2 minutos, o hasta que la lectura se estabilice, antes de registrar el resultado final.

Concreto en estado endurecido

Resistencia al esfuerzo de compresión[20]

Este método implica determinar la resistencia del concreto mediante la aplicación de una fuerza axial en un área específica. El dato obtenido al final de la carga se registra cuando el concreto falla, y la resistencia se calcula dividiendo la fuerza aplicada entre el área de la muestra.

Normativa:

El procedimiento de evaluación del ensayo se realizó conforme a la N.T.P.339.034.

Instrumentos empleados:

- Presa.
- Equipo de medición como el Vernier.

Elaboración de probetas:

- Para preparar las muestras con una sección transversal de 10 cm y una altura de 20 cm. Deberemos de llenar las muestras en dos capas, cada una ocupando un tercio del volumen del recipiente. Compactar cada capa con 25 golpes uniformemente distribuidos utilizando una barra de acero, y golpear el contorno del molde 15 veces con un mazo de goma para asentar el concreto, eliminar cualquier vacío y expulsar las burbujas de aire.
- Después de 24 horas, retirar los testigos del molde y transferirlos a la cámara de curado.

Procedimiento:

- Los testigos son sometidos a ensayo dentro del margen de tiempo establecido en la normativa, tal como se indica en la siguiente tabla:

Tabla IV: Edades de ensayo y tolerancias permisibles

Edad de ensayo	Tolerancia Permisible
24 horas	± 0.5h o 2.1%
3 días	± 2h o 2.8%
7 días	± 6h o 3.6%
28 días	± 20h o 3%
90 días	± 48h o 2.2%

Fuente:[20]

- Se toma la medida del diámetro con un calibrador vernier y se anota cada medida de diámetro de las distintas muestras.
- Posicionar los cojines de neopreno en la superficie superior e inferior de la muestra con el fin de garantizar una distribución uniforme de la carga.
- Ubicar el testigo en la prensa y asegurarse de que la pantalla de lectura marque 0.
- Se debe aplicar una fuerza de forma constante y uniforme, con una velocidad que varía según la sección de la muestra.

Cálculo:

La ecuación siguiente permite calcular la resistencia a la carga de compresión de cada una de las muestras:

$$F'c = \frac{F}{A} \text{ kg/cm}^2$$

Donde:

F'c: Resistencia al esfuerzo de compresión en kg/cm².

F: Carga en kgf.

A: Área del testigo en cm².

Para evaluar el tipo de falla que ocurre en las muestras, se hace referencia a la ilustración adjunta:

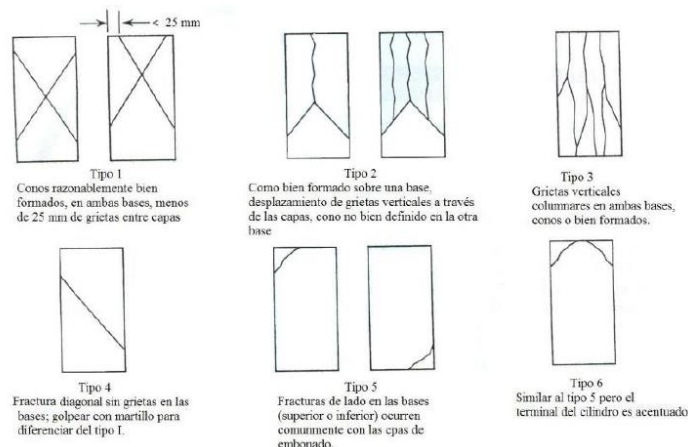


Ilustración 1: Tipos de fractura

Fuente:[20]

Resistencia al desgaste o abrasión[21]

Consiste en la determinación de la pérdida progresiva de la superficie del concreto, que es causada por el movimiento de un cuerpo sobre el concreto.

Normativa:

El ensayo fue llevado a cabo de acuerdo con la especificación ASTM C944.

Instrumentos empleados:

- El equipo utilizado para el desgaste incluye un taladro con arandelas dentadas.
- Balanza.
- Medidor de tiempo.

Procedimiento:

- Para la realización de la prueba se necesitan muestras de 15 cm x 30 cm las cuales deben de estar curadas como mínimo un periodo de 28 días.
- Registrar el peso inicial de cada testigo antes de proceder.
- Realizar tres ciclos de dos minutos cada uno al terminar el ciclo, debemos de limpiar la superficie del testigo para eliminar el polvo generado por el desgaste y luego pesar los discos.

Cálculo:

La resistencia al desgaste se calcula en porcentaje mediante la siguiente fórmula:

$$\%D = \frac{P_I - P_F}{P_I} * 100$$

Donde:

%D: Porcentaje de abrasión.

PI: Peso inicial.

PF: Peso final en gr.

Permeabilidad – Profundidad de penetración de agua bajo presión[22]

Este método de prueba implica la evaluación de la profundidad a la que el agua bajo presión penetra en el concreto endurecido.

Normativa:

El procedimiento realizado en el ensayo sigue las directrices establecidas por la norma UNE-EN 12390-8.

Instrumentos empleados:

- El equipo necesario debe permitir colocar la muestra de ensayo, con las dimensiones específicas requeridas, de modo que la presión del agua pueda actuar sobre ella, y mostrar de manera continua la presión aplicada. Además, es crucial garantizar un sellado hermético utilizando caucho u otro material equivalente.

Probetas de ensayo:

Las muestras de prueba serán de forma cúbica, cilíndrica o prismática, con una longitud lateral o diámetro que no sea inferior a 150 mm.

Procedimientos:

- Después de retirar la probeta del molde, procede a desbastar inmediatamente la superficie de la cara de la muestra que estará expuesta a la presión del agua, utilizando un cepillo de púas metálicas.
- El ensayo se inicia después de que las probetas han alcanzado al menos 28 días de edad. Es importante evitar aplicar el agua en la cara terminada de la probeta. Una vez instalada en el dispositivo la muestra, se aplica agua a una presión de (500 ± 50) kPa durante un período de (72 ± 2) horas. Durante el ensayo, se realiza una inspección regular de los planos horizontales de las muestras que no están en contacto para detectar cualquier posible filtración.
- Luego de finalizar las 72 horas bajo la presión, se extrae la probeta del equipo de ensayo. Donde la superficie expuesta al agua a presión se limpia para eliminar cualquier residuo de agua adicional. La probeta se parte en dos, perpendicularmente a la superficie que recibió la presión de agua. Durante este proceso de fractura, la cara en contacto con el agua se posiciona hacia abajo. Una vez que esta superficie fracturada ha secado lo suficiente para visualizar claramente el frente de penetración del agua, se marca en la probeta. Luego, se mide la profundidad máxima de penetración debajo de la superficie de ensayo, redondeando al milímetro más cercano.

Cálculo:

El resultado final del ensayo es la máxima profundidad de penetración, la cual se redondea al milímetro más cercano.

Velocidad de absorción de agua en el concreto[23]

Este procedimiento implica la evaluación de la tasa de absorción capilar del concreto cuando se expone al agua. La velocidad de absorción se determina mediante un análisis de regresión lineal que considera el aumento de peso con respecto al tiempo de la muestra, lo que indica la velocidad a la que el agua es absorbida por la muestra a través de los poros capilares.

Normativa:

El procedimiento de este ensayo se realizó conforme a las pautas de la norma NTP 339.232:2018.

Instrumentos empleados:

- Balanza
- Silicona.
- Paños húmedos.
- Cronómetro.
- Desecador.
- Contenedores con tapa hermética.

Reactivos y materiales:

- Bromuro de potasio

Procedimientos:

- Se necesitan probetas de 10x20cm para cada diseño de mezcla.
- Después del proceso de curado, proceda a serrar o cortar cada probeta para obtener un espesor de 5 cm. Realice el primer corte a una distancia de 3 cm desde la parte inferior de la probeta, así tal se indica en la Ilustración 2, o, si es factible, extraiga un disco del centro de una probeta.

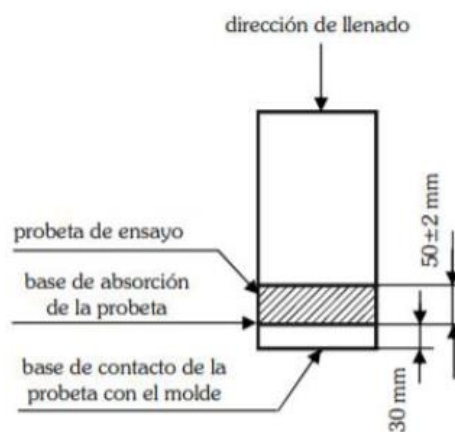


Ilustración 2: Probeta de ensayo de velocidad de absorción

Fuente: [24]

- Luego de cortar cada una de las probetas, limpiamos los especímenes y preparamos la solución de bromuro de potasio con agua a 50°C y la colocamos dentro del desecador, seguidamente colocamos las muestras en una desecadora dentro de un horno 50°C durante 3 días.
- Después de los 3 días colocamos las muestras en bolsas impermeables con un cierre hermético durante 15 días.
- Retiramos las muestras de las bolsas y registramos su masa.
- Medimos los diámetros que estarán en contacto con el agua.
- Impermeabilizamos la parte lateral de cada una de ellas y registramos la masa de la muestra con el sellador
- Instalamos barras de soporte dentro de un recipiente y lo llenamos con agua potable hasta que el nivel del agua esté 3 mm por encima de las barras de apoyo durante la realización del ensayo.
- Contabilizar el tiempo con un cronometro al momento de colocar las muestras en el agua.

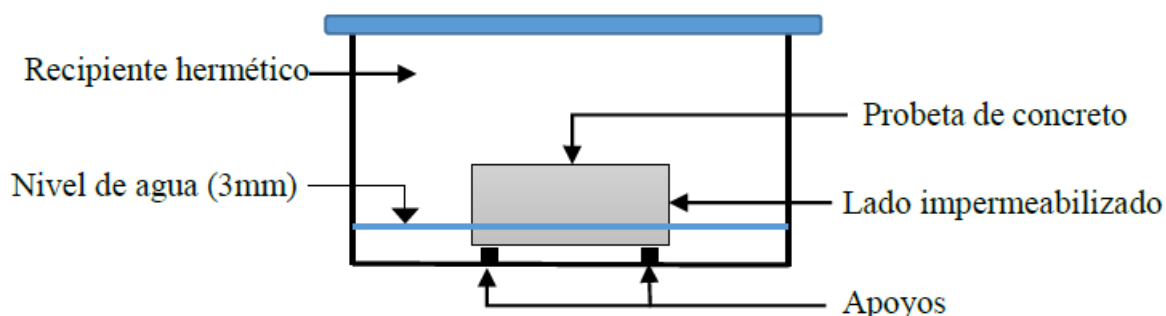


Ilustración 3: Ensayo de velocidad de absorción

Fuente:[24]

- Registrar el peso de cada disco en tiempos como: 60 seg, 5 min, 10 min, 30 min, 60 min, 2 hrs, 3 hrs, 4 hrs, 5 hrs, y 6 hrs. Posteriormente, registrar el peso cada 24 horas durante un período de 7 días o hasta que la variación de peso entre dos mediciones consecutivas sea menor al 0,1%. Antes de cada pesaje, asegúrese de quitar el exceso de agua utilizando una franela húmeda.

Calculo:

Empleamos la siguiente ecuación para calcular la absorción:

$$I = m_t / (a \times d)$$

Donde:

I: La absorción.

m_t : Es la variación en la masa respecto al tiempo.

a: El área superficial en contacto con el agua de la muestra.

d: La densidad del agua, no se tienen en cuenta la dependencia de la temperatura por lo que se usa un valor de 0.001 g/mm³.

La velocidad inicial de absorción de agua (mm/s^{1/2}) se establece como la pendiente de la línea que mejor se ajusta al graficar la absorción en función de la raíz cuadrada del tiempo (s^{1/2}). Se obtiene esta pendiente utilizando la técnica de mínimos cuadrados, según el criterio de análisis de regresión lineal. Para el análisis de regresión, se emplean todos los puntos desde los 60 segundos hasta las 6 horas; para la velocidad secundaria se usa el mismo concepto con la diferencia que se utilizarán los datos de los puntos medidos después de las 24 horas hasta los 7 días.

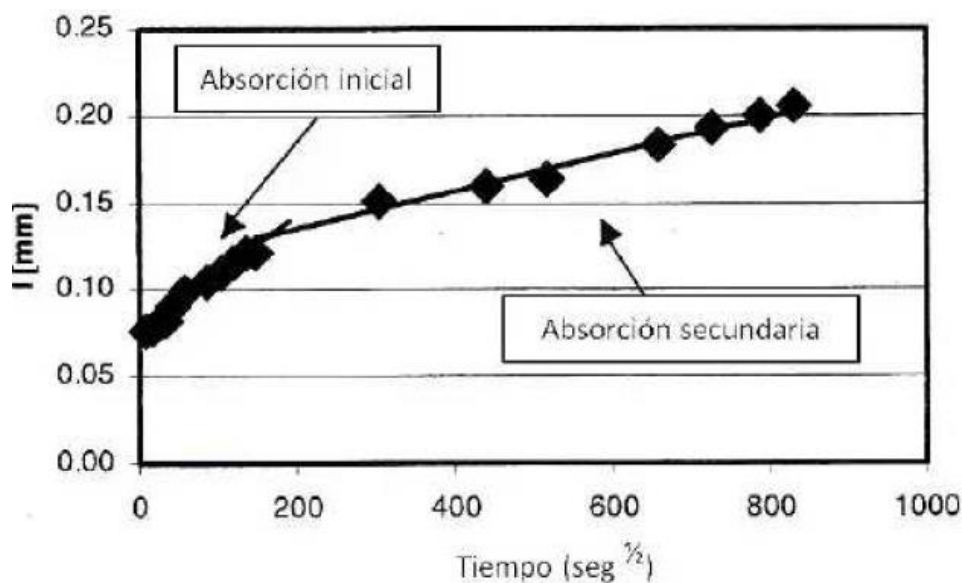


Fig. 1: Gráfico de velocidad de succión capilar

Fuente:[23]

Bases teóricas

✓ Concreto:

Es un material de construcción con una amplia utilización en proyectos de infraestructuras, el cual está constituido por cemento, agregados (arenas y gravas), agua y aire atrapado, en proporciones específicas, que luego formaran una masa compacta que después de un periodo de tiempo tendrá la capacidad para resistir esfuerzos de compresión. [25]

La composición del concreto esta dado aproximadamente por porcentajes como de 7 a 15% de cemento, de 60 a 75% de agregados, de 14 a 21% de agua y de 1 a 3% de aire, donde en el proceso de mezclado el agua y el cemento reaccionan químicamente formando la pasta, el cual cubre la superficie de los agregados y los une para formar una masa consolidada que inicialmente tiene un grado de fluidez y una consistencia plástica, que consecutivamente fragua y adquiere una consistencia sólida, que adquiere características como la durabilidad, la resistencia mecánica, entre otras. [26]

➤ Cemento:

Tiene un rol muy significativo en la construcción, el cual es mezclado con agua para consolidar una pasta conglomerante que une los componentes del concreto o mortero, es un polvo fino, de color gris que se obtiene a partir del pulverizado del Clinker, un material producido por la cocción de calizas, arcillas y el mineral de hierro a temperaturas muy altas, alrededor de 1500 °C, en un horno, con el fin de que estos materiales reaccionen para luego adicionar sulfato de calcio para formar el cemento portland. [27]

Según Abanto[27], los cementos portland se clasifican en cinco tipos que son normalizados por la normativa ASTM:

- Cemento TIPO I: Para usos que no requieran propiedades especiales.
- Cemento TIPO II: Para usos que se necesite una resistencia moderada a los sulfatos o un moderado calor de hidratación.
- Cemento TIPO III: Para usos que requieran una alta resistencia inicial.
- Cemento TIPO IV: Para usos que requieran un bajo calor de hidratación.

- Cemento TIPO V: Para usos que requieran una alta resistencia a los sulfatos

➤ Agregados:

Es la materia inerte, que tiene formas granulares, y son obtenidos naturalmente o artificialmente, que constituyen una gran parte del volumen del concreto, debido a eso influyen en la trabajabilidad y en la consistencia plástica del concreto fresco, así mismo también afecta la durabilidad y en las propiedades mecánicas del concreto endurecido.[28]

Según [10], estos agregados finos y los gruesos deben cumplir con los parámetros de gradación y los demás criterios que estable la norma, sin embargo, se permite su uso cuando se garantice la resistencia y la calidad de los agregados.

- Agregado fino: material que pasa la malla 3/8" y queda retenido en la malla N°200.
- Agregado grueso: Material que queda retenido en la malla N°4 (4.75 mm) y se clasifica en piedra chancada o en grava.

➤ Agua:

El agua juega un rol fundamental en el concreto., ya que reacciona químicamente y produce la hidratación del concreto, es decir da paso a la formación del gel, por lo que se activa el fraguado y el endurecimiento del concreto.[26]

Según [29], el agua de mezclado son las aguas potables que no tengan olor o sabor, sin embargo, se pueden usar otro tipo de aguas si cumplen las exigencias de calidad de la normativa.

✓ Propiedades del concreto fresco

➤ Trabajabilidad:

Es la facilidad del concreto para ser manipulado, mezclado, transportado, colocado y compactado de manera eficiente y homogénea. [27]

La trabajabilidad está influenciada por varios factores, como el porcentaje de agua empleada en la mezcla o la adición de mayor cantidad de agregados finos, sin embargo, se deben de controlar ya que su adicción repercute en la resistencia del

concreto, por otro lado, también se pueden incorporar aditivos que mejoran esta propiedad. [28]

➤ **Consistencia:**

Es la fluidez y la plasticidad que tiene el concreto en su estado fresco, ya que se encuentra ligado al grado de humedecimiento de la mezcla, por lo que a mayor humedad tenga la mezcla mayor será la facilidad con la que fluirá el concreto.[30]

Según Abanto[27], encontramos tres tipos de consistencia:

Tabla V: Consistencia y trabajabilidad

CONSISTENCIA	SLUMP	TRABAJABILIDAD	METODO DE COMPACTACION
Seca	0" a 2"	poco trabajable	Vibración normal
Plastica	3" a 4"	trabajable	Vibración ligera chuseado
Fluida	> 5"	muy trabajable	Chuseado

Fuente:[27]

➤ **Contenido de aire:**

Es el porcentaje de aire atrapado en forma de burbujas durante la mezcla de concreto, es importante mantener un control ya que una el insuficiente contenido de aire puede comprometer la durabilidad del concreto en clima fríos, por otro lado, el exceso del aire en el concreto puede reducir la resistencia mecánica, la durabilidad y la trabajabilidad del concreto.[26]

➤ **Temperatura**

La temperatura del concreto está influenciado el aporte calorífico de los materiales en su estado fresco o recién mezclado. Es un parámetro importante por considerar en la producción y colocación del concreto, ya que puede afectar significativamente sus propiedades y desempeño.[30]

La regulación de la temperatura del concreto es fundamental para garantizar la calidad y un adecuado desempeño en su aplicación. Esto se puede lograr

manipulando la temperatura los materiales o también usando retardadores o aceleradores.[26]

➤ Tiempo de fraguado

El tiempo de fraguado del concreto se refiere a la duración de la transición del concreto, donde este pasa de una mezcla plástica y maleable a un material resistente y duradero. Es una propiedad importante, ya que nos indica en que tiempo se puede manipular y trabajar el concreto antes de que comience a endurecerse.[26]

✓ Propiedades del concreto endurecido:

➤ Resistencia al esfuerzo de compresión

Se define como la carga máxima por unidad de área que puede soportar la probeta antes de fallar por una carga de compresión. Su aumento de resistencia está relacionado con el mejoramiento de las propiedades del concreto, tal efecto, según la norma es medido luego de los 28 días siguientes al vaciado y curado.[30]

➤ Resistencia a la abrasión

Se define como la capacidad para resistir el desgaste causado por la fricción y el contacto repetido con superficies duras, ásperas o abrasivas. Este desgaste puede ser causado por la carga, el rozamiento con objetos, el tráfico de vehículos o condiciones ambientales adversas como la presencia de partículas abrasivas.[26]

La resistencia al desgaste se encuentra influenciado por distintos factores, por lo que existen diferentes criterios de aceptación y estos varían según las normativas[26], por lo que en esta investigación se usara como medición el ASTM C 944.

➤ Permeabilidad

La permeabilidad del concreto está definido por capacidad para resistir y evitar la penetración de fluidos a través de su estructura, el cual depende de la porosidad de la pasta y de los agregados[27]. Se puede mejorar esta propiedad mediante la selección adecuada de materiales, una menor relación agua-cemento y una buena

compactación[26]. La permeabilidad se puede evaluar mediante ensayos según el reglamento europeo UNE-EN 12390-8 y la norma NTP 339.232:2018.

✓ Cera de carnauba

La cera de carnaúba es un compuesto orgánico extraído de las hojas de la palma carnaúba (*Copernicia prunifera*), que es nativa de regiones tropicales de América del Sur, especialmente de Brasil. Es considerada una de las ceras naturales más duras y de mayor calidad.[4]

La cera de carnaúba se produce mediante la recolección de las hojas de la palma de carnaúba y la extracción de la cera a través de métodos de procesamiento. Esta cera es usada en gran variedad de aplicaciones, especialmente en la industria de la fabricación de productos de cuidado automotriz, cuidado de pisos, muebles y productos para el autocuidado de las personas, como cosméticos y artículos para cuidado del capilar.[3]

También denominada la reina de las ceras, ya que tiene varias propiedades codiciadas, como su alto punto de fusión, dureza, resistencia al agua y propiedades impermeabilizantes, además mejora la protección contra la humedad y el desgaste.[3]

Tabla VI: Ficha técnica de cera de carnauba

ANALYSIS		METHODS	T-1	T-3	T-3 Extra Light	T-4	REFERENCE
01	Moisture and Volatile Matter	ABNT NBR 14709	1-0% max	1-0% max	1-0% max	1-0% max	Foncepi
02	Melting Point	USP 43/NF 38, Class II <741	80-86 °C	80-86 °C	80-86 °C	80-86 °C	USP 43/NF 38 P. 1377
03	Insoluble Impurities	Soxhlet(996.06) AOAC 2000 adapter	0.20% max	0.20% max	0.50% max	0.50% max	Foncepi
04	Acid Value	ASTM D 1388-98	02-07 mg KOH/g	02-07 mg KOH/g	02-07 mg KOH/g	02-07 mg KOH/g	USP 43/NF 38 P. 1377
05	Saponification Value	ASTM D 1387-89	78-95 mg KOH/g	78-95 mg KOH/g	78-95 mg KOH/g	78-95 mg KOH/g	USP 43/NF 38 P. 1377
06	Ester Value	USP 43/NF 38 <401>	71-88 mg KOH/g	71-88 mg KOH/g	71-88 mg KOH/g	71-88 mg KOH/g	FOOD Chemicals codex 7th ED p. 179
07	Residue on Ignition	USP 43/NF 38 <281>	0.25% max	0.25% max	0.25% max	0.25% max	USP 43/NF 38 P. 1377
08	Heavy Metals	USP 43/NF 38, method II <231>	20 ug/g max	20 ug/g max	20 ug/g max	20 ug/g max	USP 43/NF 38 P. 1377
09	Color	ASTM D1544-98 Adepted *Spectrophotometer	4.5 +/- 1.0 Gardner Scale	8.1-10.5 Gardner Scale	7.0 - 8.0 Gardner Scale	-----	Foncepi
10	Peroxide Value	EUR.PH.10th Ed.(2.5.5; Method A)	15,0 max	15,0 max	15,0 max		Foncepi

Fuente:[31]

Materiales y métodos

Tipo y Nivel de Investigación

Tipo de investigación

Según el fin que se persigue:

- Es una investigación aplicada, donde se quiere solucionar el problema planteado en esta investigación, haciendo uso de teorías y conceptos como punto de partida.

Según la información analizada:

- Es una investigación cuantitativa ya que se podrá medir y recopilar datos en forma numérica y mediciones, a los cuales se les realizará un análisis estadístico para comprender los datos recopilados y obtener conclusiones significativas.

Nivel de investigación

Según la metodología de estudio:

- Es una investigación experimental, ya que se producirá una manipulación o alteración en la variable de estudio, además que se controlará las condiciones y se realizará una comparación con un grupo de control para realizar mediciones y recopilar los datos obtenidos.

Población

El objeto de estudio está definido por los especímenes de concreto con la adición de cera de carnauba con el objetivo de demostrar la mejora de las propiedades.

Muestra

La investigación no tiene muestreo probabilístico debido a que los objetos de estudio no existen, sino que son creados en función de los ensayos que sea van a realizar en el estudio.

- Muestra para concreto fresco:

Para determinar el asentamiento, contenido de aire, temperatura y tiempo de fraguado, se necesitará 1 muestra para el diseño patrón y 1 muestra cada diseño con la adición de cera de carnauba según el porcentaje de incorporación de (3, 5 y 7%).

Tabla VII: Muestras de ensayos de concreto en estado fresco

Ensayo \ Muestra	Patrón	3%	5%	7%
Asentamiento	1	1	1	1
Contenido de aire	1	1	1	1
Temperatura	1	1	1	1
Tiempo de fraguado	1	1	1	1

Fuente: Creación del autor

- Muestra para concreto endurecido:

Se realizará 3 probetas con dimensiones de 4"x8" para el ensayo de resistencia al esfuerzo de compresión teniendo en cuenta las edades de curado de 7, 14, 28, 56 días, obteniendo un total de 48 probetas.

Se emplearán muestras de ensayo cilíndricos con dimensiones de 15x5 cm para llevar a cabo la evaluación de la resistencia al desgaste. Para cada diseño, se tomarán en cuenta 3 probetas representativas con el objetivo de determinar la resistencia al desgaste del concreto normal y del concreto con cera de carnauba, expresada en porcentaje. En total, se someterán a prueba un conjunto de 24 probetas.

Contaremos con probetas en dimensiones 10x5 cm destinadas al ensayo de absorción capilar, las cuales serán evaluadas cuando el concreto alcance los 28 y 56 días de edad. Se asignarán 3 probetas para cada diseño de mezcla y otras 3 para los distintos porcentajes de cera de carnauba. En total, se llevará a cabo el ensayo en 24 probetas.

Por último, se utilizarán muestras de testigos con dimensiones de 15x30 cm para el ensayo de Profundidad de penetración de agua bajo presión, las cuales serán evaluadas cuando el concreto alcance los 28 y 56 días de curado, donde se evaluarán 3 muestras para cada diseño según la edad de curado. En total se tendrán 24 muestras.

Tabla VIII: Especímenes para resistencia a la compresión

Ensayo Muestra	Resistencia a la compresión				Total
	7 días	14 días	28 días	56 días	
Patrón	3	3	3	3	12
3%	3	3	3	3	12
5%	3	3	3	3	12
7%	3	3	3	3	12
					48

Fuente: Creación del autor

Tabla IX: Especímenes para resistencia a la abrasión

Ensayo Muestra	Resistencia a la abrasión	
	28 días	56 días
Patrón	3	3
3%	3	3
5%	3	3
7%	3	3
Total		24

Fuente: Creación del autor

Tabla X: Especímenes para velocidad de absorción

Ensayo Muestra	Velocidad de absorción	
	28 días	56 días
Patrón	3	3
3%	3	3
5%	3	3
7%	3	3
Total		24

Fuente: Creación del autor

Tabla XI: Muestras para penetración de agua

Ensayo Muestra	Penetración de agua a presión	
	28 días	56 días
Patrón	3	3
3%	3	3
5%	3	3
7%	3	3
Total		24

Fuente: Creación del autor

Operacionalización de variables

Tabla XII: Operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADOR	UND DE MEDIDA	RANGO DE APLICACIÓN	METODO DE MEDICION
Cera de carnauba	Cantidad	% en peso de cemento	3%, 5%,7%	Balanza

VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSION	INDICADOR	SUB INDICADOR	UND DE MEDIDA	METODO DE MEDICION	
Propiedades físicas y mecánicas	Concreto fresco	Asentamiento	-	Pulg	NTP 339.035	
		Contenido de aire mediante presión	-	%	NTP 339.080	
		Temperatura	-	°C	NTP 339.184	
		Tiempo de fraguado	-	Horas/minutos	NTP 339.082	
	Concreto endurecido	Resistencia a la compresión	-	kg/cm ²	NTP 339.034	
		Durabilidad	Resistencia a la abrasión		%	ASTMC 944
			Penetración de agua mediante presión		mm	UNE-EN 12390-8
			Velocidad de absorción de agua		mm	NTP 339.232

Fuente: Creación del autor

Tabla XIII: Variables intervinientes

VARIABLE INTERVINIENTE	UND DE MEDIDA	VALOR	METODO DE MEDICION
Tiempo de curado	días	7,14,28,56	NTP 339.183
Cemento	Tipo de cemento	I	Ficha tecnica
F ^c de diseño	Kg/cm ²	210	Diseño de mezcla ACI

Fuente: Creación del autor

Criterios de selección

La elección del agregado se basó en las normas NTP y ASTM C. De acuerdo con estas normativas, el agregado debe cumplir con los requisitos especificados para ser empleado en diseño de mezclas. El agregado fino proviene de la cantera "La Victoria", mientras que el agregado grueso se extrae de la cantera "Tres Tomas". Estas selecciones se realizaron debido a que en otras investigaciones los agregados cumplen con los parámetros, y se además de que estos se contrastan con los resultados conseguidos en este estudio.

El cemento usado en esta investigación es el Tipo I de la marca Cemex, porque es de uso general y por su facilidad de encontrarse en el mercado.

Para la selección de la cera de carnauba, se realizó un estudio de comparación de precios y pesos que se vendían en diferentes empresas de Lima.

Para determinar el porcentaje de cera de carnauba, me fundamenté en la investigación de diversas fuentes bibliográficas y en mis antecedentes. Después de este proceso, llegué a la conclusión de utilizar porcentajes del 3%, 5% y 7% de cera de carnauba para evaluar la influencia de estos porcentajes en las propiedades del concreto tanto en su estado fresco como endurecido.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

- Observación: técnica con la cual podemos representar visualmente algunos ensayos realizados al concreto en el laboratorio.
- Experimentos: técnica por la cual se evidenciará la manipulación de la variable independiente en los ensayos del concreto.
- Análisis de documentos: técnica con la que podemos interpretar y comprender la información, teniendo como fin obtener el conocimiento y criterio necesario, para poder llevar a cabo la investigación.

Instrumentos de recolección de datos

- Artículos y revistas científicas, tesis de pregrado, maestría, doctorado, libros y normas.
- Formatos y hojas de cálculo para los ensayos de laboratorio.
- Normativa como: NTP, ASTM, UNE – EN 12390-8, ACI.

Procedimiento metodológico para demostración de la hipótesis

Procedimiento para la realización de los ensayos de materiales

Análisis granulométrico del agregado fino y grueso

Para el análisis granulométrico de los agregados tanto fino y grueso, se obtuvieron las muestras de la cantera “La victoria”-Pátapo y “Bomboncito”- Tres tomas, respectivamente, en donde se busca determinar que los agregados seleccionados cumplen con los requisitos de la normativa, la cual menciona que la muestra debe ser como mínimo 300 gr para el agregado fino, para lograr la muestra necesaria primero se realizó un cuarteo por el método B de la NTP 400.043, luego que se utilizó el procedimiento tipo A de la norma NTP 400.018 para el lavado de finos y se utilizó 579.62 gr luego del secado para el ensayo de granulometría, superando lo establecido por la norma.

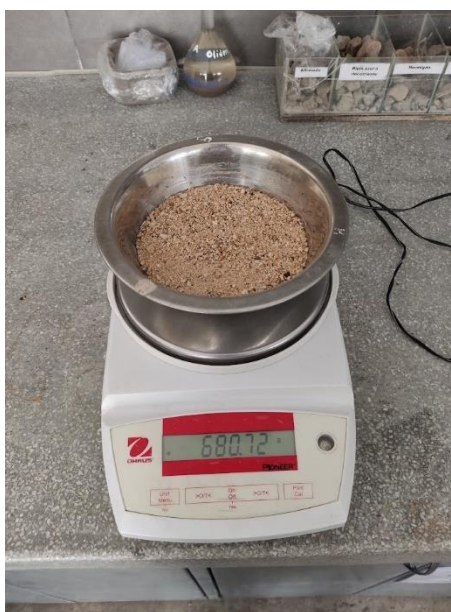


Ilustración 4: Peso de agregado fino para granulometría

Fuente: Creación del autor



Ilustración 5: Peso del recipiente del agregado fino

Fuente: Creación del autor

Los tamices normalizados que se usaron en el ensayo de granulometría para finos fueron los descritos por la norma, luego se procedió a realizar el tamizado y se pesó lo que se retuvo en cada tamiz.



Ilustración 6: Tamizado del agregado fino

Fuente: Creación del autor

En el agregado grueso la norma indica unas cantidades mínimas a ensayar según el TMN del agregado grueso, por lo que primero se realizó un cuarteo por el método B y se usó 5.50 Kg para el ensayo, lo cual supera la cantidad mínima de la norma.



Ilustración 7: Cuarteo del agregado grueso

Fuente: Creación del autor



Ilustración 8: Peso del agregado grueso para granulometría

Fuente: Creación del autor

Los tamices normalizados que se usaron en el ensayo de granulometría del material grueso fueron los descritos por la norma, luego se procedió a realizar el tamizado de manera manual siguiendo el procedimiento de la normativa y se pesó lo que se retuvo en cada malla.



Ilustración 9: Tamizado del agregado grueso

Fuente: Creación del autor

Después, se realizó el análisis de los pesos retenidos en cada tamiz para elaborar la curva granulométrica del agregado. Esta gráfica considera la malla y el material acumulado que pasa a través de este, asegurándose de cumplir con los requisitos granulométricos.

Contenido de humedad del agregado fino y grueso

Se llevó a cabo el ensayo de contenido de humedad de los agregados conforme a la norma, que establece pesos mínimos según el TMN del agregado. Por lo tanto, se utilizó una cantidad de muestra de 0.5 kg para el ensayo de humedad del agregado fino y de 5 kg para el agregado grueso, superando así el peso mínimo requerido por la normativa.



Ilustración 10: Peso de agregado fino para el ensayo de contenido de humedad

Fuente: Creación del autor



Ilustración 11: Peso de agregado grueso para el ensayo de contenido de humedad

Fuente: Creación del autor

De acuerdo con el protocolo establecido por la normativa, se introdujeron los agregados en el horno a 110°C. Después de 24 horas, se extrajeron los agregados del horno y se dejó enfriar

para pesar los agregados secos. Posteriormente, se procedió a calcular el porcentaje de humedad de los especímenes.



Ilustración 12: Muestras de agregado en el horno

Fuente: Creación del autor

Peso específico de masa y grado de absorción del agregado fino

Se realizó el ensayo de peso específico de masa y absorción del agregado fino según la norma NTP 400.022, por lo que primero se realizó un tamizado usando el N°4 para quitar el agregado mayor a 4.75 mm, luego se procedió a saturar la muestra durante 1 día, consecuentemente se dejó secar a temperatura ambiente, y se realizó la prueba de humedad superficial mediante un cono y una barra compactadora, para determinar si la muestra ya está en el estado de superficialmente seco; donde se apisono 25 golpes y se dejó caer el pisón a una altura de 5 mm de la capa, y si se observa que el agregado fino conserva la forma del molde, quiere decir que la muestra aún está húmeda, sin embargo, si la muestra conserva una forma cónica con una ligera caída, es un indicador que la muestra ya está en su estado saturado superficialmente seco.



Ilustración 13: Prueba del humedad superficial

Fuente: Creación del autor



Ilustración 14: Agregado en estado saturado superficialmente seco

Fuente: Creación del autor

Se llevó a cabo el método gravimétrico utilizando una cantidad de 500 gramos en una fiola de 500 ml. En esta fiola, se agregó la arena y se llenó con agua. Posteriormente, se agitó la muestra de manera rotacional para eliminar las burbujas de aire, luego se dejó reposar. Se registró el peso de la fiola junto con el agregado fino y el agua. Después, se retiró la muestra de la fiola y se trasladó a un recipiente para ser colocado en el horno durante un período de 24 horas. Finalmente, se pesó la muestra y se procedió al cálculo del peso específico y el porcentaje de absorción.



Ilustración 15: Colocación del agregado dentro de la fiola

Fuente: Creación del autor



Ilustración 16: Movimiento rotacionales de la fiola

Fuente: Creación del autor

Peso específico de masa y grado de absorción del agregado grueso

Para llevar a cabo el ensayo primero se lavó la piedra para eliminar el polvo, seguidamente se sumergió en un recipiente con agua durante 24 horas con el fin de saturar el agregado. Después de este período, se secó la superficie de los agregados al aire libre para que la muestra se encuentre en la condición de saturada superficialmente seca.



Ilustración 17: Agregado grueso reposando durante 24 horas

Fuente: Creación del autor



Ilustración 18: Muestras de agregado saturado superficialmente seco

Fuente: Creación del autor

Después de seleccionar dos muestras del agregado grueso saturado superficialmente seco, se procedió a pesar la canastilla sumergida en agua. Posteriormente, se colocaron las muestras en la canastilla sumergida, asegurándose de eliminar el aire de la muestra, y se registraron las lecturas de sus pesos. Luego, las muestras fueron secadas en un horno a una temperatura controlada de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Una vez enfriadas, se pesaron para obtener el peso seco de las muestras y así calcular el peso específico y el porcentaje de absorción.



Ilustración 19: Peso de la canastilla sumergida en agua

Fuente: Creación del autor



Ilustración 20: Peso de las muestras después del secado en horno

Fuente: Creación del autor

Peso volumétrico suelto del agregado fino y grueso.

Para llevar a cabo este ensayo primero se pesó el recipiente a usar, seguidamente se llenó el agregado fino y el grueso, teniendo en consideración que la descarga de la muestra no exceda los 5 cm desde el borde superior del recipiente, luego se enraso con una varilla y se anotó el peso del recipiente y su contenido.



Ilustración 21: Peso de la muestra

Fuente: Creación del autor



Ilustración 22: Enrasado de la muestra

Fuente: Creación del autor

Peso volumétrico varillado del agregado fino y grueso

Para llevar a cabo este ensayo primero se pesó el recipiente a usar, seguidamente se llenó el agregado en un tercio del recipiente teniendo en consideración que la descarga de la muestra no exceda los 5 cm desde el borde superior del recipiente, consecuentemente se compacto la capa de agregado 25 veces, luego se procedió a llenar los dos tercios de recipiente y se compacto 25 veces, tras eso se llenó la capa restante realizando el mismo proceso, luego se enraso con una varilla y se anotó el peso del recipiente y su contenido.



Ilustración 23: Compactación del agregado grueso

Fuente: Creación del autor



Ilustración 24: Compactación del agregado fino

Fuente: Creación del autor

Procedimiento para la aplicación de la cera de carnauba

En esta investigación, se utilizó la cera de carnauba como aditivo, presentada en forma de escamas, al cual se le hicieron unos estudios preliminares como una caracterización física y química, así mismo del estudio realizado se obtuvo que su densidad es 0.968 gr/cm³.



Ilustración 25: Cera de carnauba en escamas

Fuente: [31]

Para el proceso de pulverización de la cera de carnauba, se dividió en bolsas herméticas pequeñas y se realizó un chancado manual con un martillo de goma y una placa circular de acero de 5 cm, así mismo se realizó un tamizado por las mallas N°30, N°50 y N°200, se pasó por estas mallas para separar las muestras más finas de las más gruesas y realizar el chancado.



Ilustración 26: Pulverización de la cera de carnauba

Fuente: Creación del autor

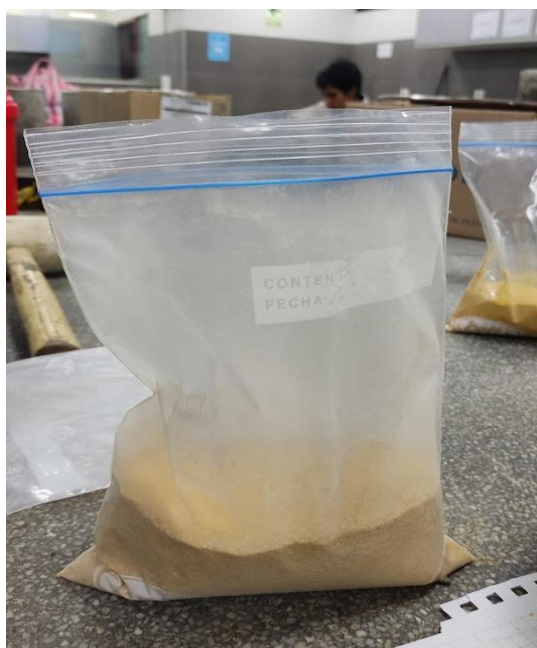


Ilustración 27: Cera de carnauba pulverizada

Fuente: Creación del autor

Se incorporó al concreto todo el material que pasa la malla N°200 y se mezcló detenidamente con el cemento requerido para la mezcla, en dosificaciones del 3%, 5% y 7% respecto al peso del material cementante.



Ilustración 28: Mezclado de la adicción con el cemento para la mezcla

Fuente: Creación del autor

Ensayos de la calidad de concreto

Concreto en estado fresco

Asentamiento:

El método empleado en la prueba de asentamiento siguió las pautas definidas en la normativa NTP 339.035.

Esta normativa nos brinda información sobre el grado de asentamiento del concreto y, de manera indirecta, nos proporciona detalles sobre su grado de trabajabilidad. Para llevar a cabo este ensayo, se sigue un procedimiento que incluye el pre humedecimiento del molde. Luego, el cono Abrams se llena en tres capas, compactando la mezcla 25 veces en cada capa mediante un movimiento helicoidal desde los bordes hacia el centro del cono, usando una barra, cuenta con una punta semiesférica para prevenir la segregación. Después de compactar las capas, se levanta cuidadosamente el cono, evitando cualquier asentamiento brusco o colapso en la mezcla. La medición del asentamiento se realiza desde el centro de la mezcla hasta la altura del molde.



Ilustración 29: compactación de la mezcla

Fuente: Creación del autor



Ilustración 30: Medición del asentamiento de la mezcla

Fuente: Creación del autor

Contenido de aire del concreto por el método de presión

El procedimiento para el ensayo se realizó siguiendo los lineamientos de la norma NTP 339.080.

Humedecemos el equipo y colocamos la mezcla de concreto llenando 1/3 del volumen de la olla, luego compactamos 25 veces con la varilla y golpeamos los lados de la olla 15 veces por cada capa, realizamos el mismo procedimiento 2 veces más hasta llenar la olla, luego enrazamos y limpiamos los bordes.



Ilustración 31: Elaboración de la muestra

Fuente: Creación del autor

Colocamos la tapa sellando la olla con los ganchos y cerramos la válvula de aire y abrimos las válvulas de purga y vertimos agua dentro del grifo y bombeamos hasta que el agua salga por el otro grifo, seguidamente se cierra las válvulas de purga de aire y se bombea el aire dentro de la cámara hasta que la manecilla del manómetro este en la presión inicial, luego de abre la válvula y se toma la lectura del porcentaje.

Tiempo de fraguado del concreto

La metodología utilizada en la evaluación del tiempo de fraguado del concreto siguió las directrices establecidas en la normativa NTP 339.082.

Se realizó el mezclado de concreto al cual se le tamizo usando la malla N°4 y colocando el material pasante en un balde pequeño.



Ilustración 32: Proceso de tamizado de la muestra

Fuente: Creación del autor



Ilustración 33: Penetración al concreto

Fuente: Creación del autor

Dejamos la muestra de concreto que fragüe, extrayendo la exudación del concreto con una jeringa durante unas horas, y luego procedemos a realizar las penetraciones hasta llegar a una resistencia a la penetración de 4000 PSI aproximadamente.

Temperatura del concreto.

El método empleado en la prueba de concreto siguió las pautas definidas en la normativa NTP 339.184.

Ubicar termómetro en el interior del recipiente de concreto fresco, asegurándose de sumergir el equipo a una profundidad de 7.5 cm.



Ilustración 34: Medición de la temperatura de la mezcla

Fuente: Creación del autor

Concreto en estado endurecido

Resistencia al esfuerzo de compresión

El método empleado en el ensayo de compresión siguió las pautas definidas en la normativa NTP 339.034.

Las muestras utilizadas en la ejecución de este ensayo fueron preparadas de acuerdo con las directrices detalladas en la NTP 339.033. Se crearon probetas de dimensiones 20x10 cm, donde primero se le aplicó desmoldante a los moldes plásticos, luego se procedió a llenar las probetas en dos capas de concreto, cada una sometida a 25 compactaciones con la barra y 15 golpes con el martillo de goma por capa, luego se colocaron en agua para su curado durante 7, 14, 28 y 56 días de edad.



Ilustración 35: Aplicación de desmoldante y compactación de la mezcla

Fuente: Creación del autor

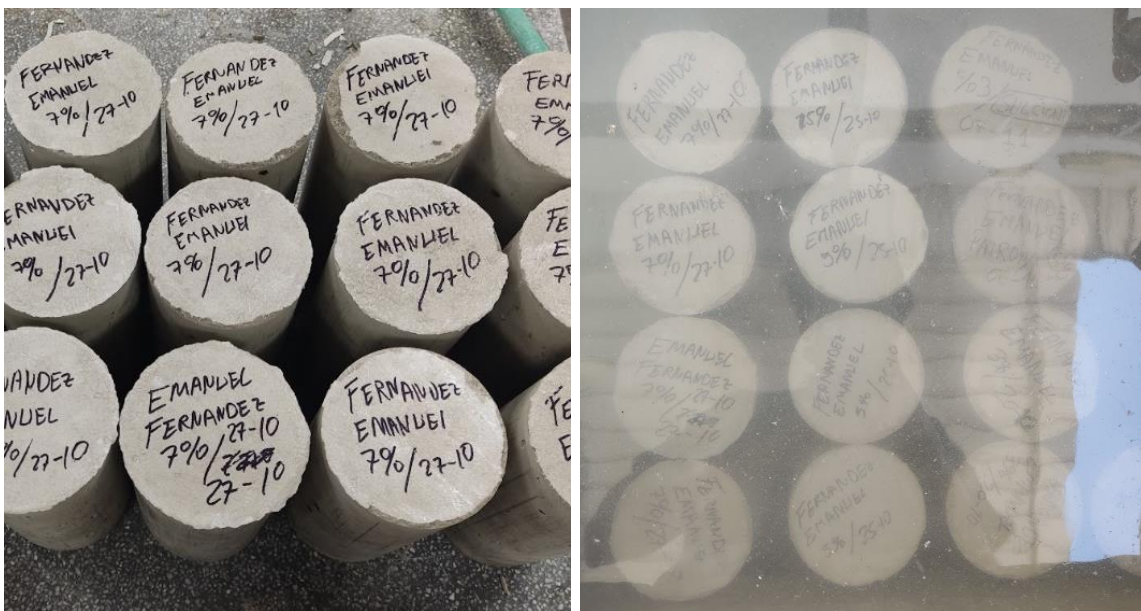


Ilustración 36: Curado de las probetas desmoldadas

Fuente: Creación del autor

Se realizó la rotura de los especímenes siguiendo la NTP 339.034 y según los días de curado especificados en esta investigación.



Ilustración 37: Colocación y rotura de la probeta en la prensa

Fuente: Creación del autor

Resistencia al desgaste o abrasión

El método empleado en el ensayo de abrasión del concreto siguió las pautas definidas en la normativa ASTM C944-12.

Para la realización del ensayo de abrasión necesitamos cortar las probetas de 15x30 cm en discos de 2 pulgadas del centro de cada probeta, pesamos la muestra y luego aplicamos sobre la superficie de la muestra una fuerza de 98 N con una velocidad de 200 r/min durante 3 ciclos de 2 min, recordar que después de cada ciclo se debe pasar la muestra ensayada.



Ilustración 38: Aplicación del taladro de desgaste

Fuente: Creación del autor



Ilustración 39: Desgaste mostrado en las muestras

Fuente: Creación del autor

Permeabilidad – Profundidad de penetración de agua bajo presión

El método empleado en la prueba de permeabilidad mediante la penetración de agua siguió las pautas definidas en la normativa UNE 12390-8.

Para llevar a cabo el ensayo inicialmente debemos pulir la base de la muestra, luego colocaremos la probeta encima de los anillos de goma del equipo a utilizar y fijamos la muestra con los tornillos de la máquina, y se aplica una presión controlada por el manómetro de 72 PSI.



Ilustración 40: Colocación de muestras

Fuente: Creación del autor



Ilustración 41: Rotura y medición de muestras

Fuente: Creación del autor

Para finalizar el ensayo se rompen las muestras en la prensa simulando el ensayo de tracción del concreto, luego se realiza un trazado con un plumón sobre el límite de la penetración de agua en la probeta y midiendo con un vernier cuantos mm penetraron.

Velocidad de absorción de agua

El método empleado en el ensayo de velocidad de absorción de agua siguió las pautas definidas en la normativa NTP 339.232.

Para llevar a cabo esta prueba se cortarán discos de concreto de 2 pulgadas de cada probeta de 10x20 cm del centro, luego colocamos las muestras del desecador con una solución de bromuro de potasio en un horno a 50 °C durante 3 días, luego sellamos las muestras en bolsas herméticas durante 15 días, retiramos las muestras de las bolsas, registramos la masa de la muestra, luego sellamos los laterales de las muestras con silicona y dejamos que seque hasta el día siguiente.



Ilustración 42: Acondicionamiento de la muestra para la velocidad de absorción

Fuente: Creación del autor

Para comenzar con las mediciones pesamos la masa inicial de cada muestra sellada y registramos la medición de 4 diámetros de la superficie de las muestras, luego llenamos un recipiente de agua y colocamos las muestras, donde el nivel del agua este de 1 a 3 mm por encima de la superficie de apoyo de las muestras, luego registramos la masa de cada muestra al

tiempo de 1 min, 5 min, 10 min, 20 min, 30 min, 60 min, 1h. 2h, 3h, 4h, 5h, 6h y luego cada 24 horas hasta llegar al octavo día de la muestra ensayada.



Ilustración 43: Ensayo de velocidad de absorción

Fuente: Creación del autor

Plan de procesamiento y análisis de datos

- I. Recolección de investigaciones:
 - Recopilación de estudios afines al proyecto de investigación a realizar, así como también la revisión de normativas relacionadas a la investigación.
- II. Obtención de los insumos:
 - Se obtiene los insumos necesarios para elaborar las muestras de concreto como: el agregado fino, el agregado grueso, el cemento portland tipo I, la cera de carnauba.
- III. Obtención de la densidad y ensayos de los agregados
 - Se realizará pruebas donde se determinará las propiedades necesarias para la elaboración de concreto para los agregados, tanto como finos y gruesos, además de la pulverización y obtención de la densidad de la cera de carnauba.
- IV. Diseño de mezcla
 - Se realizará el diseño de mezcla según el ACI, donde se obtendrá la dosificación para la elaboración del concreto, tanto para la muestra de control y de las adicciones del 3,5 y 7% de la cera de carnauba.

- V. Ensayos en concreto fresco
- Realizar la evaluación del asentamiento según la NTP 339.035.
 - Realizar el porcentaje de contenido de aire mediante el método de presión según la NTP 339.080.
 - Realizar la prueba para la medición de la temperatura a través de un dispositivo calibrado según la NTP 339.184.
 - Realizar la prueba para determinar del tiempo de fraguado según la NTP 339.082.
- VI. Curado del concreto
- Se realiza el curado de los especímenes de concreto a los 7,14,28 y 56 días para tener una evaluación constante del incremento de la capacidad del concreto para soportar la compresión.
- VII. Ensayos de concreto endurecido
- Realizar el ensayo de resistencia la compresión para cada uno de los especímenes según el porcentaje de adicción teniendo en cuenta los días de curado para evaluar la resistencia, se tendrá en cuenta para la elaboración del ensayo la NTP 339.034.
 - Realizar el ensayo de resistencia a la abrasión para medir el desgaste de la muestra curada a los 28 y 56 días, se utilizará la norma ASTM C 944.
 - Determinar la permeabilidad de la muestra curada a los 28 y 56 días mediante la presión de agua, según la normativa española UNE.
 - Realizar la medición de la velocidad de absorción de agua para una muestra curada a los 28 y 56 días, según la norma NTP 339.232.
- VIII. Análisis y comparación de los resultados
- Se analizará los resultados y la información recopilada de los ensayos tanto de concreto, y consecutivamente se realizará una comparación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto incorporando cera de carnauba y el grupo de control, con lo que se determinara si la hipótesis es verdadera o falsa.

Resultados y discusión

Ensayo de los materiales

Análisis granulométrico del agregado fino

Con la muestra extraída de la cantera “La Victoria”, se realizó el ensayo utilizando un conjunto de tamices que abarcan diversas mallas. Durante este proceso, se determinaron los valores correspondientes al peso retenido, el porcentaje retenido y el porcentaje que pasa a través de los tamices. Esto permitió calcular los porcentajes acumulativos que cumplen con los requisitos establecidos en la normativa. Además, se aseguró que el módulo de fineza se mantenga dentro de los intervalos especificados.

Tabla XIV: Análisis granulométrico del agregado fino

Peso Inicial muestra húmeda:		590.35 g					
Peso Inicial muestra seca:		579.61 g					
Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones: NTP 400.037	
Pulg.	(mm.)						
1/2"	12.70	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.50	0	0.0	0.0	100.0	100	100
Nº 04	4.75	20.9	3.6	3.6	96.4	95	100
Nº 08	2.36	73.9	12.7	16.4	83.6	80	100
Nº 16	1.18	112.45	19.4	35.8	64.2	50	85
Nº 30	0.60	133.84	23.1	58.8	41.2	25	60
Nº 50	0.30	111.65	19.3	78.1	21.9	5	30
Nº 100	0.15	88.4	15.2	93.4	6.6	0	10
Fondo		38.50	6.6	100.0	0.0		
Módulo de Fineza				2.860			
Abertura de malla de referencia (mm)				4.750			

Fuente: Creación del autor

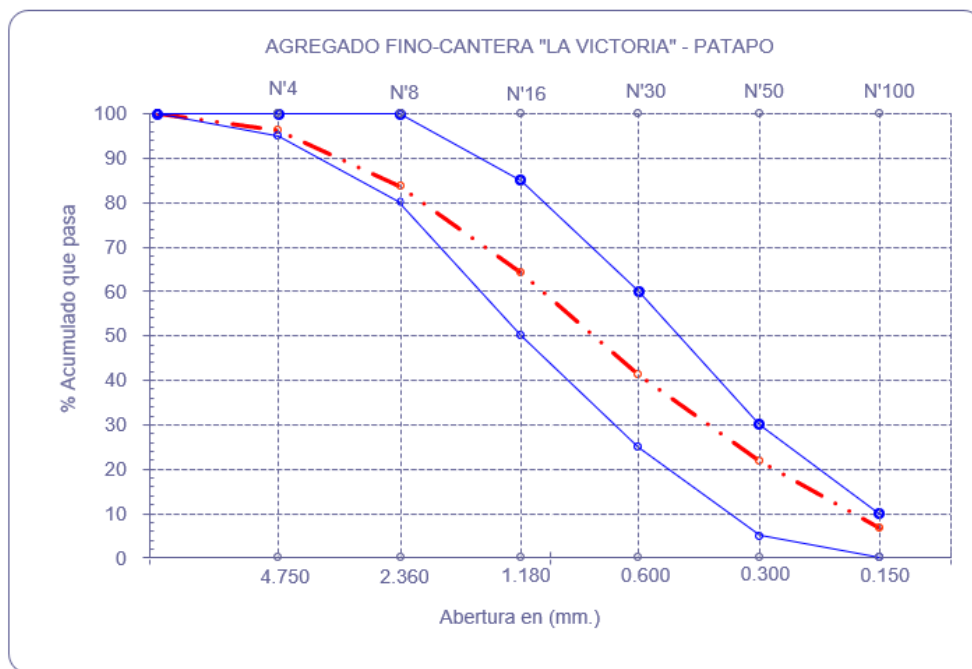


Fig. 2: Curva granulométrica del agregado fino

Fuente: Creación del autor

La arena proveniente de esta cantera satisface los criterios establecidos por la normativa aplicable, específicamente dentro del rango definido en la norma. El módulo de fineza se sitúa en 2.86, manteniéndose en los márgenes establecidos, seleccionándose para el diseño de mezcla.

Análisis granulométrico del agregado grueso

Con la muestra extraída de la cantera "Bomboncito"- Tres Tomas, se realizó el ensayo utilizando tamices que abarcan desde 2 pulgadas hasta la malla N°16. Durante este proceso, se obtuvieron los valores correspondientes al peso retenido, el porcentaje retenido y el porcentaje que pasa a través de los tamices. Esto permitió calcular los porcentajes acumulativos que cumplen con los requisitos definidos en la normativa.

Tabla XV: Análisis granulométrico del agregado grueso

Peso Inicial muestra húmeda:	5521 g
Peso Inicial muestra seca:	5500 g

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones HUSO 6	
Pulg.	(mm.)						
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/4"	19.00	216.2	3.9	3.9	96.1	90.0	100.0
1/2"	12.70	3650.0	66.4	70.3	29.7	20.0	55.0
3/8"	9.52	1211.7	22.0	92.3	7.7	0.0	15.0
Nº 04	4.75	337.5	6.1	98.5	1.5	0.0	5.0
Nº 08	2.36	59.5	1.1	99.5	0.5	0.0	0.0
Nº 16	1.19	9.1	0.2	99.7	0.3	0.0	0.0
Fondo		16.0	0.3	100.0	0.0	0.0	0.0
Tamaño Máximo			1"	25.00			
Tamaño Máximo Nominal			3/4"	19.00			

Fuente: Creación del autor

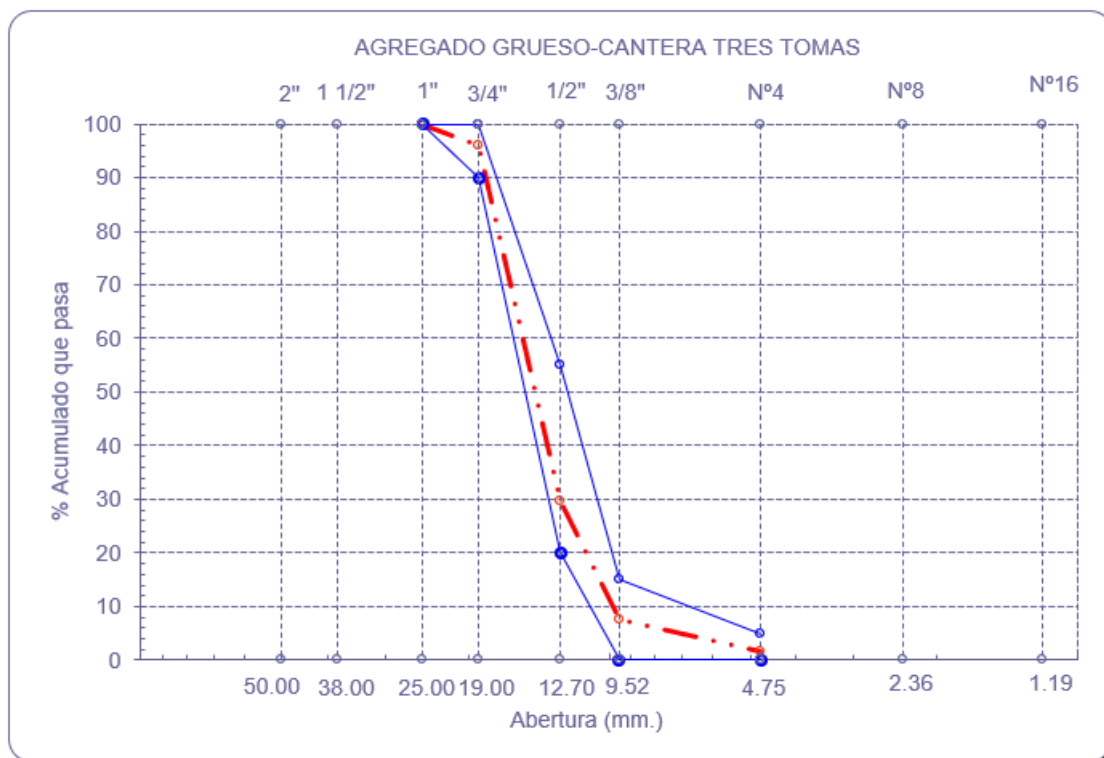


Fig. 3: Curva granulométrica del agregado grueso

Fuente: Creación del autor

El agregado grueso proveniente de esta cantera satisface los criterios establecidos por la normativa aplicable, utilizándose el Huso N°6. Además, seleccionándose para el diseño de mezcla.

Porcentaje de humedad del agregado fino

Tabla XVI: Porcentaje de humedad del agregado fino

Peso de muestra húmeda	(gr.)	500	500
Peso de muestra seca	(gr.)	496.62	496.62
Contenido de humedad	(%)	0.68	0.68
Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.68	

Fuente: Creación del autor

Se calculó la humedad siguiendo los requisitos establecidos por la normativa. Para esto, se utilizó una muestra húmeda que pesaba 500 g. Asimismo, se pesó la muestra en estado seco según NTP 339.185. Teniendo como resultado una de humedad de 0.68% a partir de dos muestras, el cual se empleó para diseñar la mezcla de concreto.

Porcentaje de humedad del agregado grueso

Tabla XVII: Porcentaje de humedad del agregado Grueso

Peso de muestra húmeda	(gr.)	5000	5000
Peso de muestra seca	(gr.)	4981	4981
Contenido de humedad	(%)	0.38	0.38
Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.38	

Fuente: Creación del autor

Se calculó la humedad siguiendo los requisitos establecidos por la normativa. Para esto, se utilizó una muestra húmeda que pesaba 5000 g. Asimismo, se pesó la muestra en estado seco. Teniendo como resultado una humedad de 0.38% a partir de dos muestras, el cual se empleó para diseñar la mezcla de concreto.

Peso específico y grado de absorción del agregado fino

Tabla XVIII: Peso específico y grado de absorción del agregado fino

A. Datos.

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del Agua	(g)	1004.2	1004.2
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	697.65	697.65
3.- Peso del Agua	(g)	306.51	306.51
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	693.76	693.76
5.- Peso del Frasco	(g)	197.65	197.65
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	496	496
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

B. Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.564
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.584
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.617
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.78

Fuente: Creación del autor

El ensayo de peso específico del agregado fino siguió las directrices indicadas en la NTP 400.022 y la norma ASTM C128. Como resultado de este proceso, y como resultado se tiene un peso específico de 2.564 g/cm³ y una absorción de 0.78%, calculado como promedio a partir de dos muestras ensayadas.

Peso específico y grado de absorción del agregado grueso

Tabla XIX: Peso específico y grado de absorción del agregado grueso

A. Datos.

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	1626.2	1706.1
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	1640	1730
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canastilla	(g)	1950	1900
4.- Peso de la canastilla	(g)	880	880
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	1070	1020

B. Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.628
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.657
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.706
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	1.13

Fuente: Creación del autor

El ensayo de peso específico del agregado grueso siguió las directrices indicadas en la norma peruana y la norma ASTM C127. Como resultado de este proceso, y como resultado se tiene un peso específico de 2.628 g/cm³ y una absorción de 1.13%, calculado como promedio a partir de dos muestras ensayadas.

Peso unitario del agregado fino

Tabla XX: Peso unitario del agregado fino

1.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	18450	18460
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10050	10050
3.- Peso del material	(gr.)	8400	8410
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1533	1535
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1534	

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	19810	19820
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10050	10050
3.- Peso del material	(gr.)	9760	9770
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1781	1783
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1782	

Fuente: Creación del autor

Se calculó el peso unitario, tanto en estado suelto como compactado, de la arena siguiendo las directrices normativas. El propósito de esta evaluación fue determinar la densidad de masa del área en sus estados suelto y compactado, expresados en kilogramos por metro cúbico (kg/m³). Esto incluyó la consideración de los volúmenes ocupados por las partículas y los espacios vacíos. Los resultados arrojaron un peso unitario suelto seco de 1534 kg/m³ y un peso unitario compactado seco de 1782 kg/m³. Los cuales fueron empleados para diseñar la mezcla de concreto.

Peso unitario del agregado grueso

Tabla XXI: Peso unitario del agregado grueso

1.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	17730	17730
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10050	10050
3.- Peso del material	(gr.)	7680	7680
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1401	1401
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1401	

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	18540	18550
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10050	10050
3.- Peso del material	(gr.)	8490	8500
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1549	1551
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1550	

Fuente: Creación del autor

Se calculó el peso unitario, tanto en estado suelto como compactado, de la piedra siguiendo las directrices detalladas en la norma. El propósito de esta evaluación fue determinar la densidad de masa de la piedra en sus estados suelto y compactado, expresados en kilogramos por metro cúbico (kg/m³). Esto incluyó la consideración de los volúmenes ocupados por las partículas y los espacios vacíos. Los resultados arrojaron un peso unitario suelto seco de 1401 kg/m³ y un peso unitario compactado seco de 1550 kg/m³. Los cuales fueron empleados para diseñar la mezcla de concreto.

Ensayo físico-químico a la cera de carnauba

La cera de carnauba es un espécimen de cera natural que se extrae de las hojas de la palmera de carnauba, nativa de zonas semiáridas como el noreste de Brasil en estados como Piauí y Ceará. Donde se le realizó ensayos físicos – químicos a dicha cera de carnauba, por lo que se

pudo determinar su composición, color, olor, densidad, punto de fusión y entre otras características.

Tabla XXII: Características de la cera de carnauba

Composición	Ésteres de ácidos grasos	80 a 85 %
	Alcoholes grasos	10 a 15 %
	Ácidos	3 a 6 %
	Hidrocarburos	1 a 3 %
	Dioles esterificados grasos	20 %
	Ácidos grasos hidroxilados	6 %
	Ácido Cinámico	10 %
Color:	Amarillo naranja	
Olor:	Característico	
Aspecto:	Escamas	
PH:	N.D	
Densidad: gr/cm ³ (80 °C a 86 °C)	0.968	
Punto de inflamación	> 299 °C	
Material volátil	0.47	
Punto de fusión	82.5 °C	
Presión de vapor	N.D	
Solubilidad	Insoluble	
Índice de acidez (mg KOH/g)	6	
Índice de saponificación	42	
Índice de esteres	83	
Viscosidad	N.D	
Peso específico	0.968	

Fuente: Creación del autor

Se ha determinado la composición de la cera de carnauba, revelando que entre el 80% y el 85% está constituida por ésteres de ácidos grasos. Además, se observa que aproximadamente el 10% al 15% se compone de alcoholes grasos, mientras que solo un 3% a un 6% corresponde a ácidos. Por otro lado, se ha identificado que el 1% al 3% de la cera está compuesto por hidrocarburos.

La cera de carnauba se presenta en una forma escamosa de color amarillo-naranja. Su punto de inflamación se sitúa por encima de los 299 °C, lo cual indica que tiene una considerable estabilidad térmica, mientras que su punto de fusión es notablemente alto, alcanzando los 82.5 °C. Este atributo implica que la cera conserva su forma y propiedades a temperaturas ambiente; no obstante, a temperaturas más elevadas, comienza a derretir en una forma viscosa, es decir, empieza a experimentar el proceso de fusión.

Su insolubilidad le da una característica resistencia al agua, así mismo también se determinó que su densidad fue de 0.968 gr/cm³, es decir tiene una densidad menor que el agua.

Diseño de mezcla del concreto

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO USANDO EL METODO DEL ACI 211

I) Datos de agregados

	A.grueso	A.fino	
01.- Tamaño máximo nominal	3/4"	-----	pulg.
02.- Peso Unitario suelto seco	1401.45	1533.74	kg/cm ³
03.- Peso Unitario compactado seco	1550.17	-----	kg/cm ³
04.- Peso específico de masa seco	2628	2564.01	kg/cm ³
05.- Contenido de humedad	0.38	0.68	%
06.- Contenido de absorción	1.13	0.78	%
07.- Módulo de fineza (adimensional)	-----	2.860	

II) Datos de mezcla

08.- Resistencia a la compresión F'c	210	kg/cm ²
09.- Resistencia requerida a la compresión F'cr	295	kg/cm ²
10.- Asentamiento	3-4	pulg
11.- Contenido de aire atrapado	2	%
12.- Agua de mezclado	205	Lts
13.- Peso específico del cemento	3150	kg/cm ³

II) Relación a/mc= 0.555

Por resistencia a/mc= 0.555

F'cr= 295 kg/cm²

Por durabilidad a/mc = NO APLICA, NO SE CUMPLEN LAS
CONDICIONES

III) Contenido de cemento

Cemento= 369.37 Kg  8.69 Bol/m³ concreto

IV) CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO

b/bo= 0.614 m³

Peso agregado grueso seco suelto= 951.75 kg/m³ concreto

V) VOLUMENES ABSOLUTOS (Condiciones secas)

Cemento:	369.369	kg/m ³ concreto	0.117	m ³ cem/ m ³ concreto
Agua:	205.000	kg/m ³ concreto	0.205	m ³ agua/ m ³ concreto
Aire:	2.000	%	0.020	m ³ aire/ m ³ concreto
A. Grueso:	951.747	kg/m ³ concreto	0.362	m ³ AG/ m ³ concreto
A. Fino:	757.781	kg/m ³ concreto	0.296	m ³ AF/ m ³ concreto

VI) CORRECIÓN POR HUMEDAD DE AGREGADOS

PH A.G:	955.364	kg/m ³	Aporte de humedad	
PH A.F:	762.934	kg/m ³	AP A.G:	-7.174 Lts
			AP A.F:	-0.789 Lts
				-7.963 Lts
			A.ef:	212.963 Lts

VII) CONDICIONES HUMEDAS

			Materiales por tanda		
Cemento:	369.369	kg/m ³ concreto	Cemento:	42.500	kg/bols
Agua:	212.963	kg/m ³ concreto	Agua:	24.504	Lts/bols
A Fino:	762.934	kg/m ³ concreto	A Fino:	87.784	kg/bols
A Grueso:	955.364	kg/m ³ concreto	A Grueso:	109.925	kg/bols

VIII) DOSIFICACIÓN EN PESO

Cemento	AF	AG	Agua	
1.00	2.07	2.59	24.50	Lts/bls

IX) DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN

Cemento	AF	AG	Agua	
1.00	2.01	2.76	24.50	Lts/bls

X) AJUSTE DE PROPORCIONES

Slump obtenido=0"
Slump obtenido=4"  20lts x 4"

a) Nueva agua:

Agua: 225 Lts

b) Nuevo cemento

R a/mc: 0.555

Cemento: 405.41 kg  9.54 Bol/m³ concreto

c) Volumen absolutos corregidos (condiciones secas)

Cemento:	405.41	kg/m ³	→	0.129	m ³
Agua:	225.00	Lts/m ³		0.225	m ³
Aire:	2.00			0.020	m ³
A Fino:	721.56	kg/m ³		0.281	m ³
A Grueso:	906.25	kg/m ³		0.345	m ³

d) Correccion por humedad

			Aporte de humedad	
PH A.G:	909.70	kg/m ³	AP A.G:	-6.83 Lts
PH A.F:	726.47	kg/m ³	AP A.F:	-0.75 Lts
				<hr/>
				-7.58 Lts
			A.ef=	232.58 Lts

e) Condiciones humedas

			Materiales por tanda	
Cemento:	405.41	kg/m ³ concreto	Cemento:	42.50 kg/bls
Agua:	232.58	kg/m ³ concreto	Agua:	24.38 Lts/bls
A Fino:	726.47	kg/m ³ concreto	A Fino:	76.16 kg/bls
A Grueso:	909.70	kg/m ³ concreto	A Grueso:	95.37 kg/bls

f) Dosificación en peso

Cemento	A.F	A.G	Agua	
1.00	1.79	2.24	24.38	Lts/bls

g) Dosificación en volumen

Cemento	AF	AG	Agua	
1.00	1.74	2.39	24.38	Lts/bls

h) Dosificación en peso y volumen con una con una adicción de 3% de cera de carnauba

Peso		Agua			C.C
Cemento	A.F	A.G	(Lts/bls)	(Kg/bls)	
1.00	1.79	2.24	24.38	1.32	
Volumen		Agua			C.C
Cemento	A.F	A.G	(Lts/bls)	(Kg/bls)	
1.00	1.74	2.39	24.38	1.32	

i) Dosificación en peso y volumen con una con una adicción de 5% de cera de carnauba

<u>Peso</u>			Agua	C.C
Cemento	A.F	A.G	(Lts/bls)	(Kg/bls)
1.00	1.79	2.24	24.38	2.20
<u>Volumen</u>			Agua	C.C
Cemento	A.F	A.G	(Lts/bls)	(Kg/bls)
1.00	1.74	2.39	24.38	2.20

j) Dosificación en peso y volumen con una con una adicción de 7% de cera de carnauba

<u>Peso</u>			Agua	C.C
Cemento	A.F	A.G	(Lts/bls)	(Kg/bls)
1.00	1.79	2.24	24.38	3.07
<u>Volumen</u>			Agua	C.C
Cemento	A.F	A.G	(Lts/bls)	(Kg/bls)
1.00	1.74	2.39	24.38	3.07

Ensayos de la calidad del concreto

Concreto en estado fresco

Asentamiento

Se consiguió el resultado del grado el asentamiento de la mezcla con distintos porcentajes de adición de cera de Carnauba (3%, 5% y 7%), y se observó una correlación entre la cantidad de cera de carnauba y un aumento del slump, así mismo, se puede observar que se obtuvo con el diseño patrón 3.6 pulg de asentamiento, mientras que con una adicción del 5% de cera de carnauba se alcanzó un asentamiento de 4 pulg.

Tabla XXIII: Asentamiento del concreto fresco

DOSIFICACIÓN	SLUMP (Pulg)
DISEÑO PATRÓN	3.6
DISEÑO PATRÓN+ 3% C.C	3.8
DISEÑO PATRÓN + 5% C.C	4
DISEÑO PATRÓN + 7% C.C	4.2

Fuente: Creación del autor

Contenido de aire del concreto

Tabla XXIV: Contenido de aire del concreto fresco

DOSIFICACIÓN	CONTENIDO DE AIRE	CONTENIDO DE AIRE IN SITU
DISEÑO PATRÓN	2%	1.8%
DISEÑO PATRÓN+ 3% C.C	2%	0.6%
DISEÑO PATRÓN + 5% C.C	2%	0.5%
DISEÑO PATRÓN + 7% C.C	2%	0.4%

Fuente: Creación del autor

Los datos obtenidos de la prueba del contenido de aire se pueden observar que se obtuvo con el diseño patrón 1.8 % de contenido de aire atrapado siendo diseñado con un contenido de aire teórico de 2%, así mismo, se apreció que al agregar cera de carnauba en distintos porcentajes el contenido de aire atrapado va disminuyendo.

Tiempo de fraguado del concreto

DOSIFICACION: DISEÑO DE CONTROL

Tiempo de iniciación de prueba: 11:20:00 a.m.

Tabla XXV: Tiempo de fraguado diseño patrón

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido		Diámetro (Pulg)	Área (mm ²)	Área (Pulg ²)	Fuerza (Libras)	Resistencia a la penetración (PSI)
	Horas	Minutos					
15:30	04:10	250	1 1/8	645	1	301.702	302
15:40	04:20	260	4/7	161	1/4	81.350	326
15:45	04:25	265	1/3	65	1/10	37.699	374
15:55	04:35	275	1/3	65	1/10	62.832	624
16:10	04:50	290	1/3	65	1/10	86.201	856
16:25	05:05	305	1/3	65	1/10	116.404	1155
16:30	05:10	310	1/4	32	1/20	61.399	1238
16:40	05:20	320	1/4	32	1/20	105.491	2127
16:50	05:30	330	1/4	32	1/20	129.081	2602
17:10	05:50	350	1/4	32	1/20	284.065	5727
17:15	05:55	355	1/6	16	1/40	161.929	6529

Fuente: Creación del autor

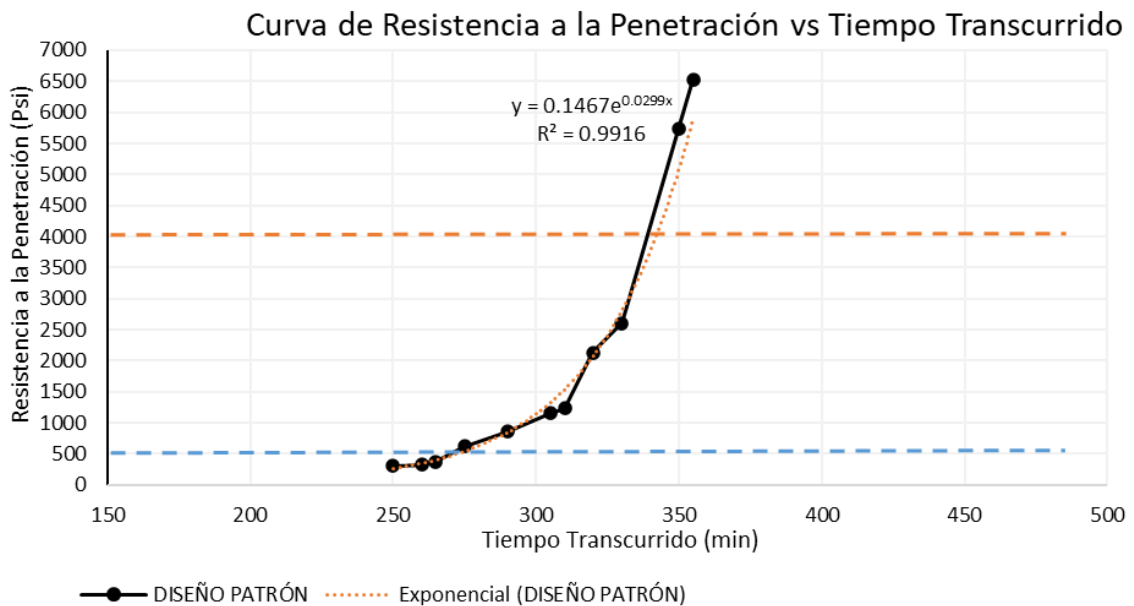


Fig. 4: Curva de resistencia a la penetración del concreto patrón

Fuente: Creación del autor

Tiempo Fraguado Inicial 500 PSI: 04:32 Horas
 Tiempo Fraguado Final 4000 PSI: 05:41 Horas

DOSIFICACION: DISEÑO PATRÓN + 3% Cera de carnauba

Tiempo de iniciación de prueba: 11:20:00 a.m.

Tabla XXVI: Tiempo de fraguado diseño patrón +3% cera de carnauba

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido		Diámetro (Pulg)	Área (mm ²)	Área (Pulg ²)	Fuerza (Libras)	Resistencia a la penetración (PSI)
	Horas	Minutos					
15:00	03:40	220	1 1/8	645	1	56.218	56
15:30	04:10	250	4/7	161	1/4	48.391	194
16:00	04:40	280	1/3	65	1/10	57.651	572
16:20	05:00	300	1/3	65	1/10	80.579	800
16:35	05:15	315	1/3	65	1/10	113.648	1128
16:50	05:30	330	1/4	32	1/20	79.917	1611
17:05	05:45	345	1/4	32	1/20	109.900	2216
17:25	06:05	365	1/6	16	1/40	85.539	3449
17:50	06:30	390	1/6	16	1/40	125.663	5067

Fuente: Creación del autor

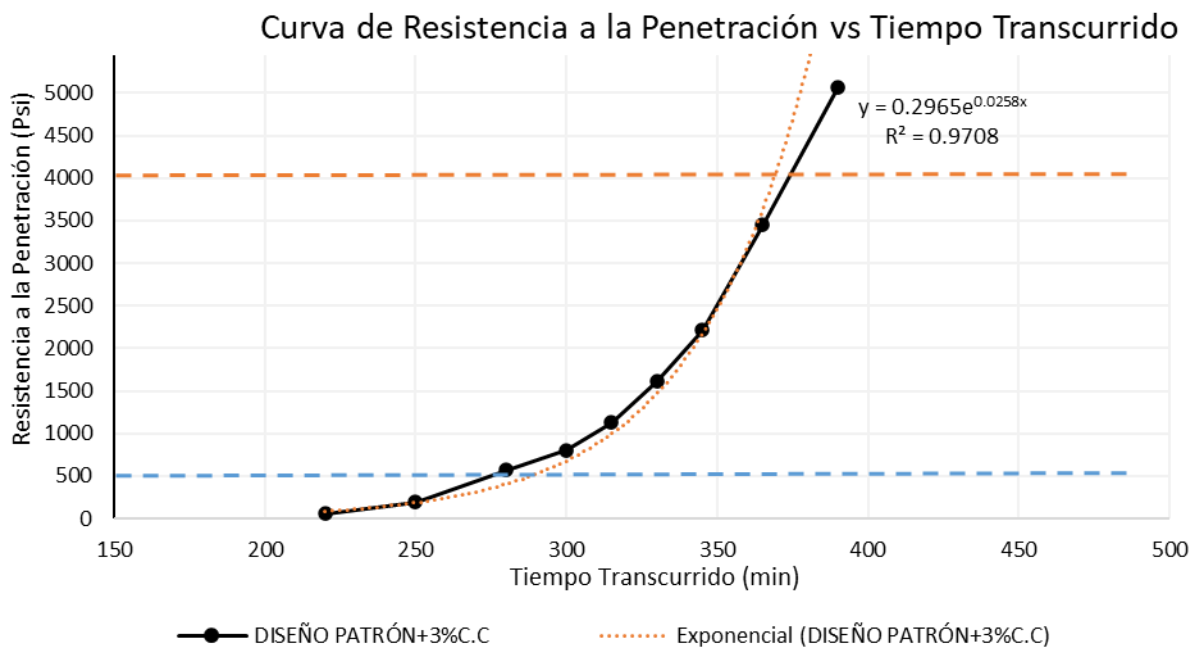


Fig. 5: Curva de resistencia a la penetración del concreto patrón + 3% de cera de carnauba

Fuente: Creación del autor

Tiempo Fraguado Inicial 500 PSI: 04:47 Horas
 Tiempo Fraguado Final 4000 PSI: 06:08 Horas

DOSIFICACION: DISEÑO PATRÓN + 5% Cera de carnauba

Tiempo de iniciación de prueba: 10:40:00 a.m.

Tabla XXVII: Tiempo de fraguado diseño patrón +5% cera de carnauba

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido		Diámetro (Pulg)	Área (mm ²)	Área (Pulg ²)	Fuerza (Libras)	Resistencia a la penetración (PSI)
	Horas	Minutos					
14:40	04:00	240	1 1/8	645	1	144.182	144
14:50	04:10	250	4/7	161	1/4	45.636	183
15:05	04:25	265	4/7	161	1/4	72.201	289
15:20	04:40	280	1/3	65	1/10	46.187	458
15:35	04:55	295	1/3	65	1/10	70.768	702
15:55	05:15	315	1/3	65	1/10	100.531	998
16:15	05:35	335	1/3	65	1/10	156.418	1553
16:35	05:55	355	1/3	65	1/10	205.581	2041
16:55	06:15	375	1/4	32	1/20	139.508	2813
17:25	06:45	405	1/4	32	1/20	236.115	4760

Fuente: Creación del autor

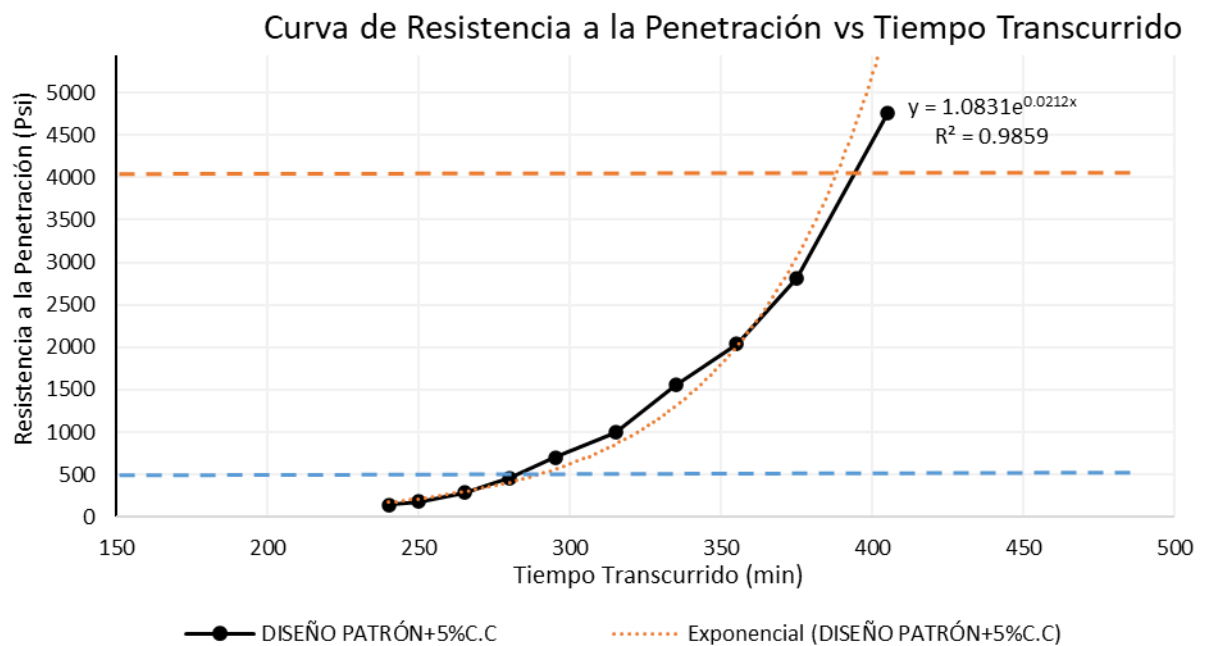


Fig. 6: Curva de resistencia a la penetración del concreto patrón + 5% de cera de carnauba

Fuente: Creación del autor

Tiempo Fraguado Inicial 500 PSI:

04:49

Horas

Tiempo Fraguado Final 4000 PSI:

06:27

Horas

DOSIFICACION: DISEÑO PATRÓN + 7% Cera de carnauba

Tiempo de iniciación de prueba: 12:20:00 a.m.

Tabla XXVIII: Tiempo de fraguado diseño patrón +7% cera de carnauba

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido		Diámetro (Pulg)	Área (mm ²)	Área (Pulg ²)	Fuerza (Libras)	Resistencia a la penetración (PSI)
	Horas	Minutos					
16:15	03:55	235	1 1/8	645	1	136.356	136
16:30	04:10	250	4/7	161	1/4	64.706	259
16:50	04:30	270	4/7	161	1/4	72.973	292
17:05	04:45	285	4/7	161	1/4	118.168	474
17:15	04:55	295	1/3	65	1/10	62.236	618
17:40	05:20	320	1/3	65	1/10	95.350	946
18:00	05:40	340	1/3	65	1/10	126.655	1257
18:20	06:00	360	1/3	65	1/10	191.802	1904
18:55	06:35	395	1/4	32	1/20	156.197	3149
19:25	07:05	425	1/4	32	1/20	226.525	4567

Fuente: Creación del autor

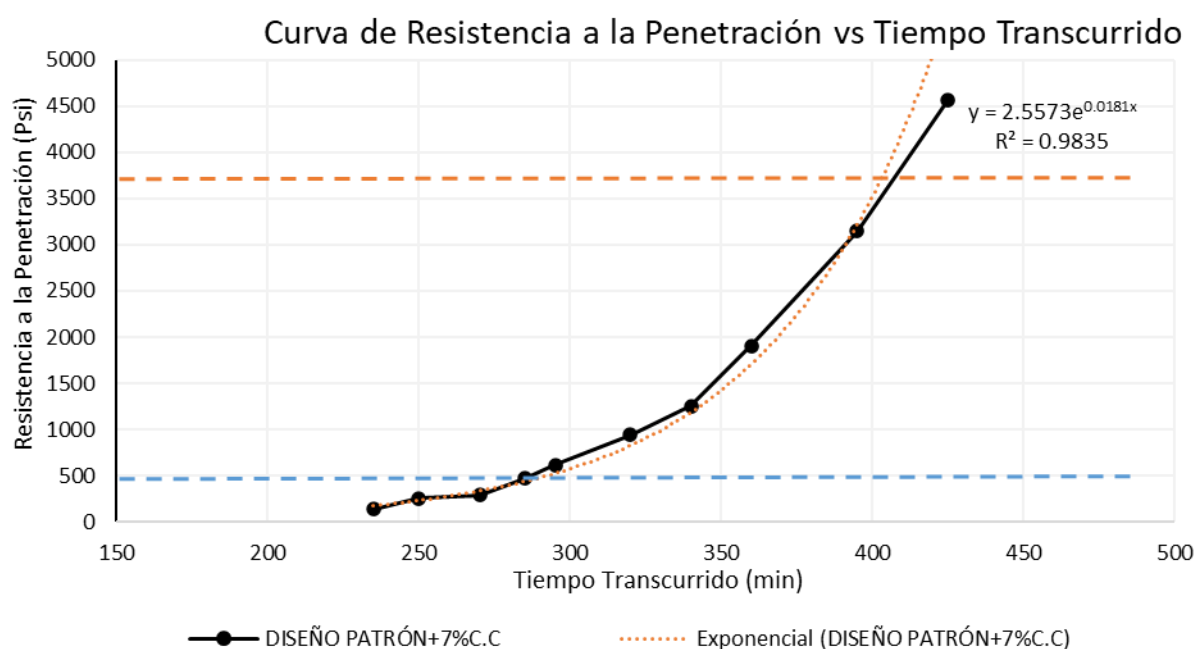


Fig. 7: Curva de resistencia a la penetración del concreto patrón + 7% de cera de carnauba

Fuente: Creación del autor

Tiempo Fraguado Inicial 500 PSI:

04:51

Horas

Tiempo Fraguado Final 4000 PSI:

06:46

Horas

Resumen de los resultados obtenidos de las diversas muestras:

Tabla XXIX: Resumen de tiempo de fraguado

DOSIFICACIÓN	Tiempo Fraguado Inicial 500 PSI (Horas)	Tiempo Fraguado Final 4000 PSI (Horas)
DISEÑO PATRÓN	04:32	05:41
DISEÑO PATRÓN+ 3% C.C	04:47	06:08
DISEÑO PATRÓN + 5% C.C	04:49	06:27
DISEÑO PATRÓN + 7% C.C	04:51	06:46

Fuente: Creación del autor

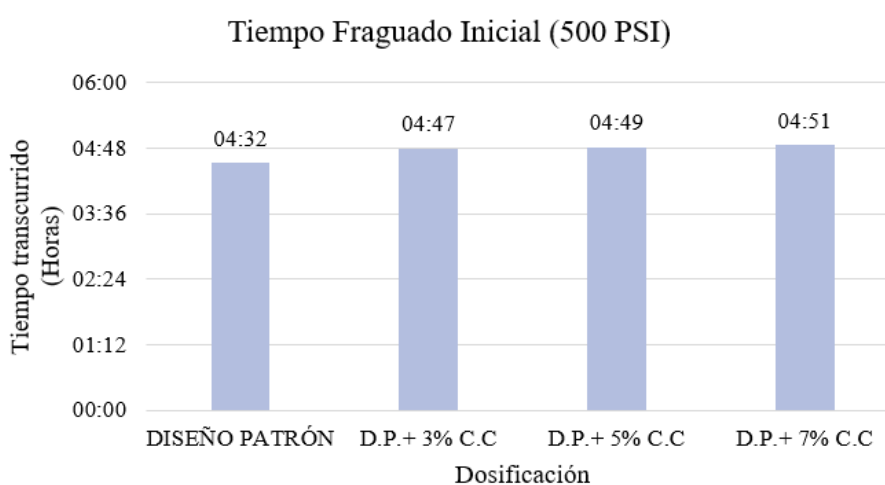


Fig. 8: Resultados de tiempo de fraguado inicial

Fuente: Creación del autor

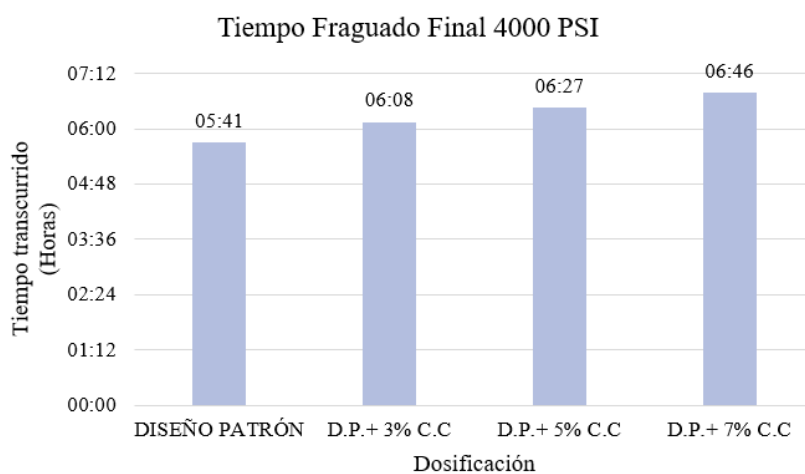


Fig. 9: Resultados de tiempo de fraguado final

Fuente: Creación del autor

Temperatura del concreto

Se procedió a llenar las probetas y a registrar la temperatura de las muestras correspondientes a cada diseño. La temperatura se registró dentro de los primeros 5 minutos después de obtener la muestra.

Tabla XXX: Temperatura del concreto

DOSIFICACIÓN	Temperatura °C
DISEÑO PATRÓN	26.1
DISEÑO PATRÓN+ 3% C.C	25.8
DISEÑO PATRÓN + 5% C.C	25.7
DISEÑO PATRÓN + 7% C.C	25.6

Fuente: Creación del autor

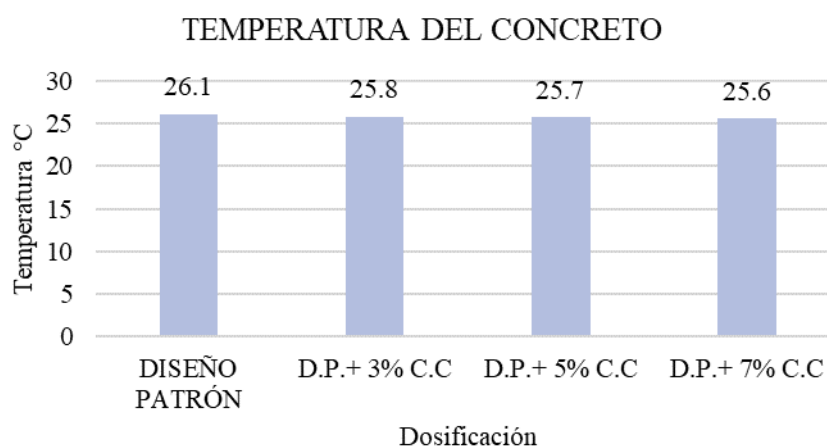


Fig. 10: Variación de temperatura de la mezcla

Fuente: Creación del autor

Se observó que el diseño patrón tuvo una temperatura de 26.1 °C, sin embargo, en la medida que se le iba añadiendo mayor porcentaje de cera de carnauba la temperatura iba disminuyendo hasta 25.6 °C con una adición de 7% de cera de carnauba.

Concreto en estado endurecido

Resistencia al esfuerzo de compresión

Tabla XXXI: Registro de resistencia a la compresión de los especímenes

DISEÑO	FECHA DE LLENADO	FECHA DE ROTURA	PROBETA A ENSAYAR	D	ÁREA	CARGA	F'C	%	PROMEDIO	
				ø	cm ²	Kgf	kg/cm ²		kg/cm ²	%
DISEÑO PATRÓN	09/10/2023	16/10/2023	7 días	10	78.54	21920.3	279.10	133	279.66	133
	09/10/2023	16/10/2023	7 días	10	78.54	21974.5	279.79	133		
	09/10/2023	16/10/2023	7 días	10	78.54	21998.3	280.09	133		
	09/10/2023	23/10/2023	14 días	10	78.54	22931.9	291.98	139	288.62	137
	09/10/2023	23/10/2023	14 días	10	78.54	22407.9	285.31	136		
	09/10/2023	23/10/2023	14 días	10	78.54	22664.2	288.57	137		
	09/10/2023	06/11/2023	28 días	10	78.54	26294.0	334.79	159	332.68	158
	09/10/2023	06/11/2023	28 días	10	78.54	26602.3	338.71	161		
	09/10/2023	06/11/2023	28 días	10	78.54	25488.9	324.53	155		
	09/10/2023	04/12/2023	56 días	10	78.54	29163.2	371.32	177	374.18	178
09/10/2023	04/12/2023	56 días	10	78.54	29304.1	373.11	178			
09/10/2023	04/12/2023	56 días	10	78.54	29696.2	378.10	180			
DISEÑO PATRÓN + 3% C.C	10/10/2023	17/10/2023	7 días	10	78.54	21480.2	273.49	130	275.35	131
	10/10/2023	17/10/2023	7 días	10	78.54	21888.8	278.70	133		
	10/10/2023	17/10/2023	7 días	10	78.54	21507.9	273.85	130		
	10/10/2023	24/10/2023	14 días	10	78.54	22480.3	286.23	136	283.44	135
	10/10/2023	24/10/2023	14 días	10	78.54	22010.0	280.24	133		
	10/10/2023	24/10/2023	14 días	10	78.54	22292.5	283.84	135		
	10/10/2023	07/11/2023	28 días	10	78.54	26483.3	337.20	161	336.44	160
	10/10/2023	07/11/2023	28 días	10	78.54	26025.0	331.36	158		
	10/10/2023	07/11/2023	28 días	10	78.54	26764.5	340.78	162		
	10/10/2023	05/12/2023	56 días	10	78.54	30578.5	389.34	185	384.26	183
10/10/2023	05/12/2023	56 días	10	78.54	29871.3	380.33	181			
10/10/2023	05/12/2023	56 días	10	78.54	30090.3	383.12	182			
DISEÑO PATRÓN + 5% C.C	12/10/2023	19/10/2023	7 días	10	78.54	20875.9	265.80	127	269.36	128
	12/10/2023	19/10/2023	7 días	10	78.54	21816.0	277.77	132		
	12/10/2023	19/10/2023	7 días	10	78.54	20775.6	264.52	126		
	12/10/2023	26/10/2023	14 días	10	78.54	21468.5	273.35	130	278.69	133
	12/10/2023	26/10/2023	14 días	10	78.54	21919.5	279.09	133		
	12/10/2023	26/10/2023	14 días	10	78.54	22277.2	283.64	135		
	12/10/2023	09/11/2023	28 días	10	78.54	24529.0	312.31	149	309.55	147
	12/10/2023	09/11/2023	28 días	10	78.54	24120.6	307.11	146		
	12/10/2023	09/11/2023	28 días	10	78.54	24286.3	309.22	147		
	12/10/2023	07/12/2023	56 días	10	78.54	27291.8	347.49	165	346.23	165
12/10/2023	07/12/2023	56 días	10	78.54	27158.3	345.79	165			
12/10/2023	07/12/2023	56 días	10	78.54	27129.4	345.42	164			
DISEÑO PATRÓN + 7% C.C	13/10/2023	20/10/2023	7 días	10	78.54	19840.2	252.61	120	255.13	121
	13/10/2023	20/10/2023	7 días	10	78.54	20131.2	256.32	122		
	13/10/2023	20/10/2023	7 días	10	78.54	20143.2	256.47	122		
	13/10/2023	27/10/2023	14 días	10	78.54	20554.1	261.70	125	265.19	126
	13/10/2023	27/10/2023	14 días	10	78.54	20556.9	261.74	125		
	13/10/2023	27/10/2023	14 días	10	78.54	21372.5	272.12	130		
	13/10/2023	10/11/2023	28 días	10	78.54	22254.1	283.35	135	296.13	141
	13/10/2023	10/11/2023	28 días	10	78.54	23963.9	305.12	145		
	13/10/2023	10/11/2023	28 días	10	78.54	23555.4	299.92	143		
	13/10/2023	08/12/2023	56 días	10	78.54	26735.9	340.41	162	340.70	162
13/10/2023	08/12/2023	56 días	10	78.54	26955.7	343.21	163			
13/10/2023	08/12/2023	56 días	10	78.54	26585.1	338.49	161			

Fuente: Creación del autor.

La evaluación de la resistencia a las cargas de compresión del concreto se realizó en intervalos de 7, 14, 28 y 56 días para cada uno de los diseños, considerando diferentes porcentajes de adición de cera de carnauba (3%, 5% y el 7%).

Resistencia al esfuerzo de compresión tras 7 días de curado:

Tabla XXXII: Resistencia al esfuerzo de compresión tras 7 días de curado

DISEÑO	F'c(kg/cm ²)	F'c DE DISEÑO (%)
DISEÑO PATRÓN	279.66	133.17
DISEÑO PATRÓN + 3% C.C	275.35	131.12
DISEÑO PATRÓN + 5% C.C	269.36	128.27
DISEÑO PATRÓN + 7% C.C	255.13	121.49

Fuente: Creación del autor

Después de 7 días de curado, los especímenes lograron una resistencia al esfuerzo de compresión de 279.66 kg/cm², el cual fue seguida por la dosificación con una adición del 3%, obteniendo una resistencia de 275.35 kg/cm².

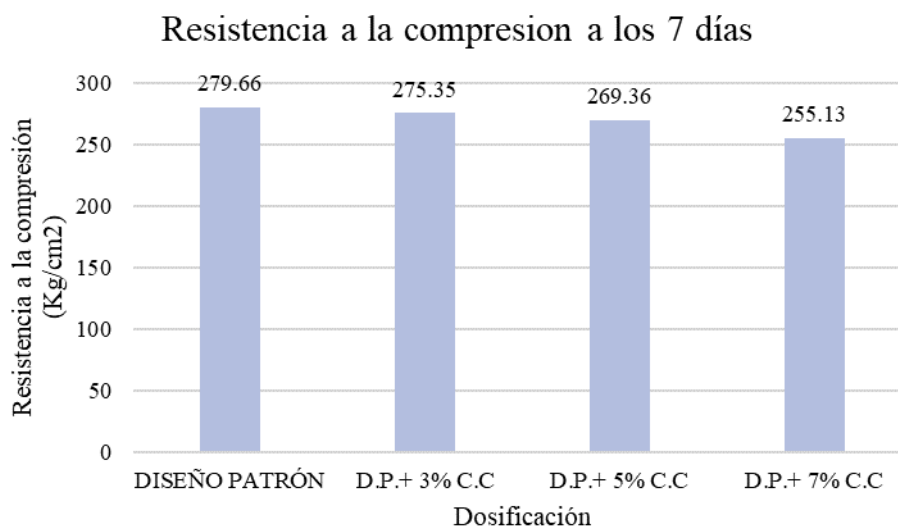


Fig. 11: Variación de la resistencia al esfuerzo de compresión tras 7 días de curado

Fuente: Creación del autor

Resistencia al esfuerzo de compresión tras 14 días de curado:

Tabla XXXIII: Resistencia al esfuerzo de compresión tras 14 días de curado

DISEÑO	F'c(kg/cm ²)	F'c DE DISEÑO (%)
DISEÑO PATRÓN	288.62	137.44
DISEÑO PATRÓN + 3% C.C	283.44	134.97
DISEÑO PATRÓN + 5% C.C	278.69	132.71
DISEÑO PATRÓN + 7% C.C	265.19	126.28

Fuente: Creación del autor

Después de 14 días, el diseño de control alcanzó una resistencia de 288.62 kg/cm², seguido por la dosificación con aditivo del 3%, el cual alcanzó una resistencia al esfuerzo de compresión de 283.44 kg/cm².

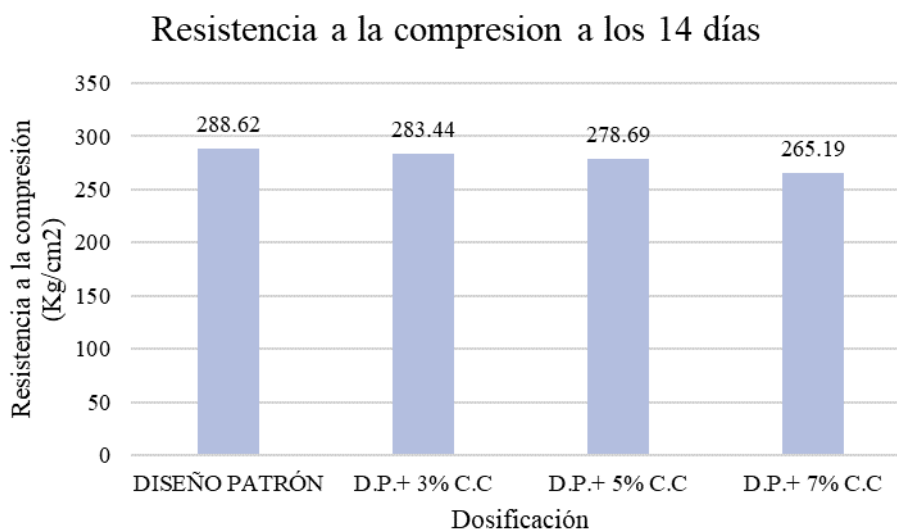


Fig. 12: Variación de la resistencia al esfuerzo de compresión tras 14 días de curado

Fuente: Creación del autor

Resistencia a la compresión tras 28 días de curado:

Tabla XXXIV: Resistencia a la compresión tras 28 días de curado

DISEÑO	F'c(kg/cm ²)	F'c DE DISEÑO (%)
DISEÑO PATRÓN	332.68	158.42
DISEÑO PATRÓN + 3% C.C	336.44	160.21
DISEÑO PATRÓN + 5% C.C	309.55	147.40
DISEÑO PATRÓN + 7% C.C	296.13	141.01

Fuente: Creación del autor

Después de 28 días, los especímenes de control alcanzaron una resistencia al esfuerzo de compresión de 332.68 kg/cm², el cual está por debajo de la dosificación con aditivo del 3%, que alcanzó una resistencia al esfuerzo de compresión de 336.44 kg/cm².

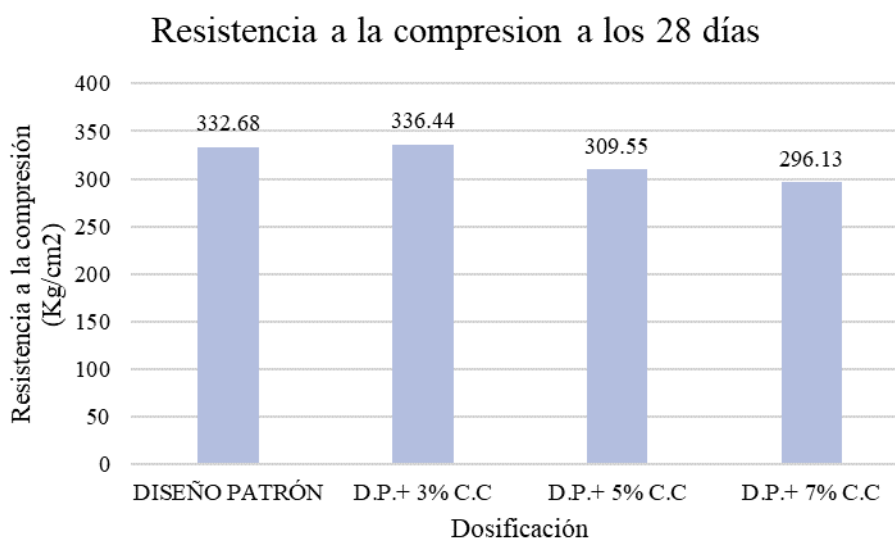


Fig. 13: Variación de la resistencia al esfuerzo de compresión tras 28 días de curado

Fuente: Creación del autor

Resistencia a la compresión tras 56 días de curado:

Tabla XXXV: Resistencia a la compresión tras 56 días de curado los especímenes

DISEÑO	F'c(kg/cm ²)	F'c DE DISEÑO (%)
DISEÑO PATRÓN	374.18	178.18
DISEÑO PATRÓN + 3% C.C	384.26	182.98
DISEÑO PATRÓN + 5% C.C	346.23	164.87
DISEÑO PATRÓN + 7% C.C	340.70	162.24

Fuente: Creación del autor

Después de 56 días, el concreto estándar con aditivo del 3% adquirió una resistencia al esfuerzo compresión de 384.26 kg/cm², seguida por el diseño estándar, que registró una resistencia menor de 374.18 kg/cm².

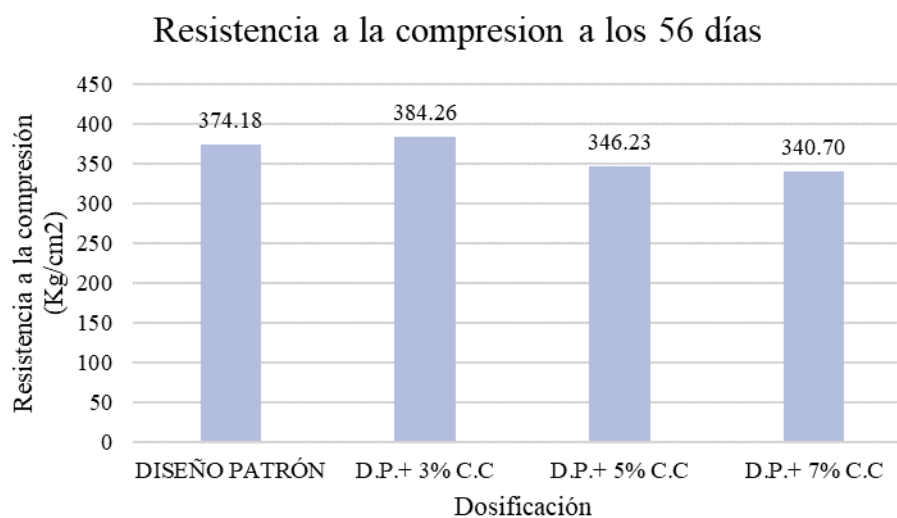


Fig. 14: Variación de la resistencia al esfuerzo de compresión tras 56 días de curado

Fuente: Creación del autor

Desarrollo de la resistencia del concreto:

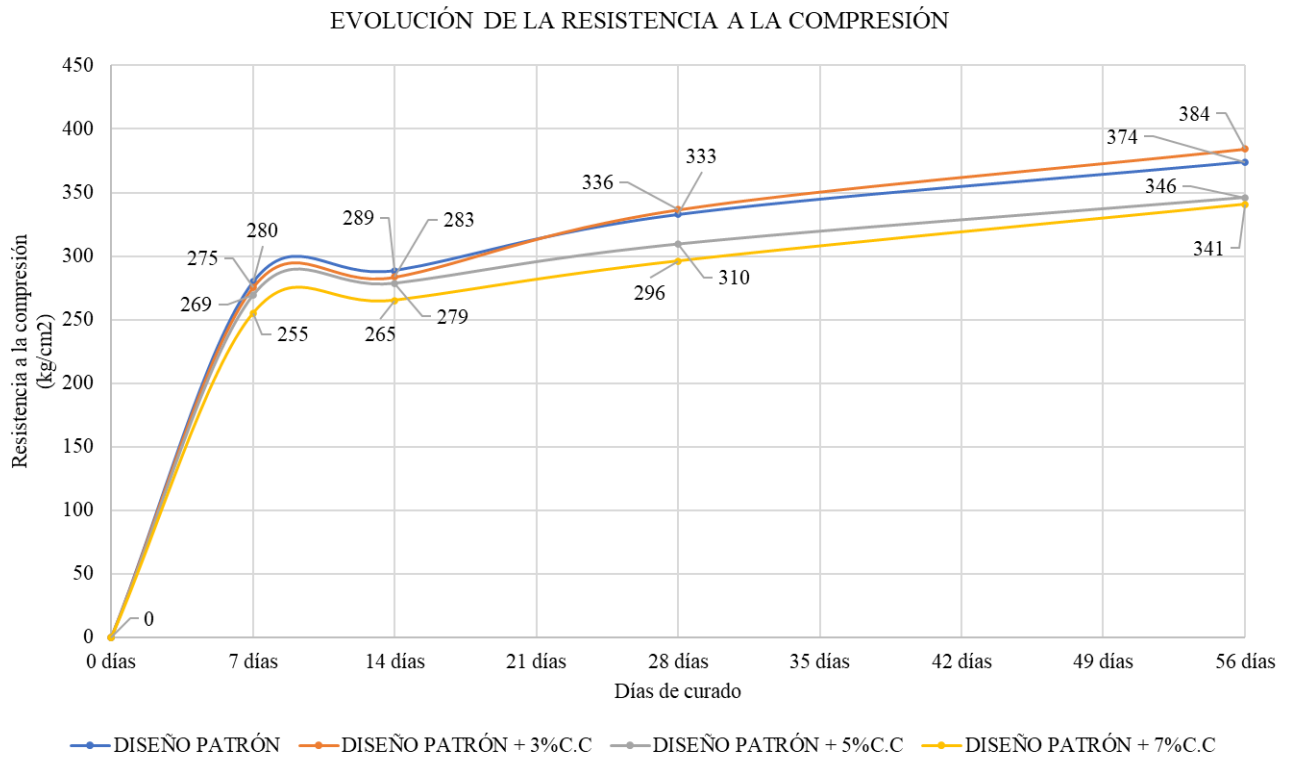


Fig. 15: Resultado de resistencia al esfuerzo de compresión

Fuente: Creación del autor

Se observó que, a mayor tiempo de curado, la resistencia a cargas de compresión aumenta, así mismo el diseño patrón y el diseño patrón + 3% C.C son las muestras que mejor resistencia a cargas de compresión poseen, no obstante, al adicionar un 7% de C.C se obtuvo una menor resistencia.

Resistencia a la abrasión

La resistencia a la abrasión se calculó según lo estipulado en la norma ASTM-C-944, en el cual se evaluó muestras con edades de 28 días y 56 días.

Tabla XXXVI: Resistencia a la abrasión a los 28 días

DOSIFICACIÓN	MUESTRA	PESO INICIAL	PRIMER CICLO	SEGUNDO CICLO	TERCER CICLO	DESGASTE (%)		DESGASTE PROMEDIO (%)
DISEÑO PATRÓN	M1	1393.79 g.	1393.15 g.	1392.65 g.	1391.91 g.	1.88 g.	0.13	0.16
	M2	1281.97 g.	1281.57 g.	1281.13 g.	1280.44 g.	1.53 g.	0.12	
	M3	1321.03 g.	1319.97 g.	1319.06 g.	1318.20 g.	2.83 g.	0.21	
DISEÑO PATRÓN+ 3% C.C	M1	1394.65 g.	1394.40 g.	1394.01 g.	1393.55 g.	1.10 g.	0.08	0.08
	M2	1174.16 g.	1173.85 g.	1173.59 g.	1173.27 g.	0.89 g.	0.08	
	M3	1279.96 g.	1279.66 g.	1279.37 g.	1279.04 g.	0.92 g.	0.07	
DISEÑO PATRÓN + 5% C.C	M1	1250.78 g.	1250.62 g.	1250.38 g.	1250.11 g.	0.67 g.	0.05	0.04
	M2	1282.02 g.	1281.85 g.	1281.67 g.	1281.47 g.	0.55 g.	0.04	
	M3	1309.34 g.	1309.26 g.	1309.06 g.	1308.91 g.	0.43 g.	0.03	
DISEÑO PATRÓN + 7% C.C	M1	1163.77 g.	1163.75 g.	1163.62 g.	1163.55 g.	0.22 g.	0.02	0.03
	M2	1270.93 g.	1270.70 g.	1270.55 g.	1270.44 g.	0.49 g.	0.04	
	M3	1351.63 g.	1351.45 g.	1351.36 g.	1351.25 g.	0.38 g.	0.03	

Fuente: Creación del autor

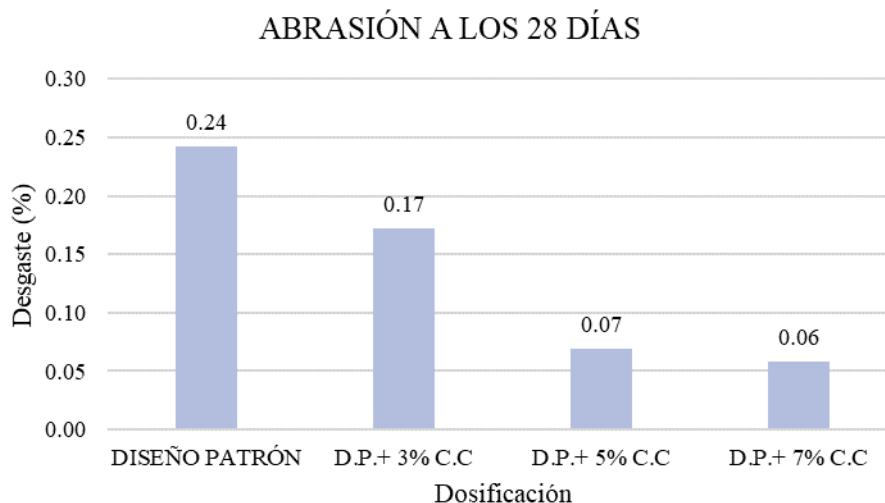


Fig. 16: Porcentaje de desgaste a los 28 días

Fuente: Creación del autor

Al realizar el ensayo a la abrasión en muestras con 28 días de curado se obtuvo que el diseño patrón se desgastó un 0.24% de su peso, seguidamente se desgasta un 0.17%. el diseño adicionado un 3 % de cera de carnauba, luego un 0.07% y 0.06% al adicionar 5% y 7% de cera de carnauba respectivamente.

Tabla XXXVII: Resistencia a la abrasión a los 56 días

DOSIFICACIÓN	MUESTRA	PESO INICIAL	PRIMER CICLO	SEGUNDO CICLO	TERCER CICLO	DESGASTE (%)	DESGASTE PROMEDIO (%)
DISEÑO PATRÓN	M1	1393.79 g.	1393.15 g.	1392.65 g.	1391.91 g.	0.13	0.16
	M2	1281.97 g.	1281.57 g.	1281.13 g.	1280.44 g.	0.12	
	M3	1321.03 g.	1319.97 g.	1319.06 g.	1318.20 g.	0.21	
DISEÑO PATRÓN+ 3% C.C	M1	1394.65 g.	1394.40 g.	1394.00 g.	1393.55 g.	0.08	0.08
	M2	1174.16 g.	1173.85 g.	1173.59 g.	1173.27 g.	0.08	
	M3	1279.96 g.	1279.66 g.	1279.37 g.	1279.04 g.	0.07	
DISEÑO PATRÓN + 5% C.C	M1	1250.78 g.	1250.62 g.	1250.38 g.	1250.11 g.	0.05	0.04
	M2	1282.02 g.	1281.85 g.	1281.67 g.	1281.47 g.	0.04	
	M3	1309.34 g.	1309.26 g.	1309.06 g.	1308.91 g.	0.03	
DISEÑO PATRÓN + 7% C.C	M1	1163.77 g.	1163.75 g.	1163.62 g.	1163.55 g.	0.02	0.03
	M2	1270.93 g.	1270.70 g.	1270.55 g.	1270.44 g.	0.04	
	M3	1351.63 g.	1351.45 g.	1351.36 g.	1351.25 g.	0.03	

Fuente: Creación del autor

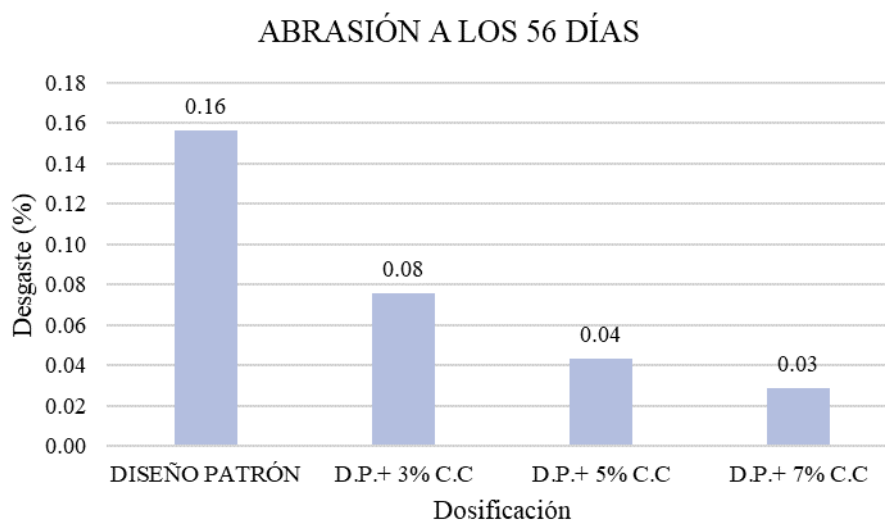


Fig. 17: Porcentaje de desgaste a los 56 días

Fuente: Creación del autor

Al realizar el ensayo a la abrasión en muestras con 56 días de curado se obtuvo que el diseño patrón se desgastó un 0.16% de su peso, seguidamente se desgasta un 0.08%. el diseño adicionado un 3 % de cera de carnauba, luego un 0.04% y 0.03% al adicionar 5% y 7% de cera de carnauba respectivamente.

Permeabilidad – Penetración de agua mediante presión

La penetración de agua mediante presión se obtuvo acorde con la norma UNE-12390-8, donde se evaluó muestras con edades de 28 días y 56 días.

Tabla XXXVIII: Resultado de penetración máxima a los 28 días

DOSIFICACIÓN	PENETRACIÓN MÁXIMA (mm)						PROMEDIO
	PROBETA 1		PROBETA 2		PROBETA 3		
	CARA 1	CARA 2	CARA 1	CARA 2	CARA 1	CARA 2	
DISEÑO PATRÓN	49.95	49.41	49.45	49.75	50.24	49.23	49.67
DISEÑO PATRÓN + 3% C.C	46.22	45.74	46.35	45.85	45.88	44.91	45.83
DISEÑO PATRÓN + 5% C.C	38.26	37.65	37.64	38.46	37.98	38.75	38.12
DISEÑO PATRÓN + 7% C.C	33.26	32.96	34.36	33.95	33.76	32.65	33.49

Fuente: Creación del autor

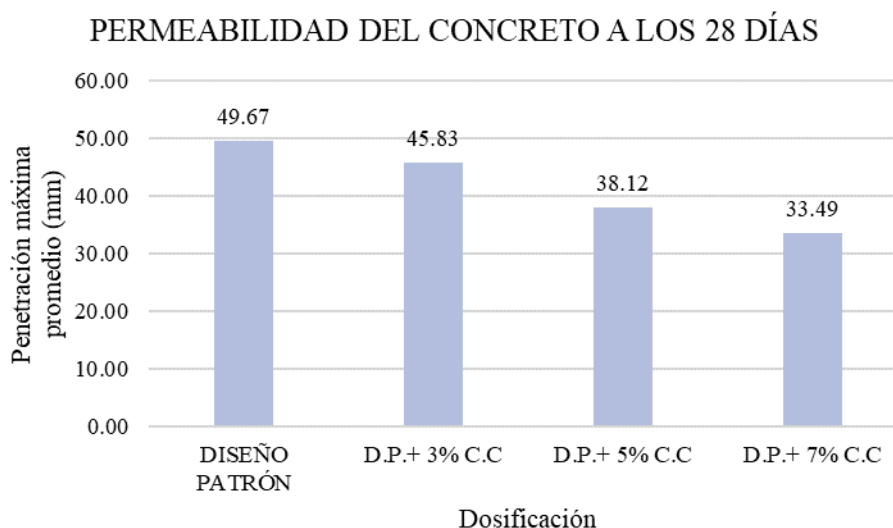


Fig. 18: Permeabilidad del concreto a los 28 días

Fuente: Creación del autor

Al evaluar las muestras a los 28 días de curado se obtuvo que las muestras van disminuyendo su permeabilidad al adicionar más porcentaje de cera de carnauba a la mezcla, obteniéndose una penetración máxima de 49.67 mm para el diseño patrón, por otro lado, se obtuvo una penetración mínima de 33.39 mm para el diseño con adicción de 7% de cera de carnauba.

Tabla XXXIX: Resultado de penetración máxima a los 56 días

DOSIFICACIÓN	PENETRACIÓN MÁXIMA (mm)						PROMEDIO
	PROBETA 1		PROBETA 2		PROBETA 3		
	CARA 1	CARA 2	CARA 1	CARA 2	CARA 1	CARA 2	
DISEÑO PATRÓN	47.46	48.29	47.75	48.26	47.2	47.83	47.80
DISEÑO PATRÓN + 3% C.C	41.09	40.72	41.29	41.87	44.5	44.74	42.37
DISEÑO PATRÓN + 5% C.C	35.69	36.35	36.44	35.58	36.32	36.73	36.19
DISEÑO PATRÓN + 7% C.C	29.62	30.08	24.58	25.7	31.42	31.91	28.89

Fuente: Creación del autor

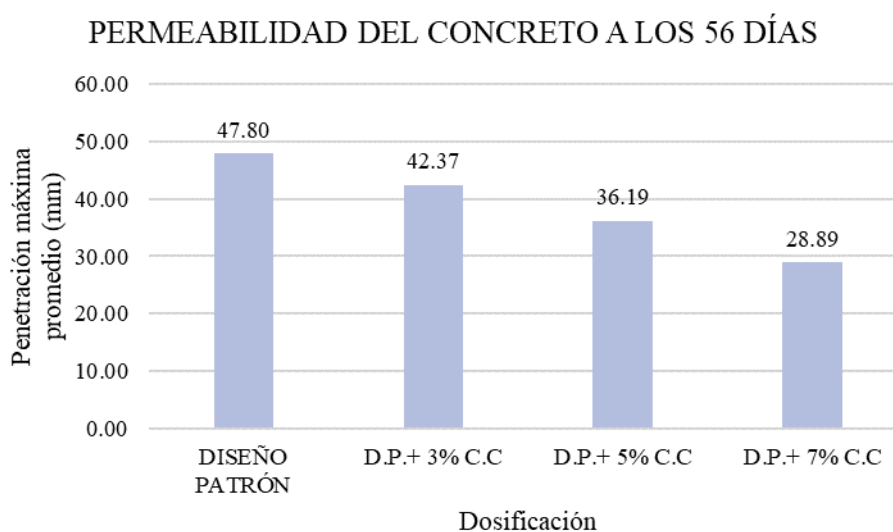


Fig. 19: Permeabilidad del concreto a los 56 días

Fuente: Creación del autor

Al evaluar las muestras a los 28 días de curado se obtuvo que las muestras van disminuyendo su permeabilidad al adicionar más porcentaje de cera de carnauba a la mezcla, obteniéndose una penetración máxima de 47.80 mm para el diseño patrón, por otro lado, se obtuvo una penetración mínima de 28.89 mm para el diseño con adicción de 7% de cera de carnauba.

Velocidad de absorción de agua en el concreto

Tabla XL: Velocidad de absorción de agua del diseño patrón a los 28 días

Ritmo de Absorción	ENSAYO DE LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA								
	Tiempo			Probeta	Masa	Δ masa	Absorción (mm)	Promedio	
	M/H/D	Seg.	s ^{1/2}		(g)			(g)	(mm)
Absorción Inicial (Si)	0	0	0.0	M - 1	885.95	-	0.0000	0.0000	0.0000
				M - 2	776.51	-	0.0000		
				M - 3	896.75	-	0.0000		
	1 min	60	7.7	M - 1	886.24	0.29	0.0366	0.0455	0.0455
				M - 2	776.98	0.47	0.0595		
				M - 3	897.07	0.32	0.0403		
	5 min	300	17.3	M - 1	886.72	0.48	0.0606	0.0598	0.1053
				M - 2	777.43	0.45	0.0570		
				M - 3	897.56	0.49	0.0617		
	10 min	600	24.5	M - 1	886.99	0.27	0.0341	0.0354	0.1407
				M - 2	777.74	0.31	0.0393		
				M - 3	897.82	0.26	0.0328		
	20 min	1200	34.6	M - 1	887.89	0.90	0.1137	0.1145	0.2552
				M - 2	778.67	0.93	0.1178		
				M - 3	898.71	0.89	0.1121		
	30 min	1800	42.4	M - 1	888.12	0.23	0.0291	0.0286	0.2839
				M - 2	778.89	0.22	0.0279		
				M - 3	898.94	0.23	0.0290		
	60 min	3600	60.0	M - 1	888.73	0.61	0.0770	0.0842	0.3681
				M - 2	779.57	0.68	0.0861		
				M - 3	899.65	0.71	0.0895		
	2 horas	7200	84.9	M - 1	889.45	0.72	0.0909	0.0926	0.4607
				M - 2	780.27	0.70	0.0887		
				M - 3	900.43	0.78	0.0983		
3 horas	10800	103.9	M - 1	890.25	0.80	0.1010	0.0868	0.5475	
			M - 2	781.24	0.97	0.1229			
			M - 3	900.72	0.29	0.0365			
4 horas	14400	120.0	M - 1	890.99	0.74	0.0935	0.0997	0.6473	
			M - 2	781.78	0.54	0.0684			
			M - 3	901.81	1.09	0.1373			
5 horas	18000	134.2	M - 1	891.45	0.46	0.0581	0.0623	0.7096	
			M - 2	782.35	0.57	0.0722			
			M - 3	902.26	0.45	0.0567			
6 horas	21600	147.0	M - 1	891.63	0.18	0.0227	0.0265	0.7361	
			M - 2	782.51	0.16	0.0203			
			M - 3	902.55	0.29	0.0365			
Absorción Secundaria (Ss)	1 día	86400	293.9	M - 1	896.90	5.27	0.6657	0.7310	1.4671
				M - 2	788.16	5.65	0.7158		
				M - 3	908.99	6.44	0.8114		
	2 días	172800	415.7	M - 1	899.41	2.51	0.3170	0.1866	1.6537
				M - 2	789.56	1.40	0.1774		
				M - 3	909.51	0.52	0.0655		
	3 días	259200	509.1	M - 1	901.05	1.64	0.2072	0.1339	1.7876
				M - 2	790.30	0.74	0.0938		
				M - 3	910.31	0.80	0.1008		
	4 días	345600	587.9	M - 1	901.95	0.90	0.1137	0.0845	1.8722
				M - 2	790.40	0.10	0.0127		
				M - 3	911.32	1.01	0.1273		
	5 días	432000	657.3	M - 1	902.49	0.54	0.0682	0.0859	1.9581
				M - 2	791.13	0.73	0.0925		
				M - 3	912.09	0.77	0.0970		
	6 días	518400	720.0	M - 1	902.69	0.20	0.0255	0.0667	2.0247
				M - 2	791.86	0.73	0.0919		
				M - 3	912.75	0.66	0.0827		
	7 días	604400	777.4	M - 1	902.85	0.16	0.0200	0.0487	2.0734
				M - 2	792.14	0.29	0.0361		
				M - 3	913.46	0.71	0.0900		
	8 días	691200	831.4	M - 1	902.95	0.10	0.0126	0.0105	2.0839
				M - 2	792.22	0.08	0.0101		
				M - 3	913.53	0.07	0.0088		

Fuente: Creación del autor

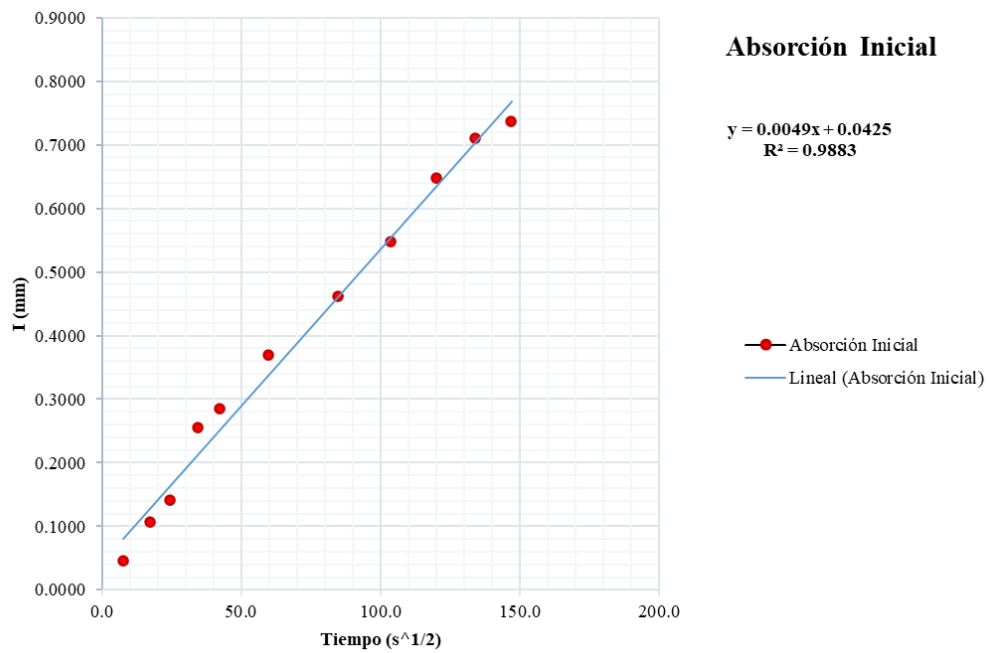


Fig. 20: Absorción inicial del espécimen de control tras 28 días de curado

Fuente: Creación del autor

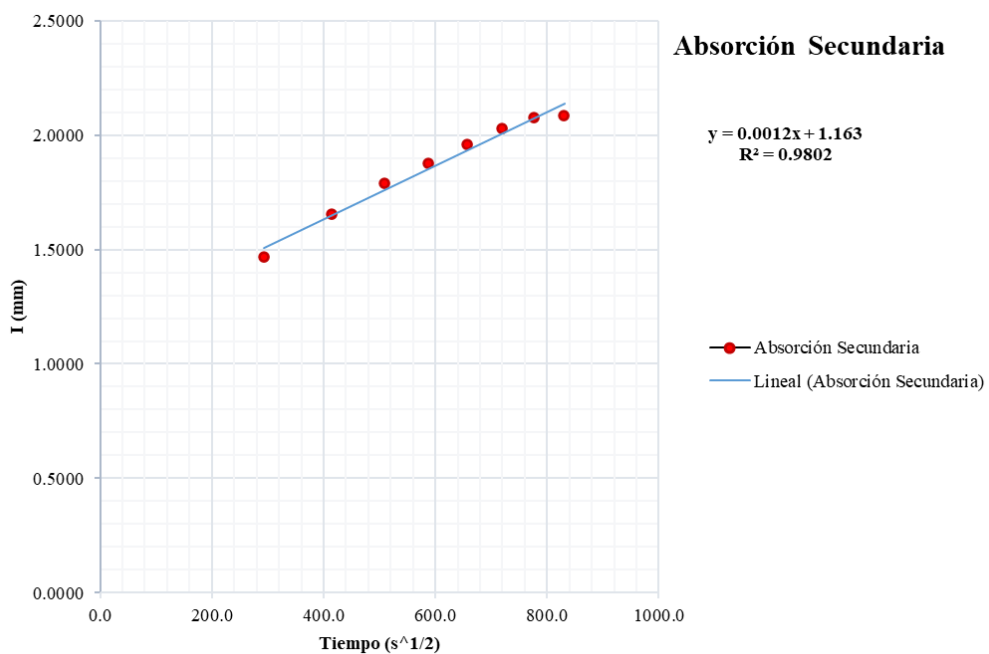


Fig. 21: Absorción secundaria del espécimen de control tras 28 días de curado

Fuente: Creación del autor

Tabla XLI: Velocidad de absorción de agua del diseño patrón + 3% de cera de carnauba a los 28 días

Ritmo de Absorción	ENSAYO DE LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA								
	Tiempo			Probeta	Masa (g)	Δ masa (g)	Absorción		
	M/H/D	Seg.	$s^{1/2}$				(mm)	Promedio	
				(mm)	$\Sigma\Delta$				
Absorción Inicial (Si)	0	0	0.0	M - 1	864.83	-	0.0000	0.0000	0.0000
				M - 2	822.91	-	0.0000		
				M - 3	856.22	-	0.0000		
	1 min	60	7.7	M - 1	865.17	0.34	0.0428	0.0483	0.0483
				M - 2	823.11	0.20	0.0252		
				M - 3	856.83	0.61	0.0769		
	5 min	300	17.3	M - 1	865.59	0.42	0.0529	0.0391	0.0874
				M - 2	823.51	0.40	0.0505		
				M - 3	856.94	0.11	0.0139		
	10 min	600	24.5	M - 1	865.81	0.22	0.0277	0.0328	0.1202
				M - 2	823.79	0.28	0.0353		
				M - 3	857.22	0.28	0.0353		
	20 min	1200	34.6	M - 1	866.70	0.89	0.1120	0.1076	0.2277
				M - 2	824.71	0.92	0.1161		
				M - 3	857.97	0.75	0.0945		
	30 min	1800	42.4	M - 1	866.89	0.19	0.0239	0.0370	0.2647
				M - 2	824.88	0.17	0.0215		
				M - 3	858.49	0.52	0.0656		
	60 min	3600	60.0	M - 1	867.46	0.57	0.0717	0.0609	0.3256
				M - 2	825.39	0.51	0.0644		
				M - 3	858.86	0.37	0.0466		
2 horas	7200	84.9	M - 1	868.16	0.70	0.0881	0.0903	0.4160	
			M - 2	826.19	0.80	0.1010			
			M - 3	859.51	0.65	0.0819			
3 horas	10800	103.9	M - 1	868.66	0.50	0.0629	0.0584	0.4744	
			M - 2	826.85	0.66	0.0833			
			M - 3	859.74	0.23	0.0290			
4 horas	14400	120.0	M - 1	868.98	0.32	0.0403	0.0635	0.5379	
			M - 2	827.29	0.44	0.0555			
			M - 3	860.49	0.75	0.0945			
5 horas	18000	134.2	M - 1	869.54	0.56	0.0705	0.0550	0.5929	
			M - 2	827.72	0.43	0.0543			
			M - 3	860.81	0.32	0.0403			
6 horas	21600	147.0	M - 1	870.38	0.84	0.1057	0.0966	0.6896	
			M - 2	828.50	0.78	0.0985			
			M - 3	861.49	0.68	0.0857			
Absorción Secundaria (Ss)	1 día	86400	293.9	M - 1	872.19	1.81	0.2278	0.3463	1.0358
				M - 2	830.78	2.28	0.2878		
				M - 3	865.64	4.15	0.5231		
	2 días	172800	415.7	M - 1	875.03	2.84	0.3575	0.3068	1.3426
				M - 2	833.82	3.04	0.3838		
				M - 3	867.06	1.42	0.1790		
	3 días	259200	509.1	M - 1	876.45	1.42	0.1787	0.1849	1.5275
				M - 2	835.13	1.31	0.1654		
				M - 3	868.73	1.67	0.2105		
	4 días	345600	587.9	M - 1	877.42	0.97	0.1221	0.1425	1.6699
				M - 2	836.49	1.36	0.1717		
				M - 3	869.79	1.06	0.1336		
	5 días	432000	657.3	M - 1	878.50	1.08	0.1359	0.1256	1.7955
				M - 2	836.69	0.20	0.0252		
				M - 3	871.50	1.71	0.2156		
	6 días	518400	720.0	M - 1	879.26	0.76	0.0957	0.0857	1.8812
				M - 2	836.89	0.20	0.0252		
				M - 3	872.58	1.08	0.1361		
	7 días	604400	777.4	M - 1	879.88	0.62	0.0780	0.0832	1.9644
				M - 2	837.87	0.98	0.1237		
				M - 3	872.96	0.38	0.0479		
8 días	691200	831.4	M - 1	880.32	0.44	0.0554	0.0323	1.9968	
			M - 2	838.10	0.23	0.0290			
			M - 3	873.06	0.10	0.0126			

Fuente: Creación del autor

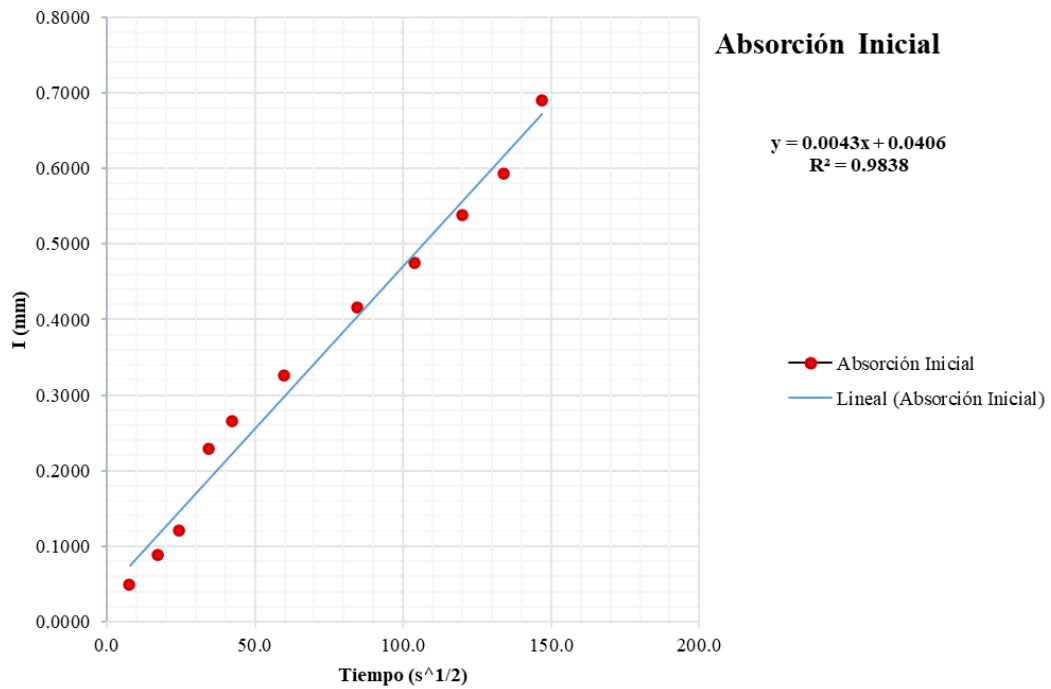


Fig. 22: Absorción inicial del concreto patrón + 3% de cera de carnauba a los 28 días

Fuente: Creación del autor

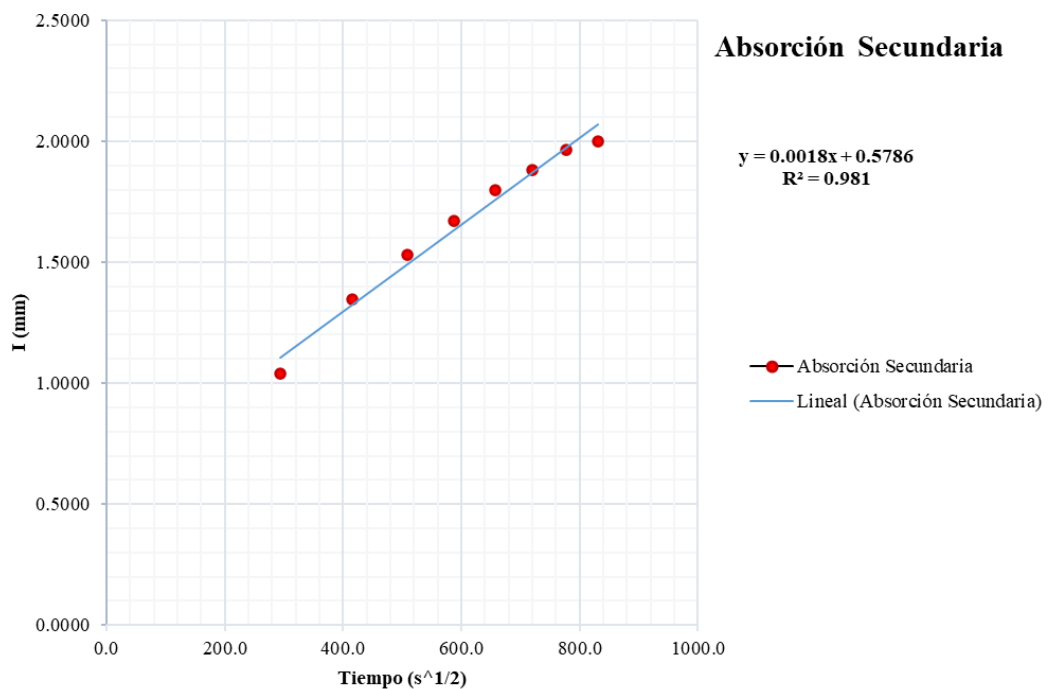


Fig. 23: Absorción secundaria del concreto patrón + 3% de cera de carnauba a los 28 días

Fuente: Creación del autor

Tabla XLII: Velocidad de absorción de agua del diseño patrón + 5% de cera de carnauba a los 28 días

Ritmo de Absorción	ENSAYO DE LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA								
	Tiempo			Probeta	Masa (g)	Δ masa (g)	Absorción		
	M/H/D	Seg.	$s^{1/2}$				(mm)	Promedio	
				(mm)	$\Sigma\Delta$				
Absorción Inicial (Si)	0	0	0.0	M - 1	868.01	-	0.0000	0.0000	0.0000
				M - 2	900.52	-	0.0000		
				M - 3	788.63	-	0.0000		
	1 min	60	7.7	M - 1	868.20	0.19	0.0240	0.0319	0.0319
				M - 2	900.80	0.28	0.0353		
				M - 3	788.92	0.29	0.0365		
	5 min	300	17.3	M - 1	868.37	0.17	0.0215	0.0198	0.0517
				M - 2	900.95	0.15	0.0189		
				M - 3	789.07	0.15	0.0189		
	10 min	600	24.5	M - 1	868.65	0.28	0.0354	0.0206	0.0723
				M - 2	901.09	0.14	0.0176		
				M - 3	789.14	0.07	0.0088		
	20 min	1200	34.6	M - 1	869.12	0.47	0.0595	0.0559	0.1283
				M - 2	901.49	0.40	0.0504		
				M - 3	789.60	0.46	0.0579		
	30 min	1800	42.4	M - 1	869.42	0.30	0.0380	0.0353	0.1636
				M - 2	901.73	0.24	0.0302		
				M - 3	789.90	0.30	0.0378		
	60 min	3600	60.0	M - 1	870.15	0.73	0.0924	0.0870	0.2506
				M - 2	902.35	0.62	0.0781		
				M - 3	790.62	0.72	0.0907		
2 horas	7200	84.9	M - 1	871.04	0.89	0.1126	0.1114	0.3621	
			M - 2	903.16	0.81	0.1020			
			M - 3	791.57	0.95	0.1196			
3 horas	10800	103.9	M - 1	871.74	0.70	0.0886	0.0849	0.4470	
			M - 2	903.78	0.62	0.0781			
			M - 3	792.27	0.70	0.0882			
4 horas	14400	120.0	M - 1	872.30	0.56	0.0709	0.0660	0.5130	
			M - 2	904.27	0.49	0.0617			
			M - 3	792.79	0.52	0.0655			
5 horas	18000	134.2	M - 1	872.82	0.52	0.0658	0.0685	0.5816	
			M - 2	904.82	0.55	0.0693			
			M - 3	793.35	0.56	0.0705			
6 horas	21600	147.0	M - 1	873.70	0.88	0.1114	0.0703	0.6519	
			M - 2	905.19	0.37	0.0466			
			M - 3	793.77	0.42	0.0529			
Absorción Secundaria (Ss)	1 día	86400	293.9	M - 1	879.35	5.65	0.7151	0.6821	1.3339
				M - 2	910.61	5.42	0.6826		
				M - 3	798.92	5.15	0.6486		
	2 días	172800	415.7	M - 1	880.23	0.88	0.1114	0.1786	1.5125
				M - 2	913.76	3.15	0.3967		
				M - 3	799.14	0.22	0.0277		
	3 días	259200	509.1	M - 1	881.43	1.20	0.1519	0.1392	1.6517
				M - 2	915.46	1.70	0.2141		
				M - 3	799.55	0.41	0.0516		
	4 días	345600	587.9	M - 1	882.86	1.43	0.1810	0.1094	1.7612
				M - 2	915.86	0.40	0.0504		
				M - 3	800.32	0.77	0.0970		
	5 días	432000	657.3	M - 1	883.11	0.25	0.0316	0.0744	1.8355
				M - 2	915.88	0.02	0.0025		
				M - 3	801.82	1.50	0.1889		
	6 días	518400	720.0	M - 1	883.43	0.32	0.0405	0.0521	1.8876
				M - 2	916.11	0.23	0.0290		
				M - 3	802.51	0.69	0.0869		
	7 días	604400	777.4	M - 1	883.70	0.27	0.0342	0.0597	1.9473
				M - 2	916.34	0.23	0.0290		
				M - 3	803.43	0.92	0.1159		
8 días	691200	831.4	M - 1	883.95	0.25	0.0316	0.0177	1.9650	
			M - 2	916.35	0.01	0.0013			
			M - 3	803.59	0.16	0.0201			

Fuente: Creación del autor

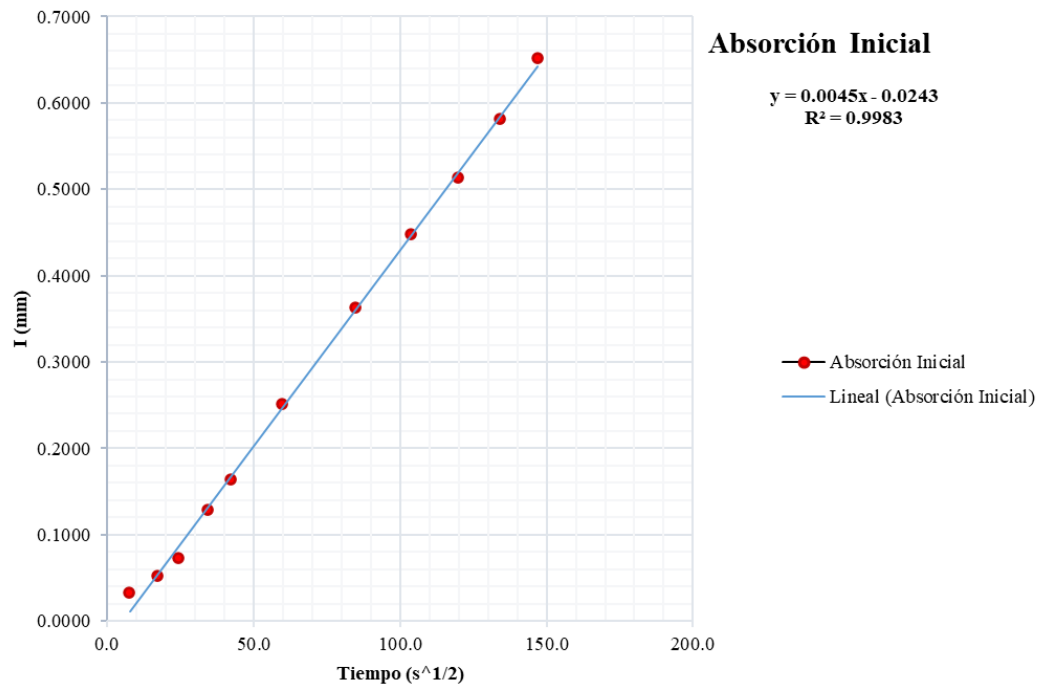


Fig. 24: Absorción inicial del concreto patrón + 5% de cera de carnauba a los 28 días

Fuente: Creación del autor

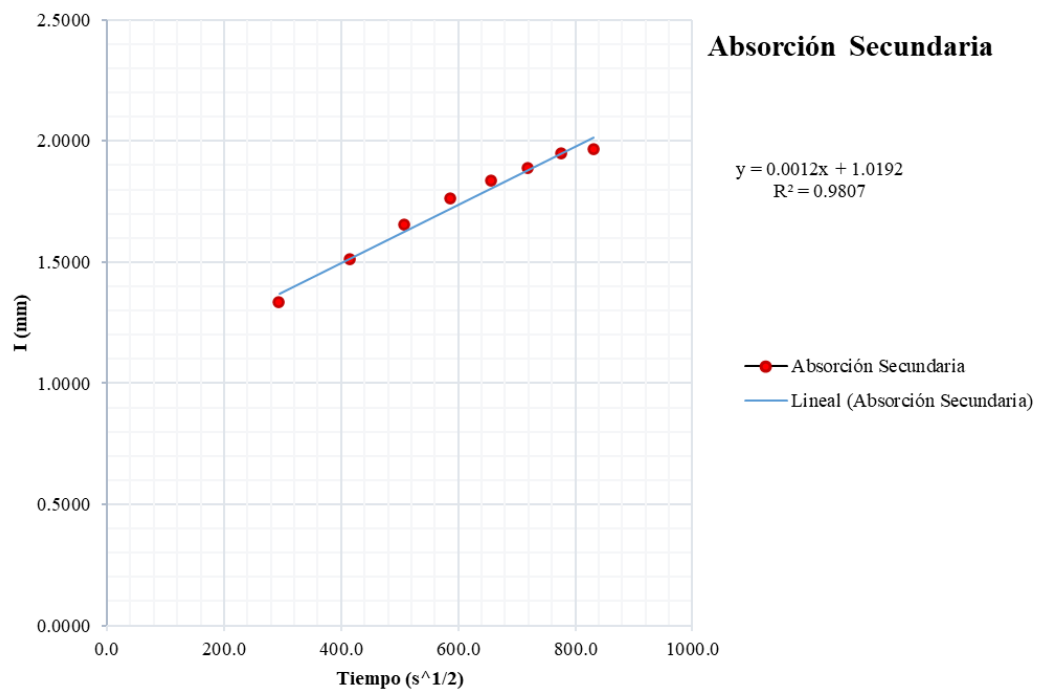


Fig. 25: Absorción secundaria del concreto patrón + 5% de cera de carnauba a los 28 días

Fuente: Creación del autor

Tabla XLIII: Velocidad de absorción de agua del diseño patrón + 7% de cera de carnauba a los 28 días

Ritmo de Absorción	ENSAYO DE LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA								
	Tiempo			Probeta	Masa (g)	Δ masa (g)	Absorción		
	M/H/D	Seg.	$s^{1/2}$				(mm)	Promedio	
				(mm)	$\Sigma\Delta$				
Absorción Inicial (Si)	0	0	0.0	M - 1	910.51	-	0.0000	0.0000	0.0000
				M - 2	799.62	-	0.0000		
				M - 3	899.37	-	0.0000		
	1 min	60	7.7	M - 1	910.87	0.36	0.0453	0.0370	0.0370
				M - 2	799.88	0.26	0.0329		
				M - 3	899.63	0.26	0.0328		
	5 min	300	17.3	M - 1	911.08	0.21	0.0264	0.0538	0.0908
				M - 2	800.43	0.55	0.0695		
				M - 3	900.15	0.52	0.0655		
	10 min	600	24.5	M - 1	911.50	0.42	0.0529	0.0639	0.1548
				M - 2	801.17	0.74	0.0936		
				M - 3	900.51	0.36	0.0454		
	20 min	1200	34.6	M - 1	911.97	0.47	0.0592	0.0551	0.2098
				M - 2	801.62	0.45	0.0569		
				M - 3	900.90	0.39	0.0491		
	30 min	1800	42.4	M - 1	912.17	0.20	0.0252	0.0303	0.2401
				M - 2	801.78	0.16	0.0202		
				M - 3	901.26	0.36	0.0454		
	60 min	3600	60.0	M - 1	912.65	0.48	0.0604	0.0534	0.2935
				M - 2	802.19	0.41	0.0518		
				M - 3	901.64	0.38	0.0479		
	2 horas	7200	84.9	M - 1	913.18	0.53	0.0667	0.0732	0.3667
				M - 2	802.89	0.70	0.0885		
				M - 3	902.15	0.51	0.0643		
3 horas	10800	103.9	M - 1	913.78	0.60	0.0756	0.0618	0.4284	
			M - 2	803.32	0.43	0.0544			
			M - 3	902.59	0.44	0.0554			
4 horas	14400	120.0	M - 1	914.25	0.47	0.0592	0.0483	0.4768	
			M - 2	803.64	0.32	0.0405			
			M - 3	902.95	0.36	0.0454			
5 horas	18000	134.2	M - 1	914.84	0.59	0.0743	0.0597	0.5365	
			M - 2	803.96	0.32	0.0405			
			M - 3	903.46	0.51	0.0643			
6 horas	21600	147.0	M - 1	915.19	0.35	0.0441	0.0799	0.6163	
			M - 2	804.60	0.64	0.0809			
			M - 3	904.37	0.91	0.1147			
Absorción Secundaria (Ss)	1 día	86400	293.9	M - 1	918.24	3.05	0.3841	0.4221	1.0384
				M - 2	807.73	3.13	0.3957		
				M - 3	908.23	3.86	0.4864		
	2 días	172800	415.7	M - 1	920.14	1.90	0.2393	0.2245	1.2629
				M - 2	809.55	1.82	0.2301		
				M - 3	909.85	1.62	0.2041		
	3 días	259200	509.1	M - 1	921.97	1.83	0.2305	0.2215	1.4844
				M - 2	811.20	1.65	0.2086		
				M - 3	911.64	1.79	0.2255		
	4 días	345600	587.9	M - 1	923.14	1.17	0.1473	0.1446	1.6291
				M - 2	812.29	1.09	0.1378		
				M - 3	912.82	1.18	0.1487		
	5 días	432000	657.3	M - 1	924.16	1.02	0.1285	0.1286	1.7577
				M - 2	813.18	0.89	0.1125		
				M - 3	913.97	1.15	0.1449		
	6 días	518400	720.0	M - 1	924.76	0.60	0.0756	0.0878	1.8455
				M - 2	813.72	0.54	0.0683		
				M - 3	914.92	0.95	0.1197		
	7 días	604400	777.4	M - 1	925.19	0.43	0.0542	0.0567	1.9023
				M - 2	814.11	0.39	0.0493		
				M - 3	915.45	0.53	0.0668		
	8 días	691200	831.4	M - 1	925.49	0.30	0.0378	0.0383	1.9405
				M - 2	814.49	0.38	0.0480		
				M - 3	915.68	0.23	0.0290		

Fuente: Creación del autor

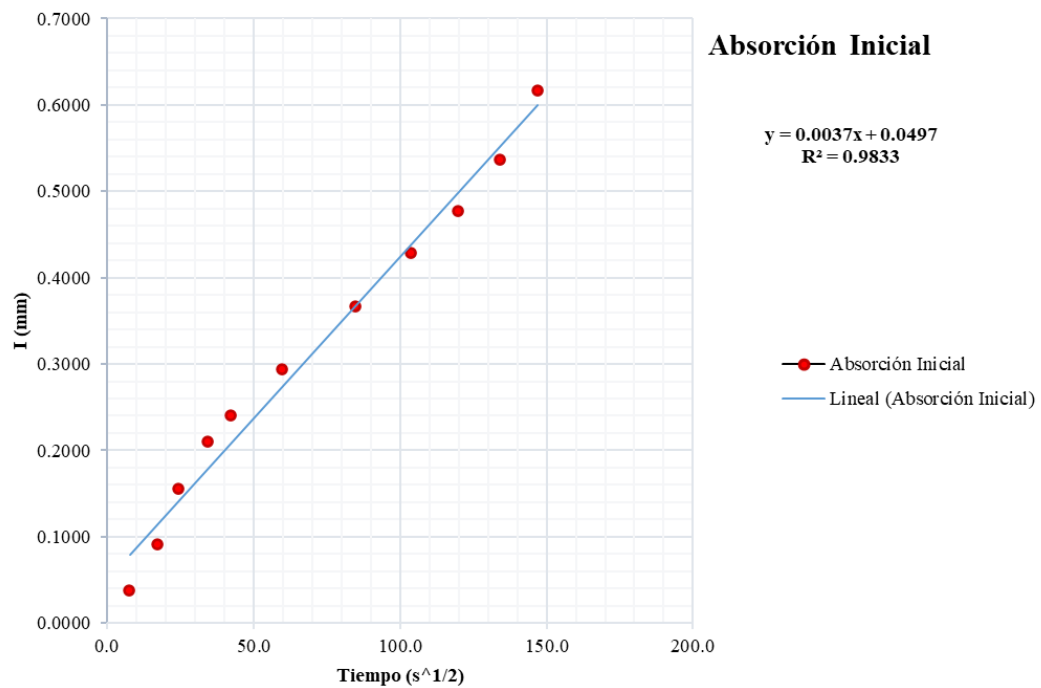


Fig. 26: Absorción inicial del concreto patrón + 7% de cera de carnauba a los 28 días

Fuente: Creación del autor

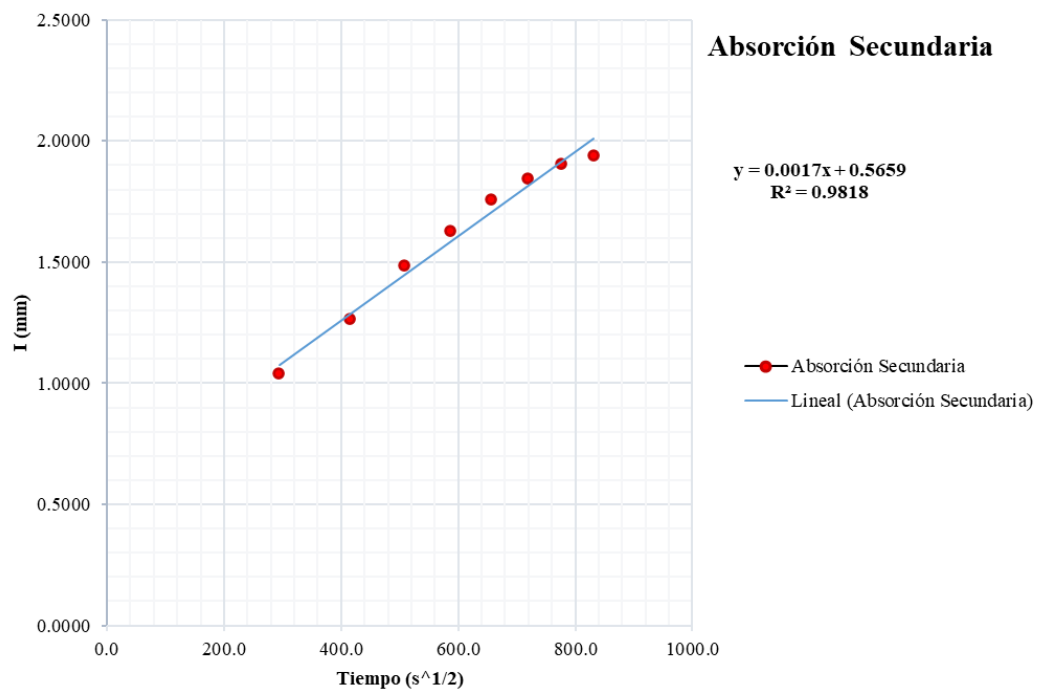


Fig. 27: Absorción secundaria del concreto patrón + 7% de cera de carnauba a los 28 días

Fuente: Creación del autor

Tabla XLIV: Velocidad de absorción de agua del diseño patrón a los 56 días

Ritmo de Absorción	ENSAYO DE LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA								
	Tiempo			Probeta	Masa (g)	Δ masa (g)	Absorción		
	M/H/D	Seg.	s ^{1/2}				(mm)	Promedio	
				(mm)	$\Sigma\Delta$				
<i>Absorción Inicial (Si)</i>	0	0	0.0	M - 1	877.12	-	0.0000	0.0000	0.0000
				M - 2	875.18	-	0.0000		
				M - 3	854.50	-	0.0000		
	1 min	60	7.7	M - 1	877.63	0.51	0.0644	0.0584	0.0584
				M - 2	875.32	0.14	0.0177		
				M - 3	855.24	0.74	0.0933		
	5 min	300	17.3	M - 1	878.03	0.40	0.0505	0.0505	0.1089
				M - 2	875.72	0.40	0.0505		
				M - 3	855.64	0.40	0.0504		
	10 min	600	24.5	M - 1	878.23	0.20	0.0252	0.0223	0.1312
				M - 2	875.96	0.24	0.0303		
				M - 3	855.73	0.09	0.0113		
	20 min	1200	34.6	M - 1	879.10	0.87	0.1098	0.0984	0.2296
				M - 2	876.88	0.92	0.1162		
				M - 3	856.28	0.55	0.0693		
	30 min	1800	42.4	M - 1	879.29	0.19	0.0240	0.0433	0.2729
				M - 2	877.05	0.17	0.0215		
				M - 3	856.95	0.67	0.0844		
	60 min	3600	60.0	M - 1	879.85	0.56	0.0707	0.0656	0.3385
				M - 2	877.56	0.51	0.0644		
				M - 3	857.44	0.49	0.0618		
	2 horas	7200	84.9	M - 1	880.48	0.63	0.0795	0.0812	0.4197
				M - 2	878.24	0.68	0.0859		
				M - 3	858.06	0.62	0.0781		
3 horas	10800	103.9	M - 1	880.98	0.50	0.0631	0.0610	0.4807	
			M - 2	878.60	0.36	0.0455			
			M - 3	858.65	0.59	0.0744			
4 horas	14400	120.0	M - 1	881.52	0.54	0.0682	0.0757	0.5564	
			M - 2	879.23	0.63	0.0795			
			M - 3	859.28	0.63	0.0794			
5 horas	18000	134.2	M - 1	881.69	0.17	0.0215	0.0442	0.6005	
			M - 2	879.72	0.49	0.0619			
			M - 3	859.67	0.39	0.0492			
6 horas	21600	147.0	M - 1	882.14	0.45	0.0568	0.0345	0.6350	
			M - 2	879.97	0.25	0.0316			
			M - 3	859.79	0.12	0.0151			
<i>Absorción Secundaria (Ss)</i>	1 día	86400	293.9	M - 1	887.91	5.77	0.7282	0.7242	1.3593
				M - 2	885.88	5.91	0.7462		
				M - 3	865.33	5.54	0.6982		
	2 días	172800	415.7	M - 1	889.88	1.97	0.2486	0.2107	1.5700
				M - 2	887.54	1.66	0.2096		
				M - 3	866.71	1.38	0.1739		
	3 días	259200	509.1	M - 1	890.80	0.92	0.1161	0.1388	1.7087
				M - 2	888.55	1.01	0.1275		
				M - 3	868.08	1.37	0.1727		
	4 días	345600	587.9	M - 1	891.56	0.76	0.0959	0.1043	1.8130
				M - 2	889.26	0.71	0.0896		
				M - 3	869.09	1.01	0.1273		
	5 días	432000	657.3	M - 1	892.20	0.64	0.0808	0.0665	1.8795
				M - 2	889.78	0.52	0.0657		
				M - 3	869.51	0.42	0.0529		
	6 días	518400	720.0	M - 1	892.75	0.55	0.0694	0.0614	1.9409
				M - 2	890.23	0.45	0.0568		
				M - 3	869.97	0.46	0.0580		
	7 días	604400	777.4	M - 1	893.11	0.36	0.0454	0.0500	1.9909
				M - 2	890.61	0.38	0.0480		
				M - 3	870.42	0.45	0.0567		
	8 días	691200	831.4	M - 1	893.41	0.30	0.0379	0.0463	2.0372
				M - 2	890.97	0.36	0.0455		
				M - 3	870.86	0.44	0.0555		

Fuente: Creación del autor

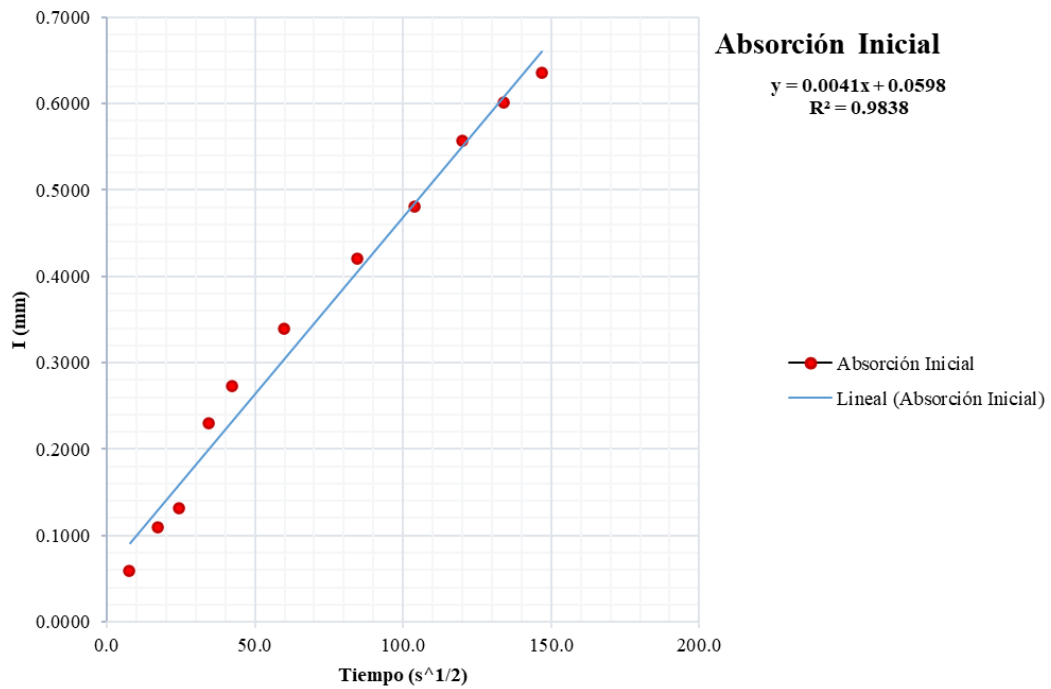


Fig. 28: Absorción inicial del espécimen de control tras 56 días de curado

Fuente: Creación del autor

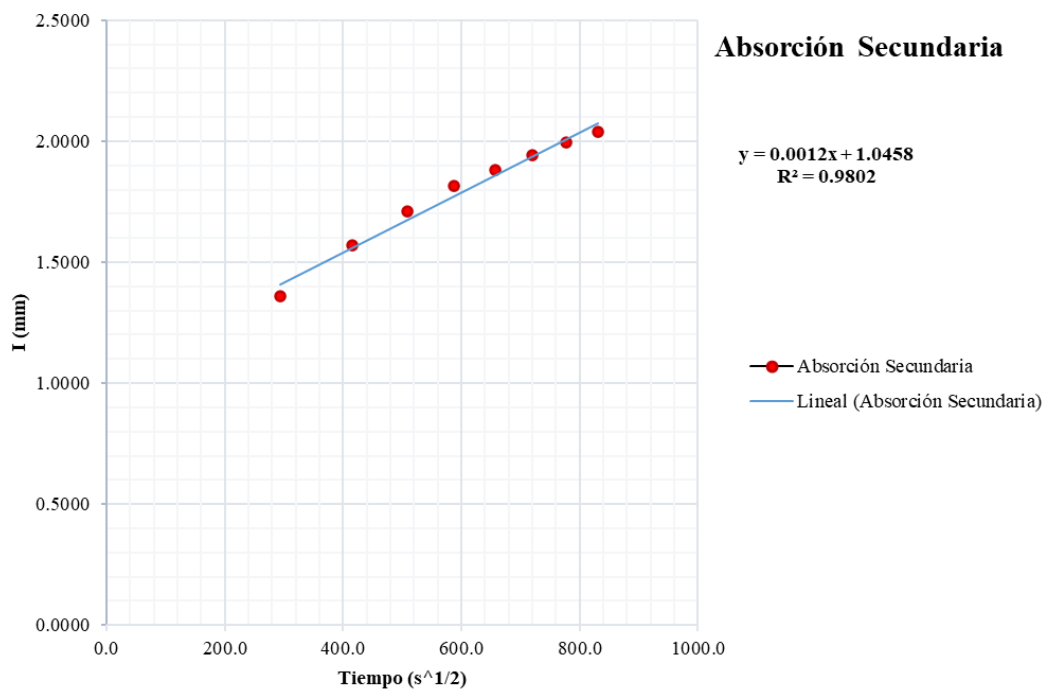


Fig. 29: Absorción secundaria del espécimen de control tras 56 días de curado

Fuente: Creación del autor

Tabla XLV: Velocidad de absorción de agua del diseño patrón + 3% de cera de carnauba a los 56 días

Ritmo de Absorción	ENSAYO DE LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA								
	Tiempo			Probeta	Masa (g)	Δ masa (g)	Absorción		
	M/H/D	Seg.	$s^{1/2}$				(mm)	Promedio	
				(mm)	$\Sigma\Delta$				
Absorción Inicial (Si)	0	0	0.0	M - 1	864.83	-	0.0000	0.0000	0.0000
				M - 2	822.91	-	0.0000		
				M - 3	856.22	-	0.0000		
	1 min	60	7.7	M - 1	865.17	0.34	0.0428	0.0483	0.0483
				M - 2	823.11	0.20	0.0252		
				M - 3	856.83	0.61	0.0769		
	5 min	300	17.3	M - 1	865.59	0.42	0.0529	0.0391	0.0874
				M - 2	823.51	0.40	0.0505		
				M - 3	856.94	0.11	0.0139		
	10 min	600	24.5	M - 1	865.81	0.22	0.0277	0.0328	0.1202
				M - 2	823.79	0.28	0.0353		
				M - 3	857.22	0.28	0.0353		
	20 min	1200	34.6	M - 1	866.70	0.89	0.1120	0.1076	0.2277
				M - 2	824.71	0.92	0.1161		
				M - 3	857.97	0.75	0.0945		
	30 min	1800	42.4	M - 1	866.89	0.19	0.0239	0.0370	0.2647
				M - 2	824.88	0.17	0.0215		
				M - 3	858.49	0.52	0.0656		
60 min	3600	60.0	M - 1	867.46	0.57	0.0717	0.0609	0.3256	
			M - 2	825.39	0.51	0.0644			
			M - 3	858.86	0.37	0.0466			
2 horas	7200	84.9	M - 1	868.16	0.70	0.0881	0.0903	0.4160	
			M - 2	826.19	0.80	0.1010			
			M - 3	859.51	0.65	0.0819			
3 horas	10800	103.9	M - 1	868.66	0.50	0.0629	0.0584	0.4744	
			M - 2	826.85	0.66	0.0833			
			M - 3	859.74	0.23	0.0290			
4 horas	14400	120.0	M - 1	868.98	0.32	0.0403	0.0635	0.5379	
			M - 2	827.29	0.44	0.0555			
			M - 3	860.49	0.75	0.0945			
5 horas	18000	134.2	M - 1	869.54	0.56	0.0705	0.0550	0.5929	
			M - 2	827.72	0.43	0.0543			
			M - 3	860.81	0.32	0.0403			
6 horas	21600	147.0	M - 1	870.38	0.84	0.1057	0.0966	0.6896	
			M - 2	828.50	0.78	0.0985			
			M - 3	861.49	0.68	0.0857			
Absorción Secundaria (Ss)	1 día	86400	293.9	M - 1	872.19	1.81	0.2278	0.3463	1.0358
				M - 2	830.78	2.28	0.2878		
				M - 3	865.64	4.15	0.5231		
	2 días	172800	415.7	M - 1	875.03	2.84	0.3575	0.3068	1.3426
				M - 2	833.82	3.04	0.3838		
				M - 3	867.06	1.42	0.1790		
	3 días	259200	509.1	M - 1	876.45	1.42	0.1787	0.1849	1.5275
				M - 2	835.13	1.31	0.1654		
				M - 3	868.73	1.67	0.2105		
	4 días	345600	587.9	M - 1	877.42	0.97	0.1221	0.1425	1.6699
				M - 2	836.49	1.36	0.1717		
				M - 3	869.79	1.06	0.1336		
	5 días	432000	657.3	M - 1	878.50	1.08	0.1359	0.1256	1.7955
				M - 2	836.69	0.20	0.0252		
				M - 3	871.50	1.71	0.2156		
	6 días	518400	720.0	M - 1	879.26	0.76	0.0957	0.0857	1.8812
				M - 2	836.89	0.20	0.0252		
				M - 3	872.58	1.08	0.1361		
7 días	604400	777.4	M - 1	879.88	0.62	0.0780	0.0832	1.9644	
			M - 2	837.87	0.98	0.1237			
			M - 3	872.96	0.38	0.0479			
8 días	691200	831.4	M - 1	880.32	0.44	0.0554	0.0323	1.9968	
			M - 2	838.10	0.23	0.0290			
			M - 3	873.06	0.10	0.0126			

Fuente: Creación del autor

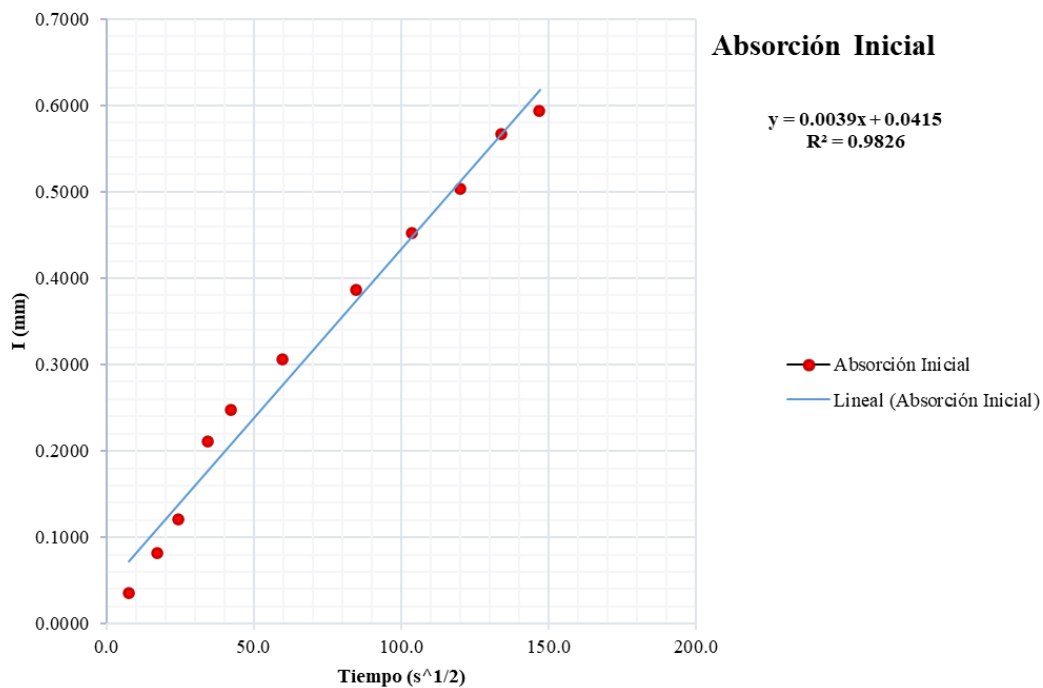


Fig. 30: Absorción inicial del concreto patrón + 3% de cera de carnauba a los 56 días

Fuente: Creación del autor

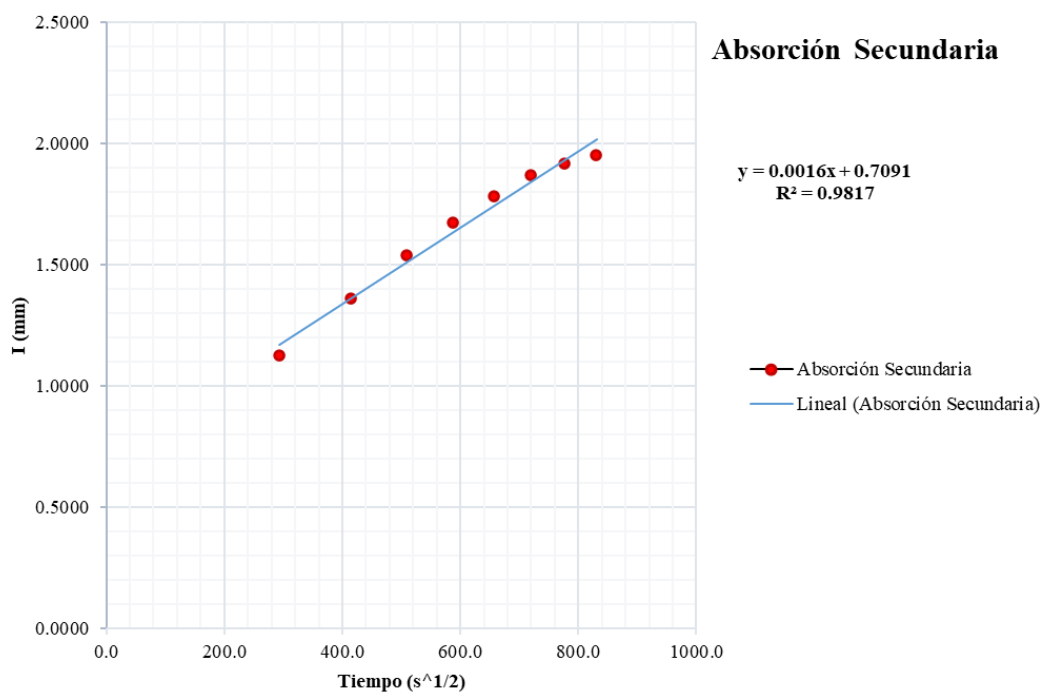


Fig. 31: Absorción secundaria del concreto patrón + 3% de cera de carnauba a los 56 días

Fuente: Creación del autor

Tabla XLVI: Velocidad de absorción de agua del diseño patrón + 5% de cera de carnauba a los 56 días

Ritmo de Absorción	ENSAYO DE LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA								
	Tiempo			Probeta	Masa (g)	Δ masa (g)	Absorción		
	M/H/D	Seg.	$s^{1/2}$				(mm)	Promedio	
				(mm)	$\Sigma\Delta$				
Absorción Inicial (Si)	0	0	0.0	M - 1	862.05	-	0.0000	0.0000	0.0000
				M - 2	833.06	-	0.0000		
				M - 3	765.02	-	0.0000		
	1 min	60	7.7	M - 1	862.33	0.28	0.0355	0.0333	0.0333
				M - 2	833.30	0.24	0.0304		
				M - 3	765.29	0.27	0.0340		
	5 min	300	17.3	M - 1	862.95	0.62	0.0786	0.0540	0.0873
				M - 2	833.60	0.30	0.0380		
				M - 3	765.65	0.36	0.0453		
	10 min	600	24.5	M - 1	863.22	0.27	0.0342	0.0312	0.1184
				M - 2	833.86	0.26	0.0329		
				M - 3	765.86	0.21	0.0264		
	20 min	1200	34.6	M - 1	863.59	0.37	0.0469	0.0434	0.1618
				M - 2	834.20	0.34	0.0430		
				M - 3	766.18	0.32	0.0403		
	30 min	1800	42.4	M - 1	863.83	0.24	0.0304	0.0287	0.1905
				M - 2	834.43	0.23	0.0291		
				M - 3	766.39	0.21	0.0264		
60 min	3600	60.0	M - 1	864.41	0.58	0.0735	0.0653	0.2558	
			M - 2	834.91	0.48	0.0607			
			M - 3	766.88	0.49	0.0617			
2 horas	7200	84.9	M - 1	865.16	0.75	0.0951	0.0847	0.3405	
			M - 2	835.56	0.65	0.0822			
			M - 3	767.49	0.61	0.0768			
3 horas	10800	103.9	M - 1	865.68	0.52	0.0659	0.0628	0.4033	
			M - 2	836.06	0.50	0.0633			
			M - 3	767.96	0.47	0.0592			
4 horas	14400	120.0	M - 1	866.10	0.42	0.0532	0.0527	0.4560	
			M - 2	836.46	0.40	0.0506			
			M - 3	768.39	0.43	0.0542			
5 horas	18000	134.2	M - 1	866.51	0.41	0.0520	0.0472	0.5032	
			M - 2	836.82	0.36	0.0456			
			M - 3	768.74	0.35	0.0441			
6 horas	21600	147.0	M - 1	866.86	0.35	0.0444	0.0396	0.5428	
			M - 2	837.16	0.34	0.0430			
			M - 3	768.99	0.25	0.0315			
Absorción Secundaria (Ss)	1 día	86400	293.9	M - 1	871.69	4.83	0.6122	0.6135	1.1563
				M - 2	841.95	4.79	0.6061		
				M - 3	773.93	4.94	0.6222		
	2 días	172800	415.7	M - 1	873.90	2.21	0.2801	0.2205	1.3769
				M - 2	843.88	1.93	0.2442		
				M - 3	775.02	1.09	0.1373		
	3 días	259200	509.1	M - 1	875.47	1.57	0.1990	0.1762	1.5530
				M - 2	845.33	1.45	0.1835		
				M - 3	776.18	1.16	0.1461		
	4 días	345600	587.9	M - 1	876.53	1.06	0.1344	0.1163	1.6694
				M - 2	846.32	0.99	0.1253		
				M - 3	776.89	0.71	0.0894		
	5 días	432000	657.3	M - 1	877.38	0.85	0.1077	0.0990	1.7684
				M - 2	847.15	0.83	0.1050		
				M - 3	777.56	0.67	0.0844		
	6 días	518400	720.0	M - 1	878.08	0.70	0.0887	0.0839	1.8523
				M - 2	847.89	0.74	0.0936		
				M - 3	778.11	0.55	0.0693		
7 días	604400	777.4	M - 1	878.47	0.39	0.0494	0.0426	1.8949	
			M - 2	848.28	0.39	0.0493			
			M - 3	778.34	0.23	0.0290			
8 días	691200	831.4	M - 1	878.82	0.35	0.0444	0.0392	1.9341	
			M - 2	848.67	0.39	0.0493			
			M - 3	778.53	0.19	0.0239			

Fuente: Creación del autor

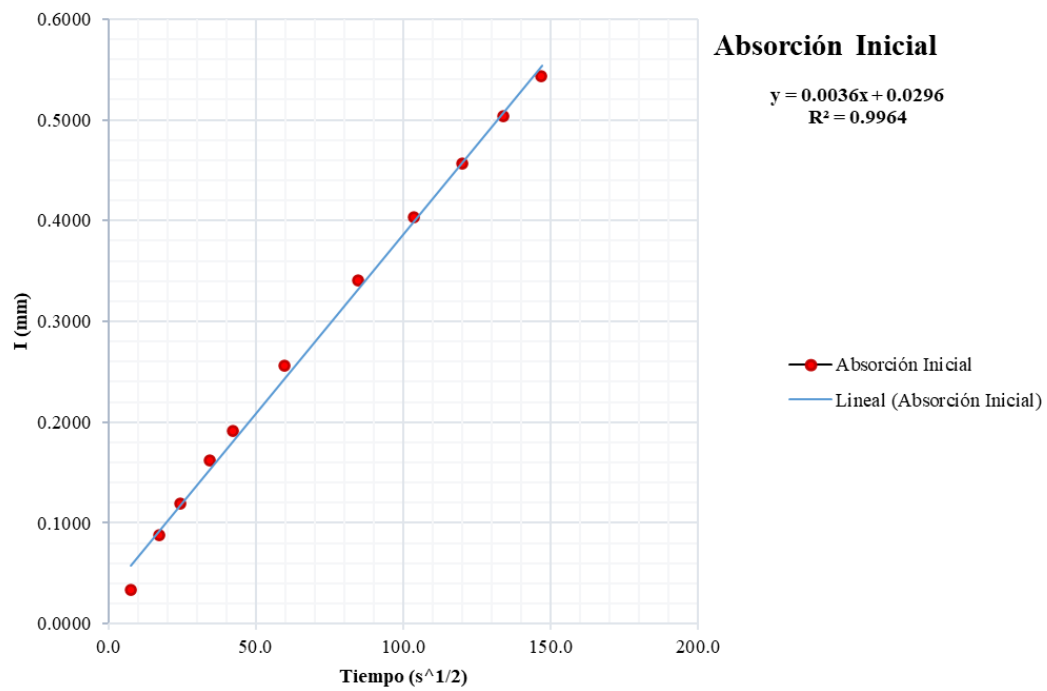


Fig. 32: Absorción inicial del concreto patrón + 5% de cera de carnauba a los 56 días

Fuente: Creación del autor

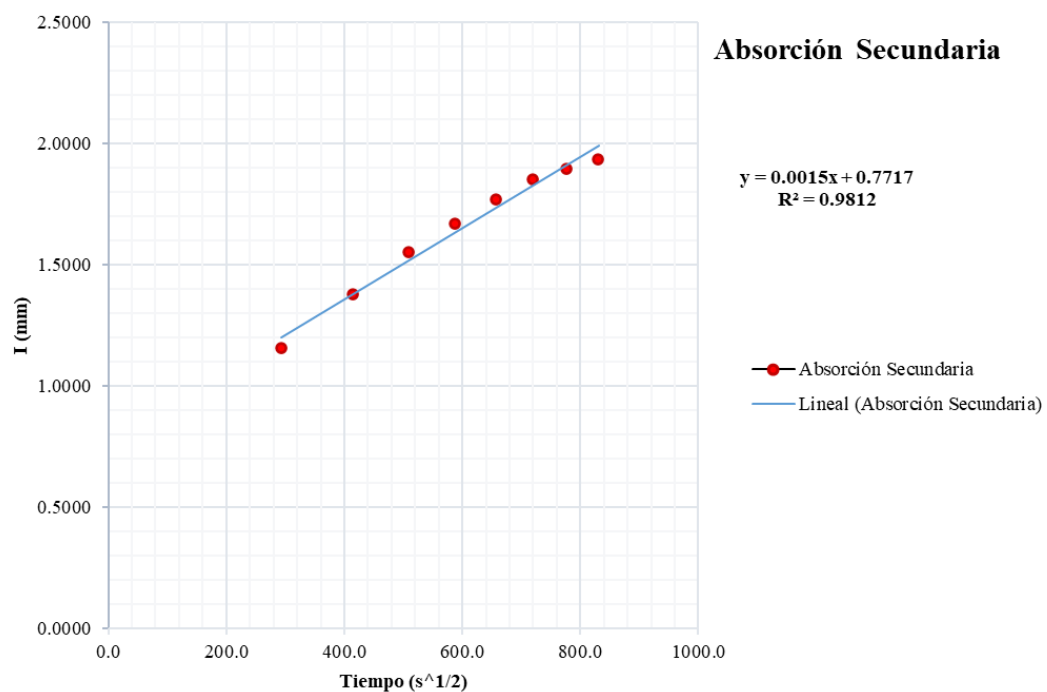


Fig. 33: Absorción secundaria del concreto patrón + 5% de cera de carnauba a los 56 días

Fuente: Creación del autor

Tabla XLVII: Velocidad de absorción de agua del diseño patrón + 7% de cera de carnauba a los 56 días

Ritmo de Absorción	ENSAYO DE LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA								
	Tiempo			Probeta	Masa (g)	Δ masa (g)	Absorción		
	M/H/D	Seg.	$s^{1/2}$				(mm)	Promedio	
				(mm)	$\Sigma\Delta$				
Absorción Inicial (Si)	0	0	0.0	M - 1	797.65	-	0.0000	0.0000	0.0000
				M - 2	921.95	-	0.0000		
				M - 3	892.35	-	0.0000		
	1 min	60	7.7	M - 1	797.77	0.12	0.0151	0.0143	0.0143
				M - 2	922.02	0.07	0.0089		
				M - 3	892.50	0.15	0.0189		
	5 min	300	17.3	M - 1	798.23	0.46	0.0580	0.0660	0.0803
				M - 2	922.55	0.53	0.0670		
				M - 3	893.08	0.58	0.0731		
	10 min	600	24.5	M - 1	798.61	0.38	0.0479	0.0273	0.1076
				M - 2	922.57	0.02	0.0025		
				M - 3	893.33	0.25	0.0315		
	20 min	1200	34.6	M - 1	798.97	0.36	0.0454	0.0560	0.1636
				M - 2	923.16	0.59	0.0746		
				M - 3	893.71	0.38	0.0479		
	30 min	1800	42.4	M - 1	799.11	0.14	0.0176	0.0227	0.1863
				M - 2	923.39	0.23	0.0291		
				M - 3	893.88	0.17	0.0214		
	60 min	3600	60.0	M - 1	799.26	0.15	0.0189	0.0168	0.2032
				M - 2	923.54	0.15	0.0190		
				M - 3	893.98	0.10	0.0126		
	2 horas	7200	84.9	M - 1	799.92	0.66	0.0832	0.0778	0.2810
				M - 2	924.10	0.56	0.0708		
				M - 3	894.61	0.63	0.0794		
3 horas	10800	103.9	M - 1	800.44	0.52	0.0656	0.0648	0.3457	
			M - 2	924.62	0.52	0.0657			
			M - 3	895.11	0.50	0.0630			
4 horas	14400	120.0	M - 1	800.93	0.49	0.0618	0.0601	0.4059	
			M - 2	925.08	0.46	0.0582			
			M - 3	895.59	0.48	0.0605			
5 horas	18000	134.2	M - 1	801.33	0.40	0.0504	0.0496	0.4555	
			M - 2	925.49	0.41	0.0518			
			M - 3	895.96	0.37	0.0466			
6 horas	21600	147.0	M - 1	801.74	0.41	0.0517	0.0496	0.5052	
			M - 2	925.86	0.37	0.0468			
			M - 3	896.36	0.40	0.0504			
Absorción Secundaria (Ss)	1 día	86400	293.9	M - 1	806.58	4.84	0.6101	0.5859	1.0911
				M - 2	930.50	4.64	0.5867		
				M - 3	900.81	4.45	0.5610		
	2 días	172800	415.7	M - 1	808.41	1.83	0.2307	0.2494	1.3405
				M - 2	932.22	1.72	0.2175		
				M - 3	903.19	2.38	0.3000		
	3 días	259200	509.1	M - 1	809.93	1.52	0.1916	0.1661	1.5066
				M - 2	933.48	1.26	0.1593		
				M - 3	904.36	1.17	0.1475		
	4 días	345600	587.9	M - 1	811.09	1.16	0.1462	0.1291	1.6357
				M - 2	934.43	0.95	0.1201		
				M - 3	905.32	0.96	0.1210		
	5 días	432000	657.3	M - 1	812.01	0.92	0.1160	0.1085	1.7442
				M - 2	935.16	0.73	0.0923		
				M - 3	906.25	0.93	0.1172		
	6 días	518400	720.0	M - 1	812.77	0.76	0.0958	0.0820	1.8262
				M - 2	935.68	0.52	0.0657		
				M - 3	906.92	0.67	0.0845		
	7 días	604400	777.4	M - 1	813.12	0.35	0.0441	0.0484	1.8746
				M - 2	936.16	0.48	0.0607		
				M - 3	907.24	0.32	0.0403		
	8 días	691200	831.4	M - 1	813.36	0.24	0.0303	0.0404	1.9150
				M - 2	936.61	0.45	0.0569		
				M - 3	907.51	0.27	0.0340		

Fuente: Creación del autor

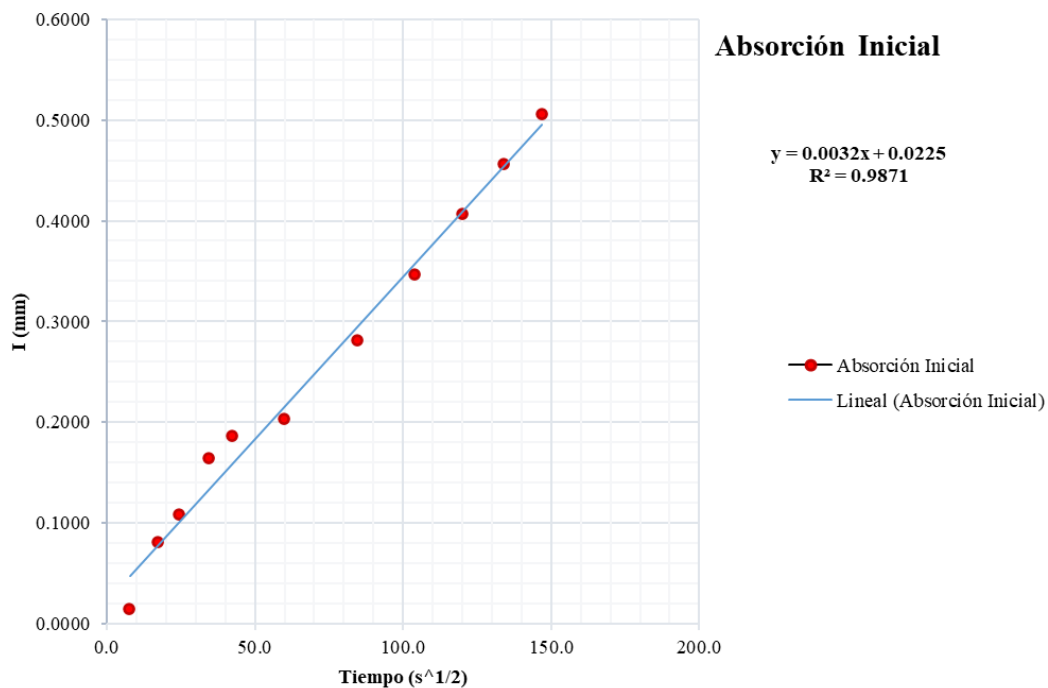


Fig. 34: Absorción inicial del concreto patrón + 7% de cera de carnauba a los 56 días

Fuente: Creación del autor

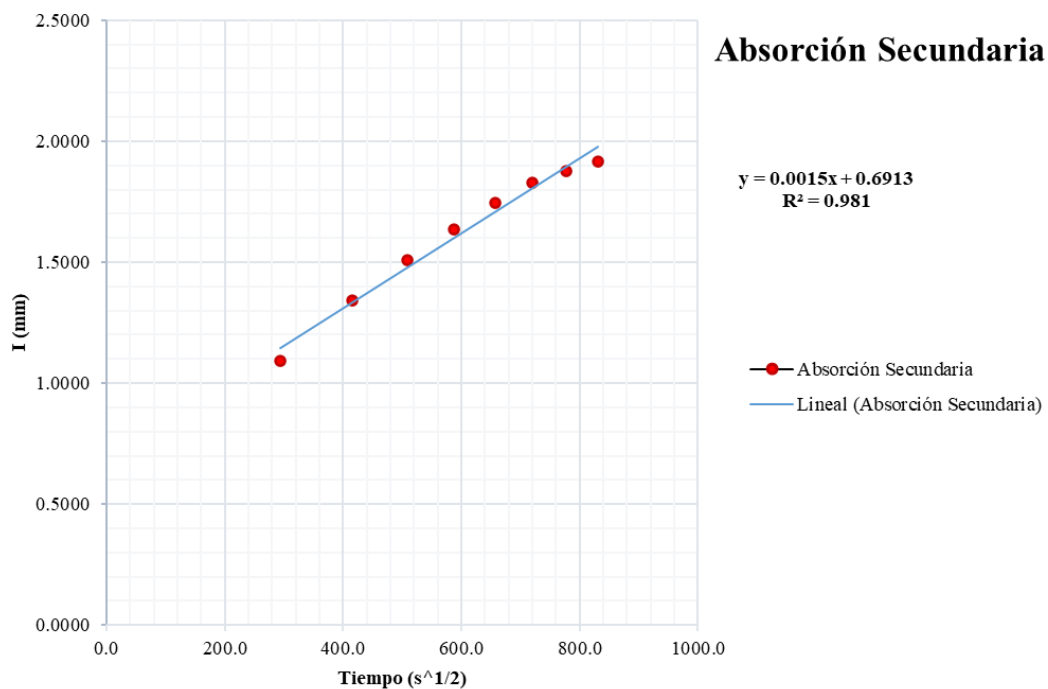


Fig. 35: Absorción secundaria del concreto patrón + 7% de cera de carnauba a los 56 días

Fuente: Creación del autor

Tabla XLVIII: Resumen de la absorción inicial de las muestras de 28 días

DOSIFICACIÓN	TIEMPO	ABSORCIÓN
	M/H/D	I (mm)
DISEÑO PATRÓN	6 horas	0.736
DISEÑO PATRÓN+ 3% C.C	6 horas	0.690
DISEÑO PATRÓN + 5% C.C	6 horas	0.652
DISEÑO PATRÓN + 7% C.C	6 horas	0.616

Fuente: Creación del autor

Se obtuvo que la absorción inicial del diseño patrón fue de 0.736 mm, seguidamente encontramos al diseño patrón con una adicción del 3% de cera de carnauba con 0.69 mm de absorción, luego al adicionar 5% de cera de carnauba a la mezcla se obtuvo 0.652 mm, por último, la mínima absorción fue de 0.616 mm con un 7% de adicción al concreto.

Tabla XLIX: Resumen de la absorción secundaria de las muestras de 28 días

DOSIFICACIÓN	TIEMPO	ABSORCIÓN
	M/H/D	I (mm)
DISEÑO PATRÓN	8 días	2.084
DISEÑO PATRÓN+ 3% C.C	8 días	1.997
DISEÑO PATRÓN + 5% C.C	8 días	1.965
DISEÑO PATRÓN + 7% C.C	8 días	1.941

Fuente: Creación del autor

Se obtuvo que la absorción secundaria del diseño patrón fue de 2.084 mm, seguidamente encontramos al diseño patrón con una adicción del 3% de cera de carnauba con 1.997 mm de absorción, luego al adicionar 5% de cera de carnauba a la mezcla se obtuvo 1.965 mm, por último, la mínima absorción fue de 1.941 mm con un 7% de adicción al concreto.

Tabla L: Resumen de la absorción inicial de las muestras de 56 días

DOSIFICACIÓN	TIEMPO	ABSORCIÓN
	M/H/D	I (mm)
DISEÑO PATRÓN	6 horas	0.635
DISEÑO PATRÓN+ 3% C.C	6 horas	0.594
DISEÑO PATRÓN + 5% C.C	6 horas	0.543
DISEÑO PATRÓN + 7% C.C	6 horas	0.505

Fuente: Creación del autor

Se obtuvo que la absorción inicial del diseño patrón a los 56 días fue de 0.635 mm, seguidamente encontramos al diseño patrón con una adicción del 3% de cera de carnauba con 0.594 mm de absorción, luego al adicionar 5% de cera de carnauba a la mezcla se obtuvo 0.543 mm, por último, la mínima absorción fue de 0.505 mm con un 7% de adicción al concreto.

Tabla LI: Resumen de la absorción secundaria de las muestras de 56 días

DOSIFICACIÓN	TIEMPO	ABSORCIÓN
	M/H/D	I (mm)
DISEÑO PATRÓN	8 días	2.037
DISEÑO PATRÓN+ 3% C.C	8 días	1.953
DISEÑO PATRÓN + 5% C.C	8 días	1.934
DISEÑO PATRÓN + 7% C.C	8 días	1.915

Fuente: Creación del autor

Se obtuvo que la absorción secundaria del diseño patrón a los 56 días fue de 2.037 mm, seguidamente encontramos al diseño patrón con una adicción del 3% de cera de carnauba con 1.953 mm de absorción, luego al adicionar 5% de cera de carnauba a la mezcla se obtuvo 1.934 mm, por último, la mínima absorción fue de 1.915 mm con un 7% de adicción al concreto.

Porcentaje óptimo de adicción de cera de carnauba

En este estudio, se ha descubierto que el 3% es la proporción óptima basándose en pruebas de concreto fresco y endurecido.

Se realizaron múltiples ensayos donde se obtuvieron que con un 3% de adicción de cera de carnauba en el concreto se logra un asentamiento de 3.8 pulg mejorando en un 5%, así mismo se alcanzó una reducción en el contenido de aire, ya que baja de 1.8% a 0.6% de aire atrapando, siendo esta diferencia de 66% respecto al espécimen de control, sin embargo en los datos obtenidos en la temperatura, muestran que no hay una gran diferencia ya que la reducción de su temperatura es del 1% es decir 0.3 °C, respecto al tiempo de fraguado esta adicción actúa como un retardante debido a que hay una disminución de 29 minutos en su tiempo de fraguado final; en la resistencia a cargas de compresión al utilizar un 3% de cera de carnauba en la mezcla es beneficioso ya que los resultados en los primeros 28 días son relativamente muy cercanos, sin embargo este porcentaje a largo plazo hace que la resistencia a la compresión aumente, con respecto a la abrasión debido a la cera de carnauba tiene como propiedad una alta dureza se

reduce el porcentaje de desgaste en un 29% en los 28 días y un 50% a los 56 días de curado, en cuanto a la permeabilidad al agregar un 3% de cera de carnauba en la mezcla hace que la permeabilidad del concreto se reduzca en un 7.74% a los 28 días y un 11.36% a los 56 días, análogamente también se reduce la velocidad de absorción de agua en un 4 % a los 28 y 56 días si lo comparamos con la absorción del espécimen de control.

Comparación económica del concreto con carnauba y concreto tradicional.

En esta investigación se ha evaluado el precio de elaboración de concreto y las variaciones de costos al adicionar diferentes porcentajes de cera de carnauba a la mezcla en relación con el cemento. Los resultados obtenidos muestran diferencias significativas en los costos dependiendo del porcentaje de cera de carnauba añadido.

Tabla LII: Análisis de precios unitarios del concreto de control (APU)

PARTIDA: LOSA ALIGERADA DE $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$					UNIDAD: m ³	
RENDIMIENTO: 25 m ³ /día					COSTO: S/ 423.73	
DESCRIPCIÓN	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES						315.96
Cemento CEMEX tipo I	Bls		9.54	25.59	244.16	
Arena Gruesa	m ³		0.47	55.08	25.89	
Piedra Chancada de 3/4"	m ³		0.65	67.80	44.07	
Agua	m ³		0.23	8.00	1.84	
MANO DE OBRA						96.24
Capataz	hh	0.3	0.10	28.19	2.71	
Operario	hh	3	0.96	23.49	22.55	
Oficial	hh	2	0.64	18.57	11.88	
Peón	hh	11	3.52	16.79	59.10	
MAQUINARIA, EQUIPO Y/O HERRAMIENTAS						11.53
Herramientas 3% M. de Obra	%MO		0.03	96.24	2.89	
Mezcladora de 9-11 p3	hm	1	0.32	12.00	3.84	
Vibrador 2.0 4HP	hm	0.75	0.24	10.00	2.40	
Winche	hm	0.75	0.24	10.00	2.40	
TOTAL: S/.						423.73

Fuente: Creación del autor

Tabla LIII: APU+ 3% C.C

PARTIDA: LOSA ALIGERADA DE $f_c=210$ Kg/cm ² + 3% Cera de Carnauba						UNIDAD: m ³
RENDIMIENTO: 25 m ³ /día						COSTO: S/ 951.25
DESCRIPCIÓN	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES						843.48
Cemento CEMEX tipo I	Bls		9.54	25.59	244.16	
Arena Gruesa	m ³		0.47	55.08	25.89	
Piedra Chancada de 3/4"	m ³		0.65	67.80	44.07	
Cera de Carnauba	kg		12.56	42.00	527.52	
Agua	m ³		0.23	8.00	1.84	
MANO DE OBRA						96.24
Capataz	hh	0.3	0.10	28.19	2.71	
Operario	hh	3	0.96	23.49	22.55	
Oficial	hh	2	0.64	18.57	11.88	
Peón	hh	11	3.52	16.79	59.10	
MAQUINARIA, EQUIPO Y/O HERRAMIENTAS						11.53
Herramientas 3% M. de Obra	%MO		0.03	96.24	2.89	
Mezcladora de 9-11 p ³	hm	1	0.32	12.00	3.84	
Vibrador 2.0 4HP	hm	0.75	0.24	10.00	2.40	
Winche	hm	0.75	0.24	10.00	2.40	
TOTAL: S/.						951.25

Fuente: Creación del autor

Tabla LIV: APU + 5% C.C

PARTIDA: LOSA ALIGERADA DE $f_c=210$ Kg/cm ² + 5% Cera de Carnauba						UNIDAD: m ³
RENDIMIENTO: 25 m ³ /día						COSTO: S/ 1,303.21
DESCRIPCIÓN	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES						1,195.44
Cemento CEMEX tipo I	Bls		9.54	25.59	244.16	
Arena Gruesa	m ³		0.47	55.08	25.89	
Piedra Chancada de 3/4"	m ³		0.65	67.80	44.07	
Cera de Carnauba	kg		20.94	42.00	879.48	
Agua	m ³		0.23	8.00	1.84	
MANO DE OBRA						96.24
Capataz	hh	0.3	0.10	28.19	2.71	
Operario	hh	3	0.96	23.49	22.55	
Oficial	hh	2	0.64	18.57	11.88	
Peón	hh	11	3.52	16.79	59.10	
MAQUINARIA, EQUIPO Y/O HERRAMIENTAS						11.53
Herramientas 3% M. de Obra	%MO		0.03	96.24	2.89	
Mezcladora de 9-11 p ³	hm	1	0.32	12.00	3.84	
Vibrador 2.0 4HP	hm	0.75	0.24	10.00	2.40	
Winche	hm	0.75	0.24	10.00	2.40	
TOTAL: S/.						1,303.21

Fuente: Creación del autor

Tabla LV: APU + 7% C.C

PARTIDA: LOSA ALIGERADA DE $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2 + 7\% \text{ Cera de Carnauba}$						UNIDAD: m ³
RENDIMIENTO: 25 m ³ /día						COSTO: S/ 1,655.17
DESCRIPCIÓN	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES						1,547.40
Cemento CEMEX tipo I	Bls		9.54	25.59	244.16	
Arena Gruesa	m ³		0.47	55.08	25.89	
Piedra Chancada de 3/4"	m ³		0.65	67.80	44.07	
Cera de Carnauba	kg		29.32	42.00	1,231.44	
Agua	m ³		0.23	8.00	1.84	
MANO DE OBRA						96.24
Capataz	hh	0.3	0.10	28.19	2.71	
Operario	hh	3	0.96	23.49	22.55	
Oficial	hh	2	0.64	18.57	11.88	
Peón	hh	11	3.52	16.79	59.10	
MAQUINARIA, EQUIPO Y/O HERRAMIENTAS						11.53
Herramientas 3% M. de Obra	%MO		0.03	96.24	2.89	
Mezcladora de 9-11 p3	hm	1	0.32	12.00	3.84	
Vibrador 2.0 4HP	hm	0.75	0.24	10.00	2.40	
Winche	hm	0.75	0.24	10.00	2.40	
TOTAL: S/.						1,655.17

Fuente: Creación del autor

Discusiones

Es importante señalar que no se hallaron estudios previos sobre la adición de cera de carnauba en la proporción agua-cemento utilizada en esta investigación. Además, se emplearon distintos porcentajes de adición en un concreto convencional bajo condiciones normales, de manera que los resultados obtenidos se contrastarán con los referentes encontrados.

Según el objetivo específico, caracterizar las propiedades físicas de la cera de carnauba, los resultados obtenidos en la tabla 23 evidencian que la cera de carnauba está compuesta de un 80 a 85% de esteres de ácidos grasos, y alrededor del 10 a 15% de su composición son alcoholes grasos y entre el 3 al 6% corresponden a ácidos. Esta cera se presenta en una forma escamosa de color amarillo-naranja y tiene un punto de inflamación superior a los 299 °C, además de un punto de fusión notablemente alto de 82.5 °C. Estas características le permiten conservar su forma y propiedades a temperaturas ambiente, aunque comienza a fundirse a temperaturas más elevadas. Su insolubilidad en agua le otorga una resistencia significativa a la misma, y su densidad es de 0.968 gr/cm³, lo que indica que es menos densa que el agua, resultados que, al ser evaluados frente a los resultados de por Morales [3], quien concluyo que el punto de fusión de la cera de carnauba se encuentra entre 83 a 91°C, con un índice de acidez de 3.58 y una alta dureza, por lo que las características estudiadas se relacionan con lo investigado, así mismo se los datos se contrastan con la tabla 6.

Según el objetivo específico, determinar la influencia de la cera de carnauba en las propiedades del concreto estado fresco que incluye el asentamiento, el contenido de aire, la temperatura y el tiempo de fraguado, se consiguieron los siguientes resultados:

El asentamiento del concreto se ve influenciado positivamente al incorporar cera de carnauba en los porcentajes de 3, 5 y 7%, ya que los resultados obtenidos en tabla 24 evidencian que el concreto patrón obtuvo 3.6 pulg mientras que, al agregar los distintos porcentajes de adición, el asentamiento va escalando un 5% por cada porcentaje incorporado respecto al concreto patrón, es decir que a mayor porcentaje de cera que se le adicione la mezcla el asentamiento aumentará.

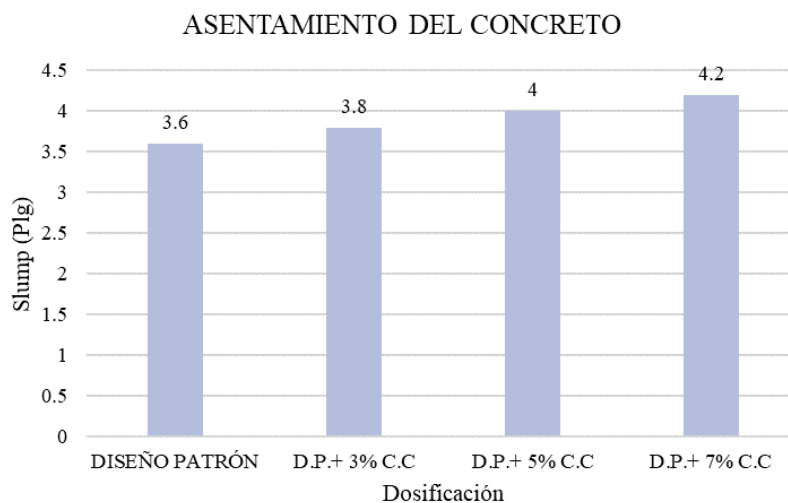


Fig. 36: Comparaci3n de asentamiento del concreto

Fuente: Creaci3n del autor

El contenido de aire seg3n la tabla 25, se realiz3 el dise2o de mezcla teniendo como par3metro un 2% de aire atrapado en el concreto patr3n, sin embargo, al realizar el ensayo se obtiene un 1.8% de aire atrapado, as3 mismo, se evidencia una disminuci3n de un 66.7% de aire atrapado adicionando 3% de cera de carnauba respecto al dise2o patr3n, correlativamente el contenido de aire va disminuyendo un 5.6% al adicionar 5 y 7%, por lo que se afirma que al adicionar mayor cantidad de cera de carnauba en la mezcla el porcentaje de aire atrapado va disminuyendo.

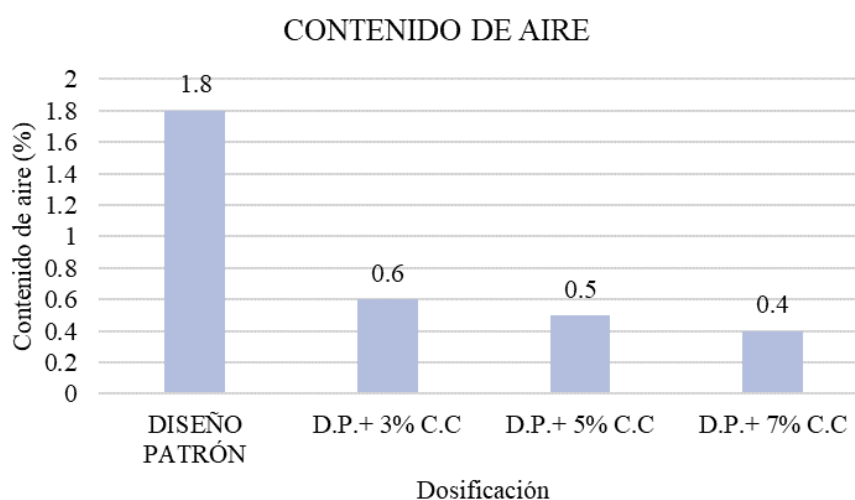


Fig. 37: Comparaci3n de contenido de aire en el concreto

Fuente: Creaci3n del autor

La temperatura del concreto se ve influenciada por la adicción de cera de carnauba ya que en la tabla 30 se evidencia que el espécimen de control obtuvo una temperatura de 26.1 °C, sin embargo, al adicionar 3% cera de carnauba en la mezcla, hay una reducción de su temperatura en un 1%, así mismo si adicionamos 5 y 7% de cera de carnauba, hay una diferencia de 1.5% y 2% respecto al concreto patrón, por lo que se afirma que al adicionar cera de carnauba en el concreto disminuye su temperatura en el concreto, lo cual está relacionado a su tiempo de fraguado.

El tiempo de fraguado se ve influenciado por la incorporación de cera de carnauba, ya que según la según tabla 29, se observa que el espécimen de control obtiene una resistencia a la penetración de 4000 PSI a las 5 horas con 41 minutos, mientras que al agregar un 3% de cera de carnauba se obtiene un tiempo fraguado final de 6 horas con 8 min, habiendo una diferencia de 27 minutos, además si al incorporar 5% y 7% hay un intervalo de 18 min entre cada porcentaje respecto al adicionar 3%. Así mismo se evidencia en la figura 38 que la cera de carnauba actúa como un retardante en la mezcla de concreto, ya que al incorporar más proporción de cera de carnauba en el concreto mayor será el tiempo de fraguado.

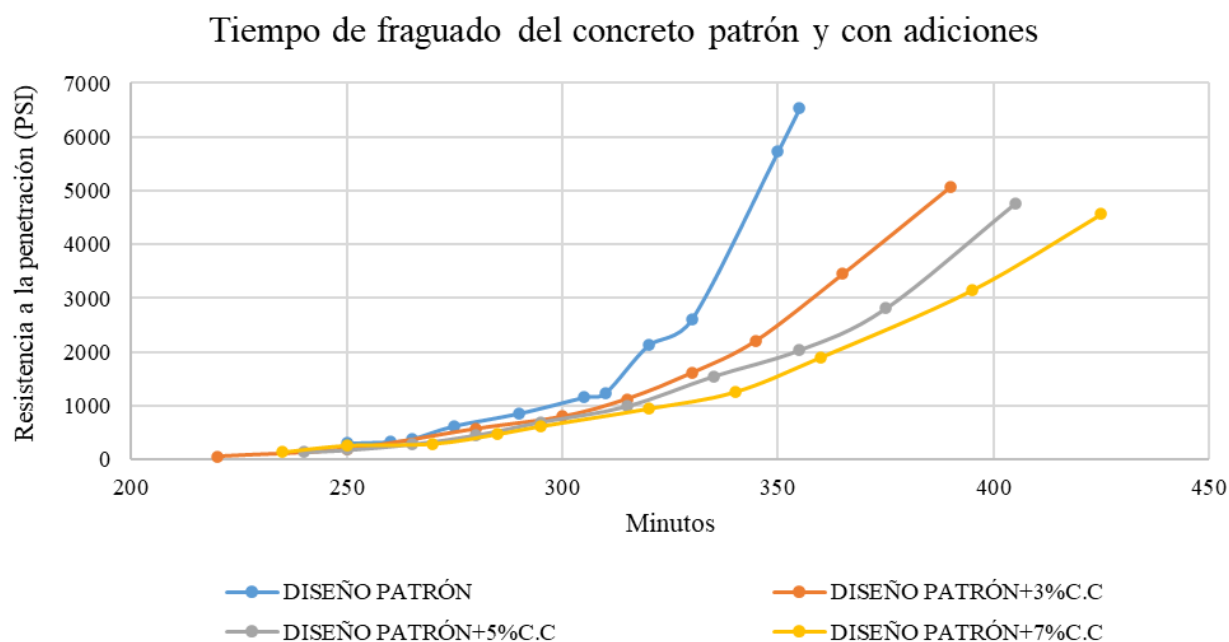


Fig. 38: Comparación de tiempo de fraguado del concreto

Fuente: Creación del autor

Según el objetivo específico, determinar la influencia de la cera de carnauba en las propiedades del concreto endurecido como la resistencia al esfuerzo de compresión y a la abrasión, se obtuvieron los siguientes resultados:

La resistencia al esfuerzo de compresión, si se ve influenciado por la incorporación de la cera de carnauba, según la tabla 32 se evidencia que a los 7 y 14 días los especímenes de control obtienen una mejor resistencia que los concretos con adición, así mismo, en la tabla 34 se evidencia que tras 28 días el espécimen con 3% de cera de carnauba adquiere una resistencia de 336.44 kg/cm² mientras que el espécimen de control obtiene una resistencia de 332.68, lo cual indica que fue superado por un 1%, sin embargo, el concreto patrón supera por un 8 y 12 % a las resistencias obtenidas al incorporar un 5 y 7% de cera de carnauba respectivamente; al evaluar la resistencia a cargas de compresión a los 56 días, el espécimen de control obtiene una resistencia de 374.18 kg/cm², por otro lado al adicionar un 3% de cera de carnauba se obtiene una resistencia de 384.26, habiendo una diferencia aproximada de 10kg/cm², sin embargo al comparar el concreto patrón con las adiciones de 5% y 7% esta diferencia aumenta entre 28 a 34 kg/cm², ya que el espécimen con un 5 y 7% de Cera de carnauba obtuvo una resistencia de 346.23 y 340.70 kg/cm², estos datos al ser comparados con lo encontrado por Mesquita [4], quien obtuvo que la resistencia a cargas de compresión del concreto autocompactante tras 28 días de curado fue de 305 kg/cm² aproximadamente y con un 5% de polvo de carnauba en su mezcla tuvo un incremento de resistencia a 340 kg/cm² aproximadamente, sin embargo al realizar esta comparación debemos de tener en cuenta que las investigaciones usan diferentes agregados o insumos para la elaboración del concreto por la diferencia de zona, aun así se demuestra que al añadir poco porcentaje de cera de carnauba en el concreto si mejora la resistencia a cargas de compresión tras 28 y 56 días, es decir se alcanza una resistencia superior a largo plazo, como se ilustra en la figura 39.

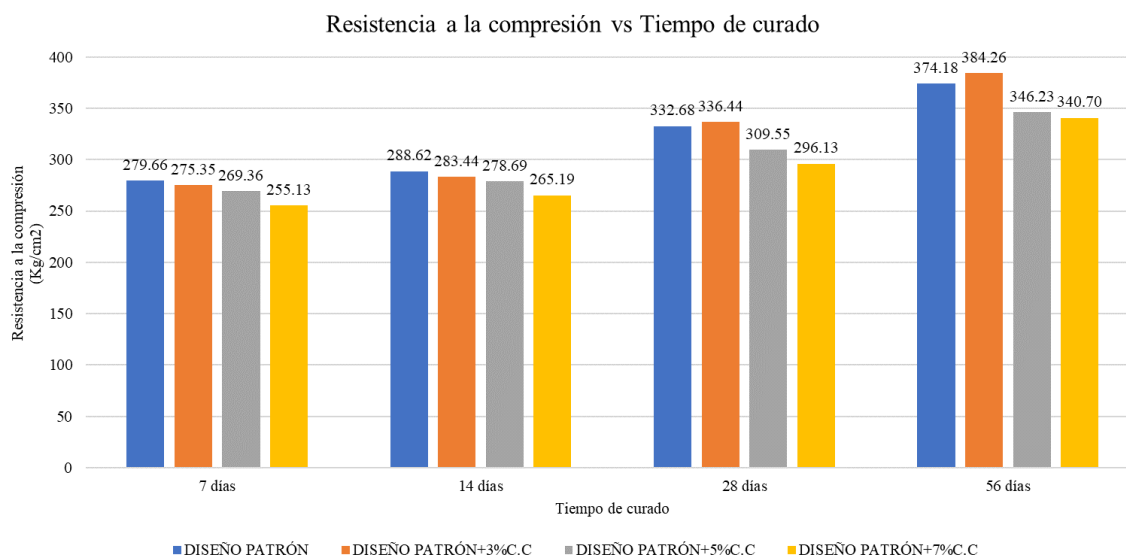


Fig. 39: Comparación de resistencia a cargas de compresión de los especímenes

Fuente: Creación del autor

Los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia a la compresión del concreto patrón evidencian una alta resistencia, lo cual puede explicarse por diversos factores. En primer lugar, el diseño de mezcla fue elaborado bajo el método del ACI utilizando el tercer caso, debido a la falta de datos estadísticos suficientes, por lo que se adicionó un margen de seguridad de 85 kg/cm² a la resistencia de diseño, resultando en una resistencia requerida de 295 kg/cm². Además, el proceso de curado fue óptimo, manteniendo las muestras en condiciones adecuadas de humedad y temperatura, lo que favoreció el desarrollo de resistencia. No obstante, otro factor clave en el comportamiento observado es el tipo de cemento utilizado. En esta investigación se empleó cemento Cemex Tipo I de uso estructural, cuya ficha técnica (Figura 40) indica que presenta altas resistencias iniciales y finales en comparación con la norma NTP 334.009/ASTM C-150, lo que explica en gran medida los valores elevados obtenidos en los ensayos. De acuerdo con la ficha técnica, la resistencia del cemento Cemex Tipo I a los 3 días es de 370 kg/cm², a los 7 días alcanza 493 kg/cm² y a los 28 días llega a 587 kg/cm². Comparando estos valores con los obtenidos en esta investigación, se observa un comportamiento similar en el desarrollo de resistencia a la compresión, lo que sugiere que el alto desempeño del concreto se debe, en gran parte, a la elección del cemento.

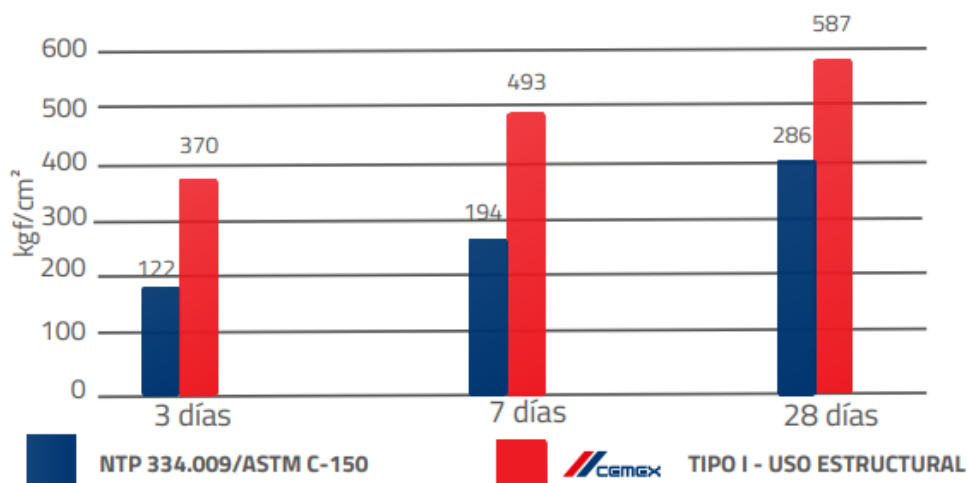


Fig. 40: Comparativa de resistencia a la compresión cemento Cemex Tipo I

Fuente: [32]

La resistencia a la abrasión se ve influenciado positivamente al adicionar cera de carnauba en la mezcla, según la tabla 46 se evidencia que la abrasión del concreto patrón a los 28 días es de 0.24%, mientras que al agregar 3, 5 y 7%, la abrasión del concreto se reduce a 0.17, 0.07 y 0.06%, es decir que al incorporar un 3% de cera de carnauba la abrasión se reduce en un 29% respecto al concreto patrón, y si añadimos un 5 y 7% el desgaste se reduce notablemente en un 70 y 75% comparado al concreto patrón, por otro lado en tabla 47 se evidencia que la abrasión del concreto patrón a los 56 días es de 0.16%, si adicionamos un 3% de cera de carnauba la abrasión se reduce un 50%, sin embargo si agregamos un 5 y 7% de cera a la mezcla, la abrasión se reduce considerablemente en un 75 y 81 %, análogamente si comparamos la abrasión de las muestras curadas durante 28 días y las de 56 días podemos notar según la figura 40 que se reduce la abrasión en un 65% en el espécimen de control, así mismo el espécimen con una adicción de 3% el desgaste se reduce en 44%, mientras que al agregar un 5 y 7% la abrasión se reduce en 62 y 48% respectivamente. Por lo que podemos afirmar que a mayor porcentaje de incorporación de cera de carnauba disminuye la abrasión en el concreto a los 28 días de curado y notablemente reduce el desgaste en muestras con 56 días de curado, por la alta dureza que tiene el material.

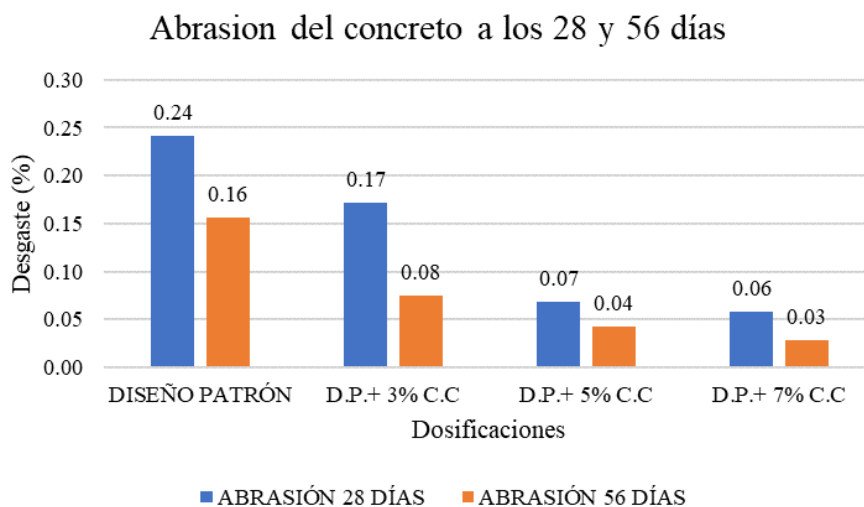


Fig. 41: Comparación de la abrasión del concreto

Fuente: Creación del autor

Según el objetivo específico, analizar la influencia de la cera de carnauba en la permeabilidad del concreto, se realizaron ensayos como la penetración de agua a presión y la velocidad de absorción de agua, los cuales dieron los siguientes resultados.

Respecto al primer ensayo para concreto curado durante 28 días, se alcanzaron los resultados de la tabla 38 donde se evidencia que la penetración de agua en el espécimen de control es de 49.67 mm, mientras que al adicionar un 3% de cera de carnauba se adquiere una penetración de 45.83 mm por lo que hay una reducción de 7.74% de penetración de agua respecto al espécimen de control, sin embargo, con la incorporación de un 5 y 7% se obtiene una menor penetración de agua de 38.12 y 33.49 mm donde hay una reducción del 23.25% y 32.58% de penetración de agua en relación al espécimen de control; para muestras evaluadas a 56 días según la tabla 39, se observa que la penetración disminuye en el espécimen de control a 47.80 mm, mientras que para un 3% de adición la penetración de agua se reduce a 42.37 mm, es decir hay una reducción del 11% de penetración de agua, así mismo si adicionamos el 5 y 7% de cera de carnauba existe una reducción del 24 y 40 % respectivamente, si comparamos estos datos por lo encontrado por Mesquita [4], quien concluyó que el adicionar polvo de carnauba en el concreto da buenos resultados para concreto autocompactante a edades de 28, 68, 108, 148 días de curado ya que obtuvo datos menores a los que la norma EU 12390-8, por lo que podemos afirmar que según la figura 41 al incorporar cera de carnauba en el concreto reduce la penetración de agua en los especímenes de concreto.

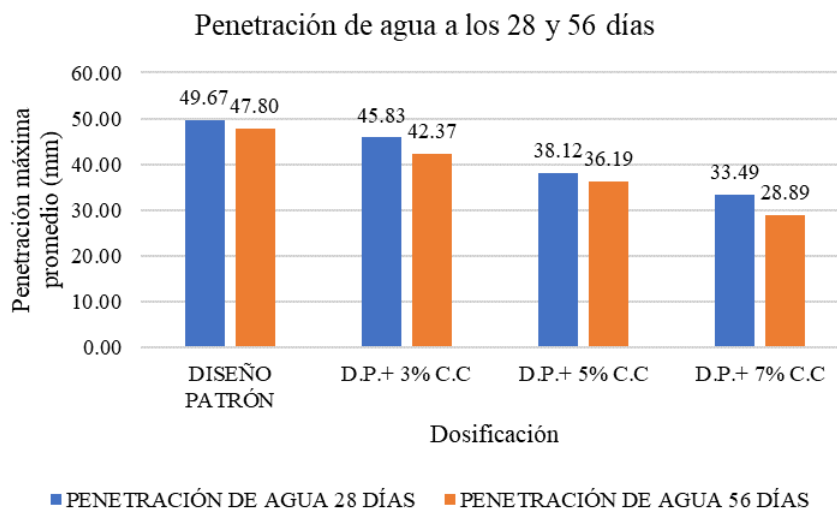


Fig. 42: Comparación de penetración de agua mediante presión en el concreto

Fuente: Creación del autor

Respecto a la absorción de agua, se ve influenciada positivamente al adicionar cera de carnauba, ya que según la tabla 48, la absorción inicial de agua a los 28 días en la muestra patrón fue de 0.736 mm, mientras que al incorporar 3, 5 y 7% de cera de carnauba se reduce en 0.69, 0.652 y 0.616 mm, por lo que hay un reducción de 6.3, 11.4 y 16.3 % respectivamente, en cuanto a la absorción secundaria según la tabla 49, la muestra patrón presento un absorción de 2.084 mm mientras que al incorporar 3, 5 y 7% de cera de carnauba se reducen en 1.997, 1.965 y 1.941 mm, es decir hay un reducción de 4.2, 5.7 y 6.9 % respectivamente, por otro lado al evaluar las muestras con 56 días de curado según la tabla 50, los resultados mostraron que los especímenes de control tuvieron una absorción de 0.635 mm, y al adicionar 3% de cera de carnauba se reduce la absorción en un 6% semejante a la muestra estudiada a los 28 días, mientras que al incorporar 5 y 7% la absorción inicial se reduce notablemente en un 15 y 21 %, por otro lado la absorción secundaria según la tabla 51, se puede ver que el concreto patrón obtuvo una absorción de 2.037 mm, mientras que al agregar 3, 5 y 7% de cera de carnauba la absorción se reduce en 4, 5 y 6%. Así mismo en la figura 42 se evidencia que no hay una notable diferencia entre la absorción y las edades de curado ya que la gran parte de dosificaciones tienen una reducción de 2% entre los 28 y 56 días, además podemos afirmar que, al agregar más porcentaje de cera de carnauba en la mezcla, el concreto reduce la absorción de agua.

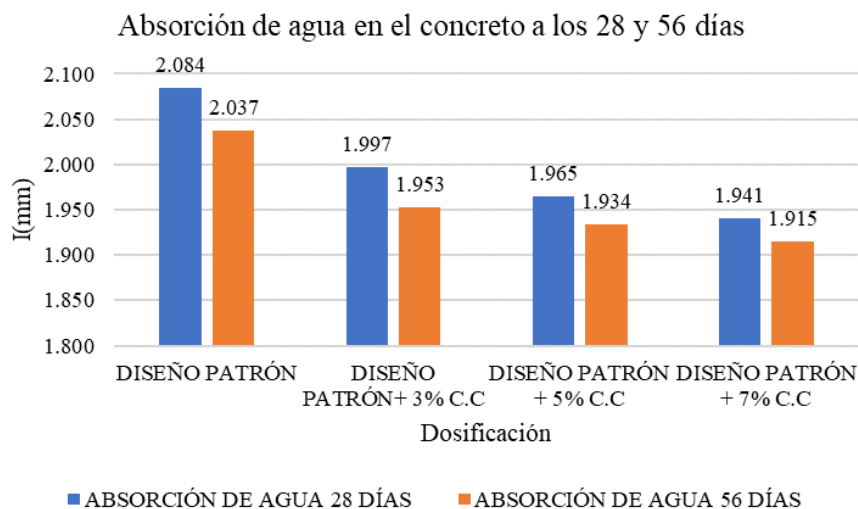


Fig. 43: Comparación de absorción de agua en el concreto

Fuente: Creación del autor

Con estos resultados podemos afirmar que la cera de carnauba si influye en la permeabilidad ya que reduce su penetración de agua en un 33 % a los 28 días y en un 40% a los 56 días, así mismo disminuye la absorción inicial de agua en 16.3 y 20.5% a los 28 y 56 días de curado, mientras que la absorción final solo se reduce entre un 6 a 7% a los 28 y 56 días si agregamos 7 % de cera de carnauba en relación con el cemento a la mezcla.

Según el objetivo específico, determinar qué porcentaje propuesto de la cera de carnauba es óptimo para mejorar las propiedades del concreto, en este estudio, se ha encontrado que el 3% es la proporción óptima basándose en pruebas de asentamiento, contenido de aire, temperatura, tiempo de fraguado, resistencia al esfuerzo de compresión, resistencia a la abrasión y permeabilidad, donde se obtuvieron que con un 3% de adicción de cera de carnauba en el concreto se logra un asentamiento de 3.8 pulg mejorando en un 5%, así mismo se descubrió que en el contenido de aire baja de 1.8% a 0.6% de aire atrapando, siendo esta diferencia de 66% respecto al espécimen de control, sin embargo, en los resultados de temperatura no se evidencia una gran diferencia ya que la reducción de su temperatura es del 1% es decir 0.3 °C, respecto al tiempo de fraguado esta adicción actúa como un retardante debido a que hay una disminución de 27 minutos en su tiempo de fraguado final; en la resistencia a cargas de compresión utilizar un 3% de cera de carnauba en la mezcla es beneficioso ya que los resultados en los primeros 28 días son relativamente muy cercanos, sin embargo este porcentaje a largo plazo hace que la resistencia a la compresión aumente, con respecto a la abrasión debido a la cera de carnauba

tiene como propiedad una alta dureza se reduce el porcentaje de desgaste en un 29% en los 28 días y un 50% a los 56 días de curado, en cuanto a la permeabilidad al agregar un 3% de cera de carnauba en la mezcla hace que la permeabilidad del concreto se reduzca en un 7.74% a los 28 días y un 11.36% a los 56 días cumpliendo con los requisitos de la UNE 12390-8, análogamente también se reduce la velocidad de absorción en un 4 % a los 28 y 56 días si lo comparamos con la absorción del espécimen de control.

Según el objetivo específico de comparar económicamente el concreto con cera de carnauba y el concreto tradicional; como se observa en la figura 43, los resultados muestran que al añadir un 3% de cera de carnauba, el precio por m³ de concreto aumenta en un 55% en contraste con el concreto convencional. Este incremento significativo en el precio se debe al costo adicional de la cera de carnauba. A pesar de los beneficios obtenidos en diversas propiedades del concreto al incorporar la cera de carnauba, como la mejora en la resistencia y la durabilidad, la evaluación económica concluye que no es rentable producir concreto con la adición de cera de carnauba. El análisis costo-beneficio sugiere que los costos adicionales superan las ventajas obtenidas, haciendo que esta opción no sea viable desde una perspectiva económica. Sin embargo, su uso podría justificarse en infraestructuras expuestas a ambientes agresivos, como zonas costeras, ambientes industriales, estructuras subterráneas, reservorios, canales de conducción y entre otras obras hidráulicas. En estos casos, la reducción de permeabilidad y el aumento de la vida útil podrían compensar la inversión inicial, disminuyendo los costos de mantenimiento y prolongando la durabilidad de la infraestructura.

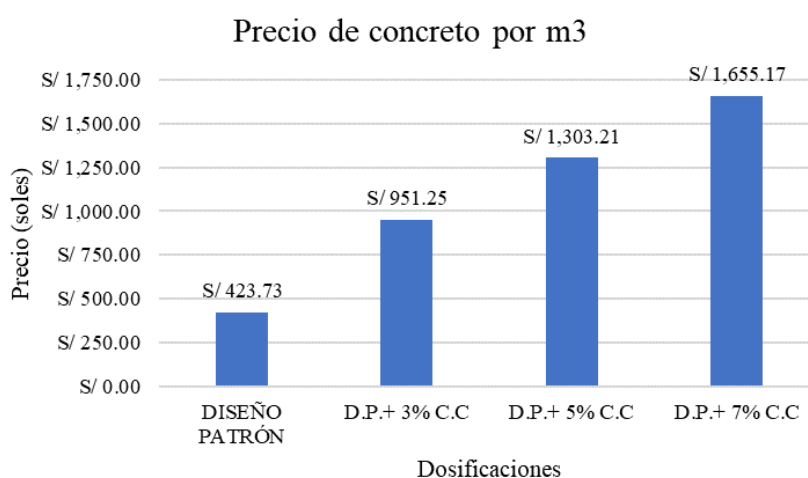


Fig. 44: Comparación de precios de concreto por m³

Fuente: Creación del autor

Los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia a la compresión del concreto patrón evidencian valores superiores a los esperados, lo cual se debe a distintos factores, como el método de diseño empleado, el proceso de curado y el tipo de cemento utilizado. Sin embargo, más allá de la comparación numérica, es importante analizar la utilidad estructural de este comportamiento y sus implicaciones en la ingeniería civil.

Desde el punto de vista de la seguridad estructural, el hecho de que el concreto haya alcanzado una resistencia superior a la de diseño proporciona un margen de seguridad adicional para la estructura. Esto puede ser beneficioso en zonas de alta demanda sísmica, donde se requiere que los elementos estructurales soporten mayores esfuerzos sin comprometer su desempeño. No obstante, es fundamental evaluar si este incremento en la resistencia se traduce en una mejora efectiva en la ductilidad y capacidad de disipación de energía del concreto, ya que valores excesivamente altos podrían afectar su comportamiento frente a cargas dinámicas. En estructuras sometidas a esfuerzos sísmicos, un concreto más resistente pero menos deformable podría generar fallas frágiles, reduciendo la capacidad de absorción de energía del sistema estructural.

En términos de durabilidad, los ensayos de permeabilidad y absorción de agua reflejan una mejora progresiva con la adición de cera de carnauba. Se observó que, a los 28 y 56 días de curado, la penetración máxima de agua en el concreto redujo. De manera similar, la velocidad de absorción inicial y final disminuyó. Estos resultados indican que la inclusión de cera de carnauba contribuye a reducir la porosidad del concreto, mejorando su resistencia frente a la penetración de agua y, por ende, su durabilidad a largo plazo.

Esta reducción en la permeabilidad y absorción es particularmente relevante en ambientes agresivos, como zonas costeras o suelos con alta presencia de sulfatos y cloruros, ya que minimiza el riesgo de deterioro prematuro por ataque químico y corrosión en el refuerzo, prolongando su vida útil.

El rápido desarrollo de resistencias iniciales también impacta en el desempeño a largo plazo. Si bien una alta resistencia temprana puede ser ventajosa en proyectos con tiempos de ejecución reducidos, también puede aumentar el riesgo de fisuración por retracción si no se toman medidas adecuadas en el proceso de curado y control térmico. En estructuras sometidas a cargas

cíclicas o diferidas en el tiempo, es necesario evaluar si la ganancia rápida de resistencia afecta la capacidad del concreto para absorber deformaciones sin fracturarse prematuramente.

Adicionalmente, la reducción en la absorción de agua y la mejora en la impermeabilidad lo hacen adecuado para estructuras hidráulicas, tanques de almacenamiento, túneles, cimentaciones en suelos húmedos o agresivos e infraestructuras subterráneas.

Finalmente, se debe considerar el impacto económico del concreto. Si bien la inclusión de cera de carnauba mejora la durabilidad y reduce el mantenimiento a largo plazo, su implementación a gran escala debe evaluarse en función del costo-beneficio debido al alto costo de esta adicción y verificar que los costos de inversión son compensados con los costos de mantenimiento y reparación en las estructuras.

Conclusiones

La caracterización de las propiedades físicas de la cera de carnauba revela su composición predominante de esteres de ácidos grasos (80-85%), acompañados de alcoholes grasos (10-15%) y ácidos (3-6%). Presenta una forma escamosa y color amarillo-naranja, su densidad de 0.968 gr/cm³ y su insolubilidad en agua la hacen duradera, así mismo tiene un punto de fusión de 82.5 °C y un punto de inflamación superior a 299 °C, indicando una notable estabilidad térmica.

La investigación sobre la influencia de la cera de carnauba en diversas propiedades del concreto en estado fresco ha arrojado resultados significativos. La adición de cera de carnauba ha demostrado tener un impacto positivo en el asentamiento del concreto, con un incremento proporcional al aumento en el porcentaje de adición de cera. Además, se observó una disminución considerable en el contenido de aire atrapado en el concreto al agregar cera de carnauba.

En cuanto a la influencia de la cera de carnauba a la temperatura del concreto, se encontró que no hay una diferencia notable incorporar cera de carnauba, lo que también está vinculado con un aumento en el tiempo de fraguado. Este aumento en el tiempo de fraguado, evidenciado en que el diseño patrón tiene un tiempo de fraguado final de 5 horas con 41 min, mientras que al adicionar un 7% de cera de carnauba a al concreto se obtiene un tiempo de fraguado final de 6 horas con 46 minutos, lo que indica que la cera de carnauba actúa como un retardante en la mezcla de concreto.

En lo referente a la resistencia a la compresión, se observó que la incorporación de cera de carnauba tiene un impacto variable dependiendo del porcentaje añadido. A los 28 y 56 días, el concreto con un 3% de cera de carnauba mostró una ligera mejora en la resistencia a la compresión en comparación con el concreto patrón. Sin embargo, resistencias menores se obtuvieron con mayores porcentajes de cera, evidenciando una disminución de la eficacia con un 5% y 7% de adición.

Con respecto a la resistencia a la abrasión, la incorporación de cera de carnauba resultó en una mejora significativa. A los 28 días, la abrasión del concreto se redujo significativamente al adicionar cera, alcanzando reducciones del 29%, 70% y 75% con adiciones del 3%, 5% y 7%,

respectivamente. A los 56 días, estas mejoras fueron aún más pronunciadas, con reducciones del 50%, 75% y 81% en la abrasión con las mismas adiciones. Comparando las muestras curadas durante 28 y 56 días, se observó una disminución continua en la abrasión.

De acuerdo con los resultados obtenidos de los ensayos de penetración de agua a presión y velocidad de absorción de agua, se concluye que la adición de cera de carnauba al concreto impacta significativamente en su permeabilidad. Se observó una reducción notable en la penetración de agua, con disminuciones del 7.74% al 32.58% a los 28 días y del 11% al 40% a los 56 días en comparación con el concreto estándar, dependiendo del porcentaje de cera de carnauba añadido. Además, la absorción de agua también se vio positivamente afectada, con reducciones de hasta el 16.3% a los 28 días y hasta 21% a los 56 días en la absorción inicial, y del 6% al 7% en la absorción final, según la cantidad de cera de carnauba añadida. Estos hallazgos indican que la cera de carnauba tiene un efecto significativo en la reducción de la permeabilidad del concreto, contribuyendo así a una mayor durabilidad en el concreto.

Basándonos en los resultados obtenidos en esta investigación, se concluye que un 3% de adición de cera de carnauba mejora significativamente diversas propiedades del concreto en condiciones normales. Se observó que este porcentaje produce mejoras en el asentamiento y se reduce el contenido de aire, la resistencia a la abrasión y la permeabilidad. Aunque no se evidenció una gran diferencia en la temperatura, se observó que actúa como retardante en el tiempo de fraguado. A corto plazo, los resultados de resistencia a la compresión son similares al concreto convencional, pero a largo plazo se observa un aumento en la resistencia. Estos resultados respaldan la efectividad de la incorporación de cera de carnauba al 3% en la mezcla de concreto para mejorar sus propiedades.

La comparación económica entre el concreto con cera de carnauba y el concreto tradicional evidencia que, al incorporar cera de carnauba, el costo por m³ de concreto se incrementa en más del 55% en relación con el concreto convencional, debido al costo adicional de la cera de carnauba, lo que hace que esta adición no sea viable desde un punto de vista económico, sin embargo, queda demostrado que la adición de cera de carnauba proporciona mejoras en propiedades relacionadas a la resistencia y la durabilidad.

Recomendaciones

Se sugiere la adición de cera de carnauba al concreto en porcentajes inferiores al 3% para mejorar su resistencia y durabilidad. Este estudio ha demostrado que reduce la permeabilidad del concreto y mejorar su resistencia a la abrasión.

En esta investigación se utilizó la cera de carnauba en polvo que pasa por la malla N°200, por lo que se recomienda en futuras investigaciones utilizar la cera de carnauba en su forma viscosa y determinar su influencia en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido.

Debido a su alto costo se recomienda priorizar su implementación en estructuras, que requieran durabilidad y resistencia al agua, como obras hidráulicas, infraestructuras en zonas costeras, industriales o subterráneas, justificando la inversión inicial a través de la reducción de costos de mantenimiento y reparación.

Para mejorar la durabilidad del concreto, se recomienda a futuras investigaciones realizar ensayos de congelamiento y deshielo, centrándose en el aumento de los porcentajes de cera de carnauba ya que se disminuye su porcentaje de aire atrapado.

Se sugiere realizar ensayos de concreto con armaduras de acero para estudiar cómo las ceras pueden influir en su comportamiento estructural a lo largo del tiempo. Estos ensayos podrían incluir la evaluación de la adherencia entre el concreto y el acero, la resistencia a la corrosión de las armaduras y la capacidad del concreto para protegerlas. Además, sería beneficioso examinar cómo diferentes tipos y concentraciones de ceras afectan a estas propiedades, con el objetivo de identificar combinaciones óptimas que mejoren la vida útil de las estructuras de concreto armado

Referencias

- [1] J. López Mego, «Estudio experimental del curado interno de un concreto con adiciones de arcilla coccionada en reemplazo del agregado grueso», *Universidad Nacional de Cajamarca*, 2017, [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/42wZAVj>
- [2] J. A. Devoto Patiño, «Influencia de las patologías en la durabilidad del concreto armado de edificaciones en zonas cercanas al mar en la ciudad de Paita – Piura 2015», *Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote*, jun. 2018, [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3qpXM2H>
- [3] M. Morales Hernández, «Evaluación de las propiedades de candelilla y carnauba para su aplicación en emulsiones ceras de uso comercial.», ago. 2016, [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/42jQ4o2>
- [4] E. Mesquita, «Durabilidade do concreto autoadensável com incorporação da cera da Carnaúba», 2011.
- [5] E. Mesquita y F. Coelho, «Comportamento Mecânico do Concreto Auto-adensável com Incorporação do Pó de Carnaubeira», oct. 2010.
- [6] C. Echavarria y H. Cañola, «Bloques de concreto con emulsión de parafina», *Lámpsakos*, n.o 17, pp. 14-19, 2017.
- [7] J. M. Reyes Ávila, C. J. Molina Ramírez, F. Cortes-Martínez, A. Espinoza Rodríguez, y A. Sáenz, «Comparison of the Percentage of Absorption and Voids of Concrete Produced by Incorporating Candelilla Wax as a Coating for the Coarse Aggregate and a Conventional Concrete», *International Journal of Engineering and Technical Research*, vol. 11, 2021.
- [8] S. R. L. Cunha, A. Tavares, J. L. B. de Aguiar, y F. Castro, «Caracterização física e mecânica de argamassas com incorporação de resíduos industriais», nov. 2022. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3P8sEiO> 147

- [9] J. D. O. Reyes Aquino, «Resistencia a compresión del mortero cemento - arena 1:4 con la incorporación de 2%, 2.5%, y 3% de parafina», 2019. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/43VDCfs>
- [10] NTP, «NTP 400.037: AGREGADOS. agregados para el concreto. Requisitos». 2021.
- [11] NTP, «NTP 400.012: AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso». 2021.
- [12] NTP, «NTP 339.185: AGREGADOS. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.» 2021.
- [13] NTP, «NTP 400.022: AGREGADOS. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino». 2021.
- [14] NTP, «NTP 400.021: AGREGADOS. Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso». 2020.
- [15] NTP, «NTP 400.017: AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados». 2020.
- [16] NTP, «NTP 339.035: Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento hidráulico». 2022.
- [17] NTP, «NTP 339.080: Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco. Método de presión». 2017.
- [18] NTP, «NTP 339.082: Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración». 2017.
- [19] NTP, «NTP 339.184: Método de ensayo para determinación de la temperatura del concreto de cemento hidráulico recién mezclado». 2021.
- [20] NTP, «NTP 339.034: Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas». 2021. 148

- [21] American Society for Testing and Materials, «ASTMC-944: Método de prueba estándar para la resistencia a la abrasión de superficies de hormigón o mortero mediante el método de corte giratorio». 2017.
- [22] EN, «UNE-EN 12390-8: Ensayos de hormigón endurecido. Profundidad de penetración de agua bajo presión». 2020.
- [23] NTP, «NTP 339.232:2018:CONCRETO. Método de ensayo para determinar la velocidad de absorción de agua en concretos de cemento Pórtland. 2a Edición». 2018.
- [24] K. D. R. Paredes Castro, «Influencia de la incorporación del mucílago de nopal en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido», Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2022. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12423/4922>
- [25] S. C. Escobar, *Materiales de construcción para edificación y obra civil*. Editorial Club Universitario, 2013.
- [26] D. S. de Guzman, *TECNOLOGIA DEL CONCRETO Y DEL MORTERO*. Pontificia Universidad Javeriana, 2001.
- [27] F. Abanto Castillo, *TECNOLOGIA DEL CONCRETO (TEORIA Y PROBLEMAS)*. Editorial San Marcos E.I.R.L.
- [28] A. Torre Carrillo, «CURSO BASICO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO». 2004.
- [29] NTP, «NTP 339.088: CONCRETO. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento hidráulico.» 2021.
- [30] E. Rivva López, *Naturaleza y Materiales del concreto*. CAPITULO PERUANO ACI, 2000.
- [31] Oregon Chem Group, «Ficha técnica de cera de carnauba». 2022.
- [32] Cemex, «Ficha técnica de cemento Cemex tipo I». 2023.

Anexos*Anexo 1: Panel fotográfico**Proceso de pulverización y tamizado de cera de carnauba*

Fuente: Creación del autor

Elaboracion de muestras de concreto



Fuente: Creación del autor

Mezclado de la cera de carnauba con el cemento



Fuente: Creación del autor

Mezclado de los matriales para la elaboracion del concreto



Fuente: Creación del autor

Muestras de slump

Fuente: Creación del autor

Muestras de temperatura



Fuente: Creación del autor

Contenido de aire atrapado



Fuente: Creación del autor

Ensayo de tiempo fraguado



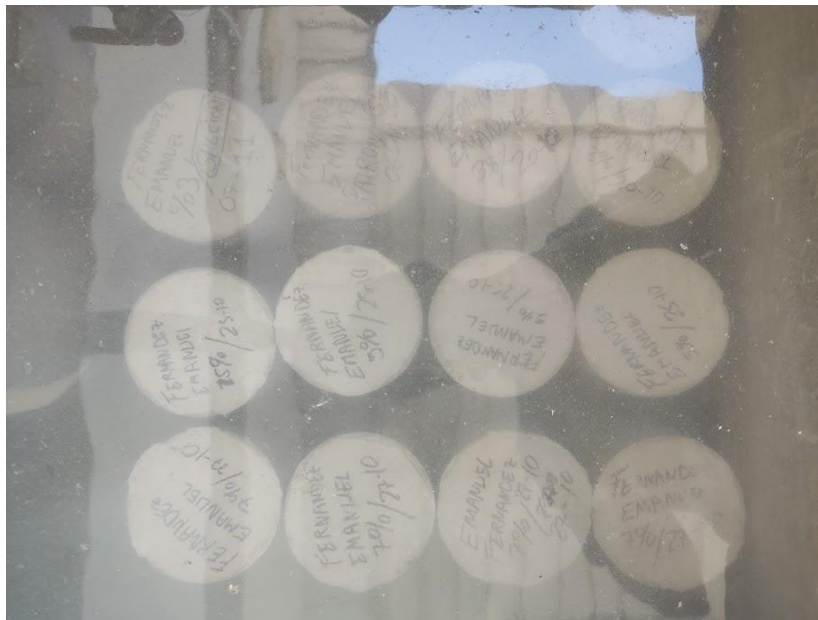
Fuente: Creación del autor

Muestras de concreto desmoldadas



Fuente: Creación del autor

Curado de las muestras



Fuente: Creación del autor

Ensayo de la resistencia a compresion de los especímenes



Fuente: Creación del autor

Procedimiento de realizacion del ensayo de abrasion de los discos



Fuente: Creación del autor

Realización del ensayo de penetración de agua en los especímenes



Fuente: Creación del autor

Velocidad de absorción de los discos



Fuente: Creación del autor

Muestras despues de realizar el ensayo



Fuente: Creación del autor

Anexo 2: Matriz de consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES
¿Cómo influye la cera de carnauba en las propiedades físicas y mecánicas del concreto?	La cera de carnauba influye positivamente en el concreto ya que permitirá mejorar sus propiedades físicas y mecánicas	Objetivo general:	Variable independiente:	-	Cantidad
		Evaluar que la cera de carnauba influye en las propiedades físicas y mecánicas del concreto con un $f'c=210\text{kg/cm}^2$	Cera de carnauba		
		Objetivos específicos:	Variable dependiente:	Concreto fresco	Asentamiento
		•Caracterizar las propiedades físicas de la cera de carnauba	Propiedades físicas y mecánicas		Contenido de aire mediante presión
		•Determinar la influencia de la cera de carnauba en las propiedades del concreto estado fresco que incluye el asentamiento, el contenido de aire, la temperatura y el tiempo de fraguado.			Temperatura
		•Determinar la influencia de la cera de carnauba en las propiedades del concreto endurecido como la resistencia a la compresión y a la abrasión.			Tiempo de fraguado
		•Analizar la influencia de la cera de carnauba en la permeabilidad del concreto.		Concreto endurecido	Resistencia a la compresión
•Determinar que porcentaje propuesto de la cera de carnauba es óptimo para mejorar las propiedades del concreto.	Resistencia a la abrasión				
•Comparación económica del concreto con carnauba y concreto tradicional.	Penetración de agua mediante presión				
				Velocidad de absorción de agua	

Fuente: Creación del autor

Anexo 3: Validación de ensayos de laboratorio



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIENTOS

INFORME N° LEM USAT 019-2024-I

FECHA: 20 de Mayo 2024

VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ESTUDIANTE: Emanuel Angel Fernandez Fernandez

TITULO DE LA TESIS: Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto

El que suscribe, responsable del laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental, verifica y da conformidad que los siguientes ensayos de laboratorio realizados por el indicado estudiante se han efectuado en las instalaciones de la USAT, asimismo valida los ensayos realizados fuera de nuestras instalaciones siempre que no se puedan realizar en esta universidad:

- Contenido de humedad
- Granulometría
- Peso volumétrico
- Peso específico
- Ensayo físico-químico de cera de carnauba
- Asentamiento
- Contenido de aire
- Tiempo de fraguado
- Temperatura
- Resistencia de compresión
- Resistencia a la abrasión
- Penetración de agua mediante presión
- Velocidad de absorción de agua

Se alcanza al interesado para los fines pertinentes.

Observación: Adjunto



TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry Rivadeneyra Oblitas
Responsable de Lab Ing. Civil Ambiental

Anexo 4: Ensayo de granulometría de la arena



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



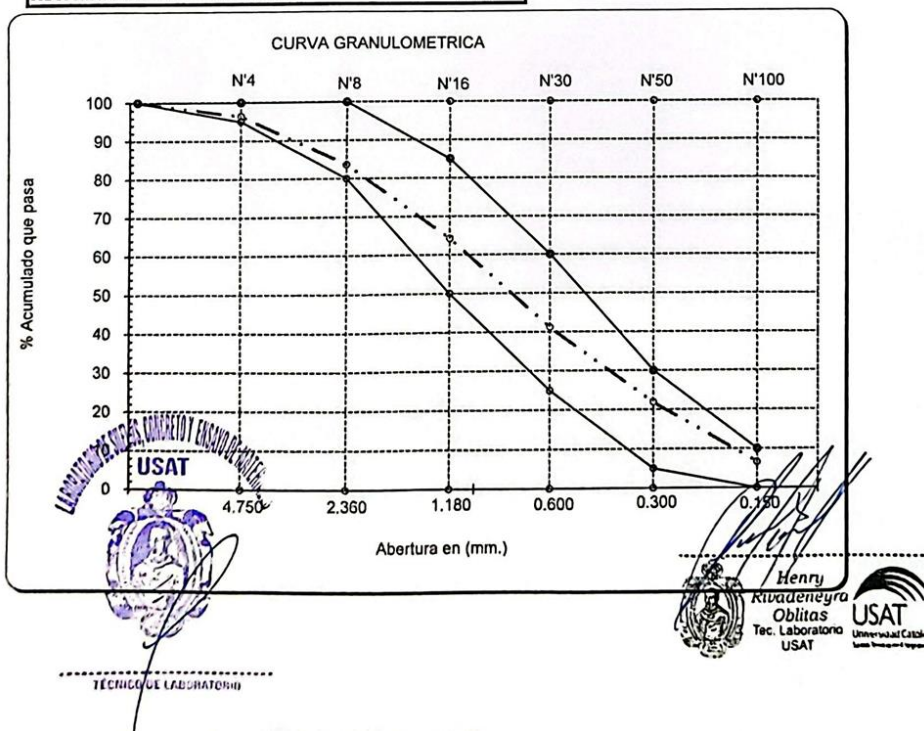
Tesista : FERNANDEZ FERNANDEZ EMANUEL ANGEL
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, Mayo del 2024

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino
 Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo. P. Inicial H. 590.4 % de Humedad = 1.85
 P. Inicial S. 579.6

Malla		Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa	Especificaciones: NTP 400.037	
Pulg.	(mm.)						
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
Nº 04	4.750	20.9	3.6	3.6	96.4	95	100
Nº 08	2.360	73.9	12.7	16.4	83.6	80	100
Nº 16	1.180	112.45	19.4	35.8	64.2	50	85
Nº 30	0.600	133.84	23.1	58.8	41.2	25	60
Nº 50	0.300	111.65	19.3	78.1	21.9	5	30
Nº 100	0.150	88.4	15.2	93.4	6.6	0	10
Fondo		38.5	6.6	100.0	0.0	0	0

Módulo de Fineza 2.860
 Abertura de malla de referencia 4.750



Anexo 5: Ensayo de granulometría de la piedra



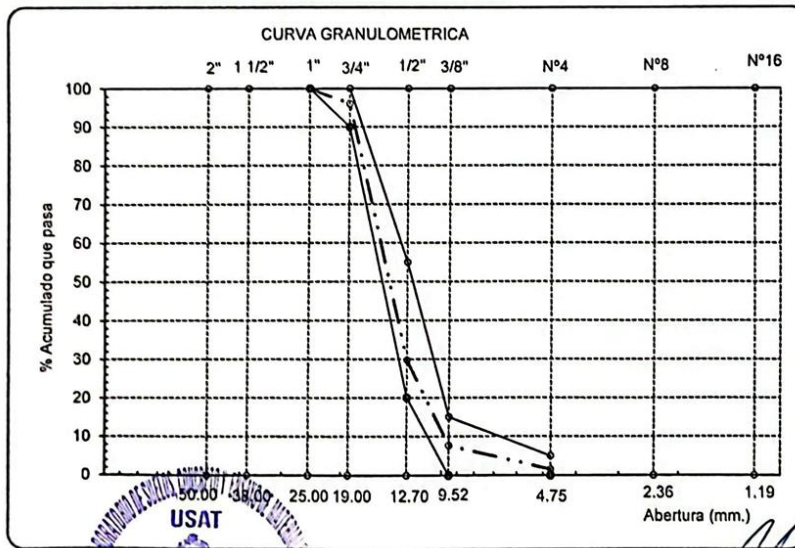
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Testista : FERNANDEZ, FERNANDEZ EMANUEL ANGEL
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Testis : Influencia de la Incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, Mayo del 2024
 Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso
 Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.F. 400.012

Cantera : Cantera Tres Tomas-Ferreñafe. **P. Inicial H.** 5521 **% de Humedad =** 0.38
P. Inicial S. 5500

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones HUSO 6	
Pulg.	(mm.)					100.0	100.0
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/4"	19.00	216.2	3.9	3.9	96.1	90.0	100.0
1/2"	12.70	3650.0	66.4	70.3	29.7	20.0	55.0
3/8"	9.52	1211.7	22.0	92.3	7.7	0.0	15.0
Nº 04	4.75	337.5	6.1	98.5	1.5	0.0	5.0
Nº 08	2.36	59.5	1.1	99.5	0.5	0.0	0.0
Nº 16	1.19	9.1	0.2	99.7	0.3	0.0	0.0
Fondo		15.9	0.3	100.0	0.0	0.0	0.0
Tamaño Máximo		1"		25.00			
Tamaño Máximo Nominal		3/4"		19.00			



USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT
 USAT Universidad Católica Lima - Arequipa - Chiclayo

Anexo 6: Ensayo de porcentaje de humedad de los agregados

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

Tesista : FERNANDEZ FERNANDEZ EMANUEL ANGEL
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, Mayo del 2024

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	500	500
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	496.62	496.62
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.68	0.68
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.68	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Cantera Tres Tomas-Ferreñafe.

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	5000	5000
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	4981	4981
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.4	0.4
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.38	

Observaciones :



Henry Rivadeneyra Oblitas
Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT
Universidad Católica
Luz de la Libertad

Anexo 7: Ensayo de peso específico y absorción del agregado

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

Tesista : FERNANDEZ FERNANDEZ EMANUEL ANGEL
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto

Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.

Fecha de emisión : Chiclayo, Mayo del 2024

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

I.- Datos.

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del Agua	(g)	1004.2	1004.2
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	697.65	697.65
3.- Peso del Agua	(g)	306.51	306.51
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	693.76	693.76
5.- Peso del Frasco	(g)	197.65	197.65
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	496	496
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.564
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.584
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.617
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.78

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

Cantera : Cantera Tres Tomas-Ferreñafe.

I.- Datos.

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	1626	1706
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	1640	1730
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canastilla	(g)	1950	1900
4.- Peso de la canastilla	(g)	880	880
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	1070	1020

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.628
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.657
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.706
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	1.13

TECNICO DE LABORATORIO



Henry Roldán
Doblas
Téc.
Laboratorio
USAT



Anexo 8: Ensayo de peso volumétrico de la piedra

FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : FERNANDEZ FERNANDEZ EMANUEL ANGEL
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, Mayo del 2024

Ensayo : Peso unitario del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Cantera : Cantera Tres Tomas-Ferreñafe.

A.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7680	7680
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		7680	7680
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1401	1401
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1401	

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8490	8500
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		8490.0	8500.0
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1549	1551
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1550	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	5521	5521
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	5500	5500
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.4	0.4
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.38	



Anexo 9: Ensayo de peso volumétrico de la arena

FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : FERNANDEZ FERNANDEZ EMANUEL ANGEL
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, Mayo del 2024

Ensayo : Peso unitario del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Canetra : Cantera La Victoria-Pátapo.

1.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8400	8410
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		8400	8410
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1533	1535
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1534	

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	9760	9770
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		9760	9770
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1781	1783
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1782	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	590.35	590.35
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	579.61	579.61
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	1.9	1.9
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	1.85	



Henry
 Rivadeneira
 Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAT



Anexo 10: Ensayo de slump

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : FERNANDEZ FERNANDEZ EMANUEL ANGEL
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (*Copernicia prunifera*) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, Mayo del 2024

Referencia : N.T.P. 339.035 / ASTM C-143
Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la Medición del asentamiento del concreto de cemento portland

DOSIFICACIÓN	SLUMP (Pulg)
DISEÑO PATRÓN	3.6
DISEÑO PATRÓN+ 3% C.C	3.8
DISEÑO PATRÓN + 5% C.C	4
DISEÑO PATRÓN + 7% C.C	4.2

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Henry
Rivadeneira
Oblitas
Fec. Laboratorio
USAT

Anexo 11: Ensayo de temperatura

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : FERNANDEZ FERNANDEZ EMANUEL ANGEL
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, Mayo del 2024

Referencia : N.T.P. 339.184 / C1064/C1064M
Ensayo : CONCRETO. Determinación de la temperatura del concreto de cemento hidráulico recién mezclado. Método de ensayo.

DOSIFICACIÓN	Temperatura °C
DISEÑO PATRÓN	26.1
DISEÑO PATRÓN+ 3% C.C	25.8
DISEÑO PATRÓN + 5% C.C	25.7
DISEÑO PATRÓN + 7% C.C	25.6

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Anexo 12: Resistencia a cargas de compresión de los especímenes de control

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : FERNANDEZ FERNANDEZ EMANUEL ANGEL
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, Mayo del 2024

Referencia : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
Ensayo : HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO 210 kg/cm2 Muestra Patrón	09/10/2023	16/10/2023	7	279
02	CONCRETO 210 kg/cm2 Muestra Patrón	09/10/2023	16/10/2023	7	280
03	CONCRETO 210 kg/cm2 Muestra Patrón	09/10/2023	16/10/2023	7	280
04	CONCRETO 210 kg/cm2 Muestra Patrón	09/10/2023	23/10/2023	14	292
05	CONCRETO 210 kg/cm2 Muestra Patrón	09/10/2023	23/10/2023	14	285
06	CONCRETO 210 kg/cm2 Muestra Patrón	09/10/2023	23/10/2023	14	289
07	CONCRETO 210 kg/cm2 Muestra Patrón	09/10/2023	06/11/2023	28	335
08	CONCRETO 210 kg/cm2 Muestra Patrón	09/10/2023	06/11/2023	28	339
09	CONCRETO 210 kg/cm2 Muestra Patrón	09/10/2023	06/11/2023	28	325
10	CONCRETO 210 kg/cm2 Muestra Patrón	09/10/2023	04/12/2023	56	371
11	CONCRETO 210 kg/cm2 Muestra Patrón	09/10/2023	04/12/2023	56	373
12	CONCRETO 210 kg/cm2 Muestra Patrón	09/10/2023	04/12/2023	56	378

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Henry Rivadeneira Oblitas
Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica

Anexo 13: Resistencia a cargas de compresión de los especímenes de control + 3% de Cera de carnauba

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : FERNANDEZ FERNANDEZ EMANUEL ANGEL
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, Mayo del 2024

Referencia : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO 210 kg/cm ² Muestra Patrón +3 % Cera de Carnauba	10/10/2023	17/10/2023	7	273
02	CONCRETO 210 kg/cm ² Muestra Patrón +3 % Cera de Carnauba	10/10/2023	17/10/2023	7	279
03	CONCRETO 210 kg/cm ² Muestra Patrón +3 % Cera de Carnauba	10/10/2023	17/10/2023	7	274
04	CONCRETO 210 kg/cm ² Muestra Patrón +3 % Cera de Carnauba	10/10/2023	24/10/2023	14	286
05	CONCRETO 210 kg/cm ² Muestra Patrón +3 % Cera de Carnauba	10/10/2023	24/10/2023	14	280
06	CONCRETO 210 kg/cm ² Muestra Patrón +3 % Cera de Carnauba	10/10/2023	24/10/2023	14	284
07	CONCRETO 210 kg/cm ² Muestra Patrón +3 % Cera de Carnauba	10/10/2023	07/11/2023	28	337
08	CONCRETO 210 kg/cm ² Muestra Patrón +3 % Cera de Carnauba	10/10/2023	07/11/2023	28	331
09	CONCRETO 210 kg/cm ² Muestra Patrón +3 % Cera de Carnauba	10/10/2023	07/11/2023	28	341
10	CONCRETO 210 kg/cm ² Muestra Patrón +3 % Cera de Carnauba	10/10/2023	05/12/2023	56	389
11	CONCRETO 210 kg/cm ² Muestra Patrón +3 % Cera de Carnauba	10/10/2023	05/12/2023	56	380
12	CONCRETO 210 kg/cm ² Muestra Patrón +3 % Cera de Carnauba	10/10/2023	05/12/2023	56	383

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Henry Rivas Teneyra
Oblitas
Téc. Laboratorio
USAT

Anexo 14: Resistencia a cargas de compresión de los especímenes de control + 5% de Cera de carnauba

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : FERNANDEZ FERNANDEZ EMANUEL ANGEL
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, Mayo del 2024

Referencia : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	f'c kg/cm ²
01	CONCRETO 210 kg/cm ² Muestra Patrón +5 % Cera de Carnauba	12/10/2023	19/10/2023	7	266
02	CONCRETO 210 kg/cm ² Muestra Patrón +5 % Cera de Carnauba	12/10/2023	19/10/2023	7	278
03	CONCRETO 210 kg/cm ² Muestra Patrón +5 % Cera de Carnauba	12/10/2023	19/10/2023	7	265
04	CONCRETO 210 kg/cm ² Muestra Patrón +5 % Cera de Carnauba	12/10/2023	26/10/2023	14	273
05	CONCRETO 210 kg/cm ² Muestra Patrón +5 % Cera de Carnauba	12/10/2023	26/10/2023	14	279
06	CONCRETO 210 kg/cm ² Muestra Patrón +5 % Cera de Carnauba	12/10/2023	26/10/2023	14	284
07	CONCRETO 210 kg/cm ² Muestra Patrón +5 % Cera de Carnauba	12/10/2023	09/11/2023	28	312
08	CONCRETO 210 kg/cm ² Muestra Patrón +5 % Cera de Carnauba	12/10/2023	09/11/2023	28	307
09	CONCRETO 210 kg/cm ² Muestra Patrón +5 % Cera de Carnauba	12/10/2023	09/11/2023	28	309
10	CONCRETO 210 kg/cm ² Muestra Patrón +5 % Cera de Carnauba	12/10/2023	07/12/2023	56	347
11	CONCRETO 210 kg/cm ² Muestra Patrón +5 % Cera de Carnauba	12/10/2023	07/12/2023	56	346
12	CONCRETO 210 kg/cm ² Muestra Patrón +5 % Cera de Carnauba	12/10/2023	07/12/2023	56	345

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


Henry Rivalleyra Obillas
Tec. Laboratorio USAT


USAT
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
REGISTRO DE LABORATORIOS

Anexo 15: Resistencia a cargas de compresión de los especímenes de control + 7% de Cera de carnauba

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : FERNANDEZ FERNANDEZ EMANUEL ANGEL
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (*Copernicia prunifera*) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, Mayo del 2024

Referencia : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	f'c kg/cm ²
01	CONCRETO 210 kg/cm2 Muestra Patrón +7 % Cera de Carnauba	12/10/2023	19/10/2023	7	253
02	CONCRETO 210 kg/cm2 Muestra Patrón +7 % Cera de Carnauba	12/10/2023	19/10/2023	7	256
03	CONCRETO 210 kg/cm2 Muestra Patrón +7 % Cera de Carnauba	12/10/2023	19/10/2023	7	256
04	CONCRETO 210 kg/cm2 Muestra Patrón +7 % Cera de Carnauba	12/10/2023	26/10/2023	14	262
05	CONCRETO 210 kg/cm2 Muestra Patrón +7 % Cera de Carnauba	12/10/2023	26/10/2023	14	262
06	CONCRETO 210 kg/cm2 Muestra Patrón +7 % Cera de Carnauba	12/10/2023	26/10/2023	14	272
07	CONCRETO 210 kg/cm2 Muestra Patrón +7 % Cera de Carnauba	12/10/2023	09/11/2023	28	283
08	CONCRETO 210 kg/cm2 Muestra Patrón +7 % Cera de Carnauba	12/10/2023	09/11/2023	28	305
09	CONCRETO 210 kg/cm2 Muestra Patrón +7 % Cera de Carnauba	12/10/2023	09/11/2023	28	300
10	CONCRETO 210 kg/cm2 Muestra Patrón +7 % Cera de Carnauba	12/10/2023	07/12/2023	56	340
11	CONCRETO 210 kg/cm2 Muestra Patrón +7 % Cera de Carnauba	12/10/2023	07/12/2023	56	343
12	CONCRETO 210 kg/cm2 Muestra Patrón +7 % Cera de Carnauba	12/10/2023	07/12/2023	56	338

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Anexo 16: Diseño de la mezcla de los especímenes de control



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Pag. 1 de 2

Tesista : FERNANDEZ FERNANDEZ EMANUEL ANGEL
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, Mayo del 2024

DISEÑO DE MEZCLA $F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO:

- 1.- Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo 1 CEMEX
- 2.- Peso específico : 3150 Kg/m³

AGREGADOS :

Agregado fino :

- Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.
- 1.- Peso específico de masa : 2.564 gr/cm³
 - 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.5841 gr/cm³
 - 3.- Peso unitario suelto : 1534 Kg/m³
 - 4.- Peso unitario compactado : 1782 Kg/m³
 - 5.- % de absorción : 0.78 %
 - 6.- Contenido de humedad : 0.68 %
 - 7.- Módulo de finiza : 2.860

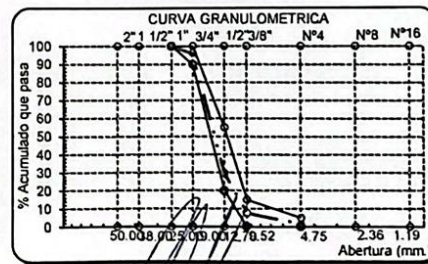
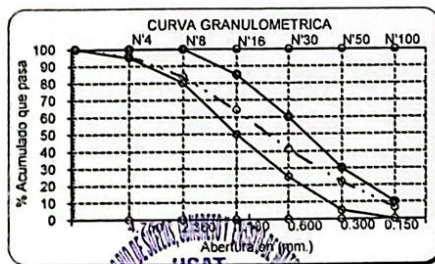
Agregado grueso :

- Cantera : Cantera Tres Tomas-Ferreñafe.
- 1.- Peso específico de masa : 2.628 gr/cm³
 - 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.657 gr/cm³
 - 3.- Peso unitario suelto : 1401 Kg/m³
 - 4.- Peso unitario compactado : 1550 Kg/m³
 - 5.- % de absorción : 1.13 %
 - 6.- Contenido de humedad : 0.38 %
 - 7.- Tamaño máximo : 1" Pulg.
 - 8.- Tamaño máximo nominal : 3/4" Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	3.6	96.4
Nº 08	12.7	83.6
Nº 16	19.4	64.2
Nº 30	23.1	41.2
Nº 50	19.3	21.9
Nº 100	15.2	6.6
Fondo	6.6	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	3.9	96.1
1/2"	66.4	29.7
3/8"	22.0	7.7
Nº 04	6.1	1.5
Nº 08	1.1	0.5
Nº 16	0.2	0.3
Fondo	0.3	0.0



USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Ensayo de Materiales

Henry Rivadueña Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT
 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Pag. 2 de 2

Expediente N° : FERNANDEZ FERNANDEZ EMANUEL ANGEL
 Peticionario : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Obra : Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, Mayo del 2024

DISEÑO DE MEZCLA

F'c = 210 kg/cm²Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 3.6 Pulgadas
 Peso unitario del concreto fresco : 2322 Kg/m³
 Resistencia promedio a los 3 días : 173 Kg/cm²
 Porcentaje promedio a los 3 días : 82 %
 Resistencia promedio a los 7 días : 238 Kg/cm²
 Porcentaje promedio a los 7 días : 113 %
 Factor cemento por M³ de concreto : 9.5 bolsas/m³
 Relación agua cemento de diseño : 0.555

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	405 Kg/m ³	Cemento Portland Tipo 1 CEMEX
Agua	233 L	Agua Potable de la Zona.
Agregado fino	726 Kg/m ³	Cantera La Victoria-Pátapo.
Agregado grueso	910 Kg/m ³	Cantera Tres Tomas-Ferreñafe.
Proporción en peso :	Cemento 1.00 Arena 1.79 Piedra 2.24	Agua 24.4 Lts/bls
Proporción en volumen :	Cemento 1.00 Arena 1.74 Piedra 2.39	Agua 24.4 Lts/bls



Henry Rivadeneira Oblitas
 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT
 USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Anexo 17: Diseño de mezcla de la muestra de control+ 3% de cera de carnauba



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Pag. 1 de 2

Tesista : FERNANDEZ FERNANDEZ EMANUEL ANGEL
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, Mayo del 2024

DISEÑO DE MEZCLA F'c = 210 kg/cm²

CEMENTO:

- 1.- Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo 1 CEMEX
- 2.- Peso específico : 3150 Kg/m³

AGREGADOS :

Agregado fino :

- Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.
- 1.- Peso específico de masa : 2.564 gr/cm³
 - 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.5841 gr/cm³
 - 3.- Peso unitario suelto : 1534 Kg/m³
 - 4.- Peso unitario compactado : 1782 Kg/m³
 - 5.- % de absorción : 0.78 %
 - 6.- Contenido de humedad : 0.68 %
 - 7.- Módulo de finiza : 2.860

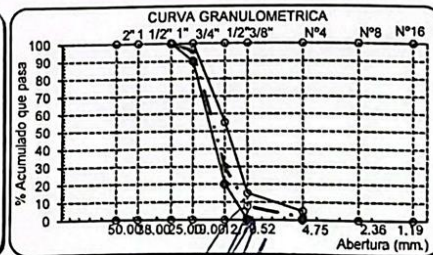
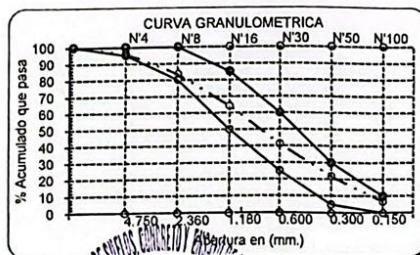
Agregado grueso :

- Cantera : Cantera Tres Tomas-Ferreñaife.
- 1.- Peso específico de masa : 2.628 gr/cm³
 - 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.657 gr/cm³
 - 3.- Peso unitario suelto : 1401 Kg/m³
 - 4.- Peso unitario compactado : 1550 Kg/m³
 - 5.- % de absorción : 1.13 %
 - 6.- Contenido de humedad : 0.38 %
 - 7.- Tamaño máximo : 1" Pulg.
 - 8.- Tamaño máximo nominal : 3/4" Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	3.6	96.4
Nº 08	12.7	83.6
Nº 16	19.4	64.2
Nº 30	23.1	41.2
Nº 50	19.3	21.9
Nº 100	15.2	6.6
Fondo	6.6	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	3.9	96.1
1/2"	66.4	29.7
3/8"	22.0	7.7
Nº 04	6.1	1.5
Nº 08	1.1	0.5
Nº16	0.2	0.3
Fondo	0.3	0.0



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Pag. 2 de 2

Expediente N° : FERNANDEZ FERNANDEZ EMANUEL ANGEL
 Peticionario : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Obra : Influencia de la Incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, Mayo del 2024

DISEÑO DE MEZCLA

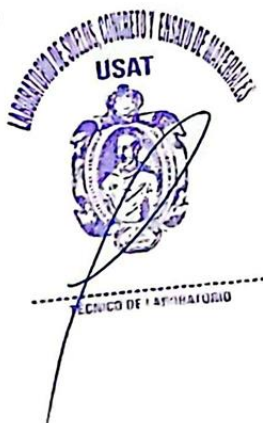
F'c = 210 kg/cm²Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 3.8 Pulgadas
 Peso unitario del concreto fresco : 2322 Kg/m³
 Resistencia promedio a los 3 días : 173 Kg/cm²
 Porcentaje promedio a los 3 días : 82 %
 Resistencia promedio a los 7 días : 238 Kg/cm²
 Porcentaje promedio a los 7 días : 113 %
 Factor cemento por M³ de concreto : 9.5 bolsas/m³
 Relación agua cemento de diseño : 0.555

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	405 Kg/m ³	Cemento Portland Tipo 1 CEMEX
Agua	233 L	Agua Potable de la Zona.
Agregado fino	726 Kg/m ³	Cantera La Victoria-Pátapo.
Agregado grueso	910 Kg/m ³	Cantera Tres Tomas-Ferreñafe.
Aditivo	12.56 Kg/m ³	Cera de Carnauba

	Cemento	Arena	Piedra	Agua	C.C	Lts/bls
Proporción en peso :	1.00	1.79	2.24	24.4	1.317	Lts/bls
Proporción en volumen :	1.00	1.74	2.39	24.4	1.317	Lts/bls



Henry Rivadeneira Oblitas
 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

Anexo 18: Diseño de la mezcla de especímenes+ 5% de cera de carnauba



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Pag. 1 de 2

Tesista : FERNANDEZ FERNANDEZ EMANUEL ANGEL
 Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, Mayo del 2024

DISEÑO DE MEZCLA $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO:

- 1.- Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo 1 CEMEX
- 2.- Peso específico : 3150 Kg/m³

AGREGADOS :

Agregado fino :

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

- 1.- Peso específico de masa : 2.564 gr/cm³
- 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.5841 gr/cm³
- 3.- Peso unitario suelto : 1534 Kg/m³
- 4.- Peso unitario compactado : 1782 Kg/m³
- 5.- % de absorción : 0.78 %
- 6.- Contenido de humedad : 0.68 %
- 7.- Módulo de fineza : 2.860

Agregado grueso :

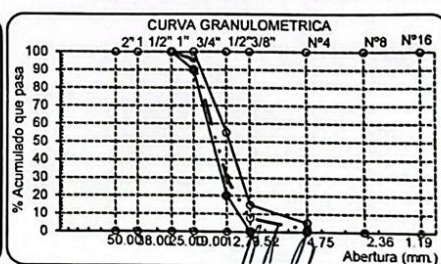
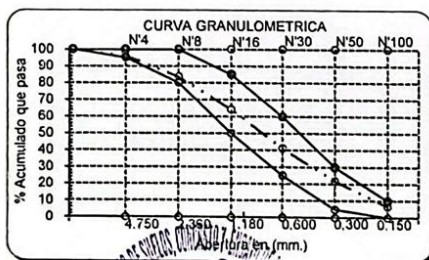
Cantera : Cantera Tres Tomas-Ferreñafe.

- 1.- Peso específico de masa : 2.628 gr/cm³
- 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.657 gr/cm³
- 3.- Peso unitario suelto : 1401 Kg/m³
- 4.- Peso unitario compactado : 1550 Kg/m³
- 5.- % de absorción : 1.13 %
- 6.- Contenido de humedad : 0.38 %
- 7.- Tamaño máximo : 1" Pulg.
- 8.- Tamaño máximo nominal : 3/4" Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	3.6	96.4
Nº 08	12.7	83.6
Nº 16	19.4	64.2
Nº 30	23.1	41.2
Nº 50	19.3	21.9
Nº 100	15.2	6.6
Fondo	6.6	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	3.9	96.1
1/2"	66.4	29.7
3/8"	22.0	7.7
Nº 04	6.1	1.5
Nº 08	1.1	0.5
Nº 16	0.2	0.3
Fondo	0.3	0.0



USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

 TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAT
 Universidad Católica



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Pag. 2 de 2

Expediente N° : FERNANDEZ FERNANDEZ EMANUEL ANGEL
 Peticionario : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Obra : Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, Mayo del 2024

DISEÑO DE MEZCLA

F'c = 210 kg/cm²Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	4 Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2322 Kg/m ³
Resistencia promedio a los 3 días	:	173 Kg/cm ²
Porcentaje promedio a los 3 días	:	82 %
Resistencia promedio a los 7 días	:	238 Kg/cm ²
Porcentaje promedio a los 7 días	:	113 %
Factor cemento por M ³ de concreto	:	9.5 bolsas/m ³
Relación agua cemento de diseño	:	0.555

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	405 Kg/m ³	Cemento Portland Tipo 1 CEMEX
Agua	233 L	Agua Potable de la Zona.
Agregado fino	726 Kg/m ³	Cantera La Victoria-Pátapo.
Agregado grueso	910 Kg/m ³	Cantera Tres Tomas-Ferreñafe.
Aditivo	20.94 Kg/m ³	Cera de Carnauba

	Cemento	Arena	Piedra	Agua	C.C	
Proporción en peso :	1.00	1.79	2.24	24.4	2.195	Lts/bls
Proporción en volumen :	1.00	1.74	2.39	24.4	2.195	Lts/bls



Henry
 Rivadeneyra
 Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAT



Anexo 19: Diseño de la mezcla de especímenes + 7% de cera de carnauba



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Pag. 1 de 2

Tecnia : FERNANDEZ FERNANDEZ EMANUEL ANGEL
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, Mayo del 2024

DISEÑO DE MEZCLA

$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO:

- 1.- Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo 1 CEMEX
- 2.- Peso específico : 3150 Kg/m³

AGREGADOS :

Agregado fino :

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

- 1.- Peso específico de masa : 2.564 gr/cm³
- 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.5841 gr/cm³
- 3.- Peso unitario suelto : 1534 Kg/m³
- 4.- Peso unitario compactado : 1782 Kg/m³
- 5.- % de absorción : 0.78 %
- 6.- Contenido de humedad : 0.68 %
- 7.- Módulo de fineza : 2.860

Agregado grueso :

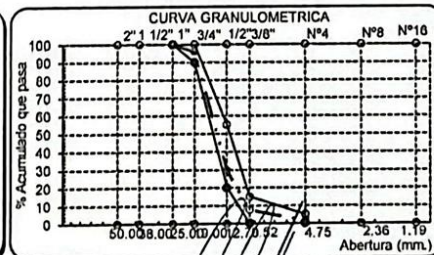
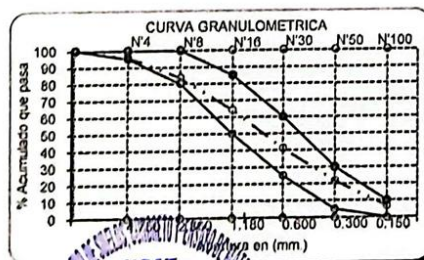
Cantera : Cantera Tres Tomas-Ferreñafe.

- 1.- Peso específico de masa : 2.628 gr/cm³
- 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.657 gr/cm³
- 3.- Peso unitario suelto : 1401 Kg/m³
- 4.- Peso unitario compactado : 1550 Kg/m³
- 5.- % de absorción : 1.13 %
- 6.- Contenido de humedad : 0.38 %
- 7.- Tamaño máximo : 1" Pulg.
- 8.- Tamaño máximo nominal : 3/4" Pulg.

Granulometría :

Maila	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	3.6	96.4
Nº 08	12.7	83.6
Nº 16	19.4	64.2
Nº 30	23.1	41.2
Nº 50	19.3	21.9
Nº 100	15.2	6.6
Fondo	6.6	0.0

Maila	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	3.9	96.1
1/2"	66.4	29.7
3/8"	22.0	7.7
Nº 04	6.1	1.5
Nº 08	1.1	0.5
Nº 16	0.2	0.3
Fondo	0.3	0.0



USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Ensayo de Materiales

Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Pág. 2 de 2

Expediente N° : FERNANDEZ FERNANDEZ EMANUEL ANGEL
 Peticionario : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Obra : Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (*Copernicia prunifera*) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, Mayo del 2024

DISEÑO DE MEZCLA

F'c = 210 kg/cm²

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4.2 Pulgadas
 Peso unitario del concreto fresco : 2322 Kg/m³
 Resistencia promedio a los 3 días : 173 Kg/cm²
 Porcentaje promedio a los 3 días : 82 %
 Resistencia promedio a los 7 días : 238 Kg/cm²
 Porcentaje promedio a los 7 días : 113 %
 Factor cemento por M³ de concreto : 0.6 bolsas/m³
 Relación agua cemento de diseño : 0.555

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	405 Kg/m ³	Cemento Portland Tipo 1 CEMEX				
Agua	233 L	Agua Potable de la Zona.				
Agregado fino	728 Kg/m ³	Cantera La Victoria-Pátapo.				
Agregado grueso	910 Kg/m ³	Cantera Tres Tomas-Ferreñafe.				
Aditivo	28.32 Kg/m ³	Cera de Carnauba				
	Cemento	Arena	Piedra	Agua	C.C	
Proporción en peso :	1.00	1.79	2.24	24.4	3.073	Lts/bls
Proporción en volumen :	1.00	1.74	2.39	24.4	3.073	Lts/bls



Herry Rivadeneira Obilias
 Tec. Laboratorio
 USAT

Anexo 20: Resultados de características físicas-químicas de la cera de carnauba

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC: 20605355189



CERTIFICADO DE CALIDAD

SOLICITANTE	: EMANUEL ANGEL FERNANDEZ FERNANDEZ
TESIS	: Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto
MUESTRA	: CERA DE CARNAUBA
PROCEDENCIA	: UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
CANTIDAD	: 1 Kg
PRESENTACION	: BOLSA HERMETICA
FECHA DE INGRESO	: 30 DE AGOSTO DEL 2023
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

Propiedades Físico Químicas

Composición:	Ésteres de ácidos grasos	80 a 85 %
	Alcoholes grasos	10 a 15 %
	Ácidos	3 a 6 %
	Hidrocarburos	1 a 3 %
	Dioles esterificados grasos	20 %
	Ácidos grasos hidroxilados	6 %
	Acido Cinámico	10 %
	Color:	Amarillo naranja
Olor	Característico	
Aspecto:	Escamas	
PH:	N.D	
Densidad: gr/cm ³ (80 °C a 86 °C)	0.968	
Punto de inflamación	> 299°C	
Material volátil	0.47	
Punto de fusión	82.5 °C	
Presión de vapor	N.D	
Solubilidad	Insoluble	
Índice de acidez (mg KOH/g)	6.0	
Índice de saponificación	42	
Índice de Esteres	83	
Viscosidad	N.D	
Peso específico	0.968	



TECNICO DE LABORATORIO

CONCLUSIONES: La muestra es conforme con las especificaciones establecidas del cliente.
TRUJILLO, 08 DE SETIEMBRE DEL 2023



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com

Anexo 21: Constancia de realización de ensayos en un laboratorio externo



Protección del Ecológico Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20490781334
Email: lemsw@lemsw.com

CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA EL RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Chiclayo, 16 de mayo del 2024

Quien suscribe:

Sr. Wilson Arturo Olaya Aguilar

Representante Legal – LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS
W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.

AUTORIZA: Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado "Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto".

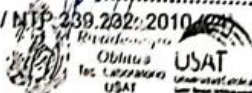
Por el presente, el que suscribe, Wilson Arturo Olaya Aguilar representante legal de la empresa LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. AUTORIZO al estudiante Emanuel Ángel Fernández Fernández identificado (a) con DNI N° 74778496 estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil Ambiental de la UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO y autor del trabajo de investigación denominado "Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto" para el uso de laboratorio técnico y formatos de procesamiento de datos y cálculo para obtención de resultados de control de calidad en efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Ensayos realizados:

- Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio. ASTM C944-12 (24)

- ENSAYOS DE HORMIGÓN ENDURECIDO: - Parte 8: Profundidad de penetración de agua bajo presión. UNE-EN 12390-8 (24)


- Método de prueba para determinar la velocidad de absorción de los concretos de cemento hidráulico. ASTM C-1585 / NTP 239.202: 2010




- Método de ensayo para determinar el tiempo de fraguado de mezclas por medio de su resistencia a la penetración. 3a. ed. NTP 339.082:2021 (4)

- HORMIGON (CONCRETO). Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas. NTP 339.080 (4)


Atentamente.




LEMB W&O SRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
GERENTE GENERAL



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT



USAT
Universidad Católica del Perú
Laboratorio de Ingeniería y Construcción



USAT
LABORATORIO DE INGENIERIA Y CONSTRUCCION

TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 22: Resultados de porcentaje de aire del espécimen



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswycseirl.com

Solicitud de Ensayo : 1004A-24/ LEMS W&C
Solicitante : EMANUEL ANGEL FERNANDEZ FERNANDEZ
Proyecto / Obra : Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de Apertura : Miércoles, 10 de abril del 2024
Inicio de Ensayo : Miércoles, 10 de abril del 2024
Fin de Ensayo : Miércoles, 10 de abril del 2024
Ensayo : HORMIGON (CONCRETO). Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas.
Referencia : NTP 339.080
Tipo de Medidor : Medidor "B"

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de Ensayo (Días)	Contenido de aire (%)		
AI-001	CONCRETO PATRÓN	210	10/04/2024	12:33 a. m.	Medido "B"	1.80
AI-002	CONCRETO PATRÓN+ 3% C.C	210	10/04/2024	13:50 p.m	Medido "B"	0.60
AI-003	CONCRETO PATRÓN+ 5% C.C	210	10/04/2024	14:10 p.m	Medido "B"	0.50
AI-004	CONCRETO PATRÓN+ 7% C.C	210	10/04/2024	15:30 p.m	Medido "B"	0.40

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.


LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS


LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246994


Henry Rivadeneira Oblitas
USAT
Tec. Laboratorio USAT
Univ. César Cordero
Univ. Técnica de Ingeniería


LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS
USAT
TECNICO DE LABORATORIO

Anexo 23: Ensayo de tiempo de fraguado de muestra de control



Prologación Bolsones Km. 3.5
Chalayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicio@lemswyc.com

Solicitud de ensayo : 1004A-24/ LEMS W&C
Solicitante : EMANUEL ANGEL FERNANDEZ FERNANDEZ

Proyecto / Obra : Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de apertura : Miércoles, 10 de abril del 2024
Inicio de ensayo : Martes, 16 de abril del 2024
Fin de ensayo : Martes, 16 de abril del 2024

ENSAYO : HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo para determinar el tiempo de fraguado de mezclas por medio de su resistencia a la penetración. 3a. ed.
NORMA : NTP 339.082.2021

Mezcla de concreto : Patrón, $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - Cemento CEMEX TIPO I
Muestras : Mortero tamizado en Baldes de volumen de 4 Lt

Instrumentos : Juego de agujas de A= 645; 323; 161; 65; 32 Y 16 mm2
Tamiz N°4 (4.76mm); Pipeta; Termómetro
Aparato de carga; Varilla Normalizada de punta semiesférica

Temperatura : $23 \pm 2^\circ\text{C}$
Hora de Inicio : 11:20:00 a. m.

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido		Diámetro (Pulg)	Área (mm ²)	Área (Pulg ²)	Fuerza (Libras)	Resistencia a la penetración (PSI)
	Horas	Minutos					
15:30	04:10	250	1 1/8	645	1	301.702	302
15:40	04:20	260	4/7	161	1/4	81.350	326
15:45	04:25	265	1/3	65	1/10	37.699	374
15:55	04:35	275	1/3	65	1/10	62.832	624
16:10	04:50	290	1/3	65	1/10	86.201	856
16:25	05:05	305	1/3	65	1/10	116.404	1155
16:30	05:10	310	1/4	32	1/20	61.399	1238
16:40	05:20	320	1/4	32	1/20	105.491	2127
16:50	05:30	330	1/4	32	1/20	129.081	2602
17:10	05:50	350	1/4	32	1/20	284.065	5727
17:15	05:55	355	1/6	16	1/40	161.929	6529



Tiempo Fraguado Inicial 500 PSI: 04:32 Horas
Tiempo Fraguado Final 4000 PSI: 05:41 Horas

OBSERVACIONES:
Muestras, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP 246604

Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

Anexo 24: Ensayo de tiempo de fraguado del espécimen + 3% cera de carnauba



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswc.com

Solicitud de ensayo : 1004A-24/ LEMS W&C
Solicitante : EMANUEL ANGEL FERNANDEZ FERNANDEZ

Proyecto / Obra : Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de apertura : Miércoles, 10 de abril del 2024
Inicio de ensayo : Miércoles, 17 de abril del 2024
Fin de ensayo : Miércoles, 17 de abril del 2024

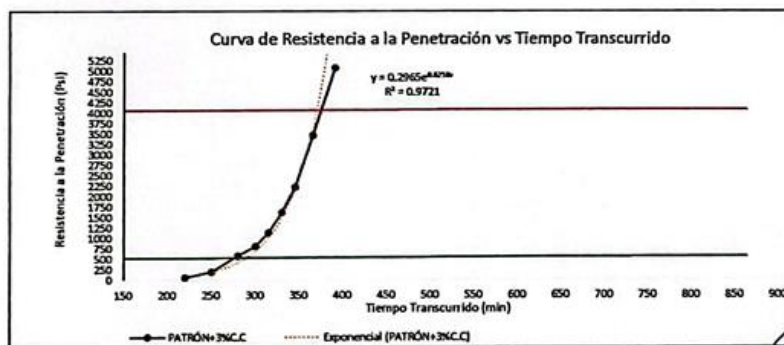
ENSAYO : HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo para determinar el tiempo de fraguado de mezclas por medio de su resistencia a la penetración. 3a. ed.
NORMA : NTP 339.082.2021

Mezcla de concreto : Patrón, $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2 + 3\%$ Cera de carnauba
Muestras : Mortero tamizado en Baldes de volumen de 4 Lt

Instrumentos : Juego de agujas de A= 645; 323; 161; 65; 32 Y 16 mm2
Tamiz N°4 (4.76mm); Pipeta; Termómetro
Aparato de carga; Vanila Normalizada de punta semiesférica

Temperatura : $23 \pm 2^\circ\text{C}$
Hora de Inicio : 11:20:00 a. m.

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido		Diámetro (Pulg)	Área (mm^2)	Área (Pulg ²)	Fuerza (Libras)	Resistencia a la penetración (PSI)
	Horas	Minutos					
15:00	03:40	220	1 1/8	645	1	56.218	56
15:30	04:10	250	4/7	161	1/4	48.391	194
16:00	04:40	280	1/3	65	1/10	57.651	572
16:20	05:00	300	1/3	65	1/10	80.579	800
16:35	05:15	315	1/3	65	1/10	113.648	1128
16:50	05:30	330	1/4	32	1/20	79.917	1611
17:05	05:45	345	1/4	32	1/20	109.900	2216
17:25	06:05	365	1/6	16	1/40	85.339	3449
17:50	06:30	390	1/6	16	1/40	125.663	5067



Tiempo Fraguado Inicial 500 PSI: 04:47 Horas
Tiempo Fraguado Final 4000 PSI: 06:08 Horas

OBSERVACIONES:
- Maestría, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL

Henry Rivaleneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

Anexo 25: Ensayo de tiempo de fraguado del espécimen + 5% cera de carnauba



Protección Biológica Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20440711334
Email: servicios@lemswycid.com

Solicitud de ensayo : 1004A-24/ LEMS W&C
Solicitante : EMANUEL ANGEL FERNANDEZ FERNANDEZ
Proyecto / Obra : Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de apertura : Miércoles, 10 de abril del 2024
Inicio de ensayo : Viernes, 19 de abril del 2024
Fin de ensayo : Viernes, 19 de abril del 2024
ENSAJO : HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo para determinar el tiempo de fraguado de mezzas por medio de su resistencia a la penetración. 3a. ed.
NORMA : NTP 339.082.2021
Mezcla de concreto : Patrón, $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2 + 5\% \text{ Cera de carnauba}$
Muestras : Mortero tamizado en Baldes de volumen de 4 LI
Instrumentos : Juego de agujas de A= 645; 323; 161; 65; 32 Y 16 mm2
Tamiz N°4 (4.75mm); Pipeta; Termómetro
Aparato de carga; Varilla Normalizada de punta semiesférica
Temperatura : $23 \pm 2^\circ\text{C}$
Hora de Inicio : 10:40:00 a. m.

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido		Diámetro (Pulg)	Área (mm ²)	Área (Pulg ²)	Fuerza (Libras)	Resistencia a la penetración (PSI)
	Horas	Minutos					
14:49	04:00	240	1 1/8	645	1	144.182	144
14:50	04:10	250	4/7	161	1/4	45.636	183
15:45	04:25	265	4/7	161	1/4	72.201	289
15:39	04:40	280	1/3	65	1/10	46.187	458
15:35	04:55	295	1/3	65	1/10	70.768	702
15:55	05:15	315	1/3	65	1/10	100.531	998
16:15	05:35	335	1/3	65	1/10	156.418	1553
16:35	05:55	355	1/3	65	1/10	205.581	2041
16:55	06:15	375	1/4	32	1/20	139.508	2813
17:25	06:45	405	1/4	32	1/20	236.115	4760



Tiempo Fraguado Inicial 500 PSI: 04:49 Horas
Tiempo Fraguado Final 4000 PSI: 06:27 Horas

OBSERVACIONES:
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL.
WILSON ARJURO OLAYA AGUILAR
TEC. EN CEMENTOS DE PORTLAND, CO Y MORTOS

Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP 246504

Anexo 26: Ensayo de tiempo de fraguado del espécimen + 7% cera de carnauba



Prologación Biológica Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemywcc.com

Solicitud de ensayo : 1004A-24/ LEMS W&C
 Solicitante : EMANUEL ANGEL FERNANDEZ FERNANDEZ
 Proyecto / Obra : Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de apertura : Miércoles, 10 de abril del 2024
 Inicio de ensayo : Viernes, 19 de abril del 2024
 Fin de ensayo : Viernes, 19 de abril del 2024
 ENSAYO : HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo para determinar el tiempo de fraguado de mezclas por medio de su resistencia a la penetración. 3a. ed.
 NORMA : NTP 339.082:2021
 Mezcla de concreto : Patrón, $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2 + 7\% \text{ Cera de carnauba}$
 Muestras : Mortero tamizado en Baldes de volumen de 4 Lt
 Instrumentos : Juego de agujas de A= 645; 323; 161; 65; 32 Y 16 mm2
 Tamiz N°4 (4.75mm); Pipeta; Termómetro
 Aparato de carga; Vanilla Normalizada de punta semiesférica
 Temperatura : $23 \pm 2^\circ\text{C}$
 Hora de Inicio : 12:20:00 p. m.

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido		Diámetro (Pulg)	Área (mm ²)	Área (Pulg ²)	Fuerza (Libras)	Resistencia a la penetración (PSI)
	Horas	Minutos					
16:15	03:55	235	1 1/8	645	1	136.356	136
16:30	04:10	250	4/7	161	1/4	64.706	259
16:50	04:30	270	4/7	161	1/4	72.973	292
17:05	04:45	285	4/7	161	1/4	118.168	474
17:15	04:55	295	1/3	65	1/10	62.236	618
17:40	05:20	320	1/3	65	1/10	95.350	946
18:00	05:40	340	1/3	65	1/10	126.655	1257
18:20	06:00	360	1/3	65	1/10	191.802	1904
18:55	06:35	395	1/4	32	1/20	156.197	3149
19:25	07:05	425	1/4	32	1/20	226.525	4567



Tiempo Fraguado Inicial 500 PSI: 04:51 Horas
 Tiempo Fraguado Final 4000 PSI: 06:46 Horas

OBSERVACIONES:
 Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Henry Rivasdeneyra Oblitas
 Henry Rivasdeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEG. OBRAS DE MATERIALES Y CONCRETOS

LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246894

Anexo 27: Ensayo de desgaste tras 28 días de curado del espécimen de control



Prolongación Bolnnesi Km. 3.5

Chiclayo - Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswc.com

Solicitud de Ensayo : 1004A-24/ LEMS W&C
Solicitante : EMANUEL ANGEL FERNANDEZ FERNANDEZ
Proyecto / Obra : Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Miércoles, 10 de abril del 2024
Inicio de Ensayo : Lunes, 13 de mayo del 2024
Fin de Ensayo : Lunes, 13 de mayo del 2024

ENSAYO : Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).

NORMA : ASTM C944 / C944M - 12

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad (días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	ciclo	Carga (N)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
M-1	PATRÓN -210 kg/cm ² -28 d	15/04/2024	13/05/2024	28	2	3	98	1239.8	1237.2	2.60	0.21
M-2		15/04/2024	13/05/2024	28	2	3	98	1350.5	1346.8	3.62	0.27
M-3		15/04/2024	13/05/2024	28	2	3	98	1400.2	1396.7	3.47	0.25

NOTA 1 : Según norma se deberá ensayar como mínimo tres especímenes.

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.



WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

USAT
 LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS
 TÉCNICO DE LABORATORIO



MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 241777

Henry Ruedeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio

USAT
 Universidad Católica
 Lambayeque

Anexo 28: Ensayo de abrasión tras 28 días de curado del espécimen de control + 3% de cera de carnauba



Protección Dolgnesi Km 3.5
Chilayo - Lambayeque
R.U.C. 2040781334
Email: servicios@lemswc.com

Solicitud de Ensayo : 1004A-24/ LEMS W&C
Solicitante : EMANUEL ANGEL FERNANDEZ FERNANDEZ
Proyecto / Obra :
Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Miércoles, 10 de abril del 2024
Inicio de Ensayo : Lunes, 13 de mayo del 2024
Fin de Ensayo : Lunes, 13 de mayo del 2024

ENSAYO : Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).

NORMA : ASTM C944 / C944M - 12

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Vaclado	Fecha Ensayo	Edad (días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	ciclo	Carga (N)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
M-1	PATRON+3%C.C 28d	15/04/2024	13/05/2024	28	2	3	98	1335.6	1333.2	2.37	0.18
M-2		15/04/2024	13/05/2024	28	2	3	98	1351.8	1349.2	2.61	0.19
M-3		15/04/2024	13/05/2024	28	2	3	98	1415.2	1413.1	2.06	0.15

NOTA 1 : Según norma se deberá ensayar como mínimo tres especímenes.

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL,
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SILOS
Hon. Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USA
USAT
Universidad Católica
Lima - Perú

LEMS W&C EIRL,
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP 246543

USAT
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SILOS
TECNICO DE LABORATORIO

Anexo 30: Ensayo de abrasión tras 28 días de curado del espécimen de control + 7% de cera de carnauba



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20420781334
Email: servicios@lemswacirf.com

Solicitud de Ensayo : 1004A-24/ LEMS W&C
Solicitante : EMANUEL ANGEL FERNANDEZ FERNANDEZ
Proyecto / Obra : Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Miércoles, 10 de abril del 2024
Inicio de Ensayo : Lunes, 13 de mayo del 2024
Fin de Ensayo : Lunes, 13 de mayo del 2024

ENSAYO : Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).

NORMA : ASTM C944 / C944M - 12

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Vaclado	Fecha Ensayo	Edad (días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	ciclo	Carga (N)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
M-1	PATRON+7% C.C 28d	15/04/2024	13/05/2024	28	2	3	98	1224.8	1224.2	0.65	0.05
M-2		15/04/2024	13/05/2024	28	2	3	98	1343.7	1342.7	0.96	0.07
M-3		15/04/2024	13/05/2024	28	2	3	98	1338.3	1337.6	0.68	0.05

NOTA 1 : Según norma se deberá ensayar como mínimo tres especímenes.

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ESPECIALIZADO EN MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP 12772

LABORATORIO NACIONAL DE INVESTIGACION Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TECNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

Anexo 31: Ensayo de abrasión a los 56 días de curado de la muestra de control



Protección Botánica Km. 3.5

Chiclayo - Lambayeque

RUC 2040781334

Email: servicios@lemswac.com

Solicitud de Ensayo : 1004A-24/ LEMS W&C
Solicitante : EMANUEL ANGEL FERNANDEZ FERNANDEZ
Proyecto / Obra : Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
#JREFI : Miércoles, 10 de abril del 2024
#JREFI : Lunes, 13 de mayo del 2024
#JREFI : Lunes, 13 de mayo del 2024

ENSAYO : Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Culter Method (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).

NORMA : ASTM C944 / C944M - 12

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Vaclado	Fecha Ensayo	Edad (días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	ciclo	Carga (N)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
M-1	PATRÓN -210 kg/cm ² -56 d	18/03/2024	13/05/2024	56	2	3	08	1303.8	1301.9	1.08	0.13
M-2		18/03/2024	13/05/2024	56	2	3	08	1282.0	1280.4	1.53	0.12
M-3		18/03/2024	13/05/2024	56	2	3	08	1321.0	1318.2	2.83	0.21

NOTA 1 : Según norma se deberá ensayar como mínimo tres especímenes.

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL.

 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TFC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.

 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 20164



Henry Roldán Obliya
 Tec. Laboratorio
 USAT

 Universidad Católica
 Lima, Perú

Anexo 32: Ensayo de abrasión a los 56 días de curado de la muestra de control + 3% de cera de carnauba



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20490781334
Email: servicios@lemswacirf.com

Solicitud de Ensayo : 1004A-24/ LEMS W&C
Solicitante : EMANUEL ANGEL FERNANDEZ FERNANDEZ
Proyecto / Obra : Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
#jREFI : Miércoles, 10 de abril del 2024
#jREFI : Lunes, 13 de mayo del 2024
#jREFI : Lunes, 13 de mayo del 2024
ENSAYO : Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).
NORMA : ASTM C944 / C944M - 12

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Vaclado	Fecha Ensayo	Edad (días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	ciclo	Carga (N)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
M-1	PATRON+3% C.C 56d	18/03/2024	13/05/2024	56	2	3	98	1394.7	1393.6	1.10	0.08
M-2		18/03/2024	13/05/2024	56	2	3	98	1174.2	1173.3	0.89	0.08
M-3		18/03/2024	13/05/2024	56	2	3	98	1280.0	1279.0	0.92	0.07

NOTA 1 : Según norma se deberá ensayar como mínimo tres especímenes.

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL.

 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TFC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.

 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y ENSAYOS DE SUELOS
 USAT

 TECNICO (LABORATORIO)

Henry Rivas Obispo
 Tec. Laboratorio
 USAT

Anexo 33: Ensayo de abrasión a los 56 días de curado de la muestra de control + 5% de cera de carnauba



Prolongación Bolognesi Km 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C 20480781334
Email: servicios@lemswc.com

Solicitud de Ensayo : 1004A-24/ LEMS W&C
Solicitante : EMANUEL ANGEL FERNANDEZ FERNANDEZ
Proyecto / Obra : Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
#|REFI : Miércoles, 10 de abril del 2024
#|REFI : Lunes, 13 de mayo del 2024
#|REFI : Lunes, 13 de mayo del 2024
ENSAYO : Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).
NORMA : ASTM C944 / C944M - 12

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad (días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	ciclo	Carga (N)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
M-1	PATRON+5% C.C 56d	18/03/2024	13/05/2024	56	2	3	98	1250.8	1250.1	0.67	0.05
M-2		18/03/2024	13/05/2024	56	2	3	98	1282.0	1281.5	0.55	0.04
M-3		18/03/2024	13/05/2024	56	2	3	98	1309.3	1308.9	0.43	0.03

NOTA 1 : Según norma se deberá ensayar como mínimo tres especímenes.

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL.

 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 ING. ESPECIALIZADO EN MATERIALES Y CEMENTOS

LEMS W&C EIRL.

 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246504

USAT
 LABORATORIO TECNICO DE MATERIALES Y CEMENTOS

 TECNICO DE LABORATORIO

Henny Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

Anexo 34: Ensayo de abrasión a los 56 días de curado de la muestra de control + 7% de cera de carnauba



Prolongación Babogres Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycerl.com

Solicitud de Ensayo : 1004A-24/ LEMS W&C
Solicitante : EMANUEL ANGEL FERNANDEZ FERNANDEZ
Proyecto / Obra :
Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.

#1REFI : Miércoles, 10 de abril del 2024

#1REFI : Lunes, 13 de mayo del 2024

#1REFI : Lunes, 13 de mayo del 2024

ENSAYO : Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).

NORMA : ASTM C944 / C944M - 12

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad (días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	ciclo	Carga (N)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
M-1	PATRON+7%C.C 56d	18/03/2024	13/05/2024	56	2	3	98	1163.8	1163.6	0.22	0.02
M-2		18/03/2024	13/05/2024	56	2	3	98	1270.9	1270.4	0.49	0.04
M-3		18/03/2024	13/05/2024	56	2	3	98	1351.6	1351.3	0.38	0.03

NOTA 1 : Según norma se deberá ensayar como mínimo tres especímenes.

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ESPECIALIZADO EN MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP 246994

USAT
UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL SACRAMENTO
LABORATORIO DE MATERIALES
TECNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Oblitas
Fec. Laboratorio USAT
UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL SACRAMENTO

Anexo 35: Permeabilidad de los especímenes tras 28 días de curado



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20490781334
Email: servicios@lemswandc.com

Solicitud de Ensayo : **1004A-24/ LEMS W&C**
Solicitante : **EMANUEL ANGEL FERNANDEZ FERNANDEZ**

Proyecto / Obra : **Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto**

Ubicación : **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque**
Fecha de Apertura : **Miércoles, 10 de abril del 2024**
Inicio de Ensayo : **Domingo, 21 de abril del 2024**
Fin de Ensayo : **Miércoles, 24 de abril del 2024**

Ensayo : **ENSAYOS DE HORMIGÓN ENDURECIDO. - Parte B. Profundidad de penetración de agua bajo presión.**

Norma : **UNE-EN12390-8**
Mezcla de concreto : **f'c= 210 kg/m²**
R/año diseño : **0.555**
Edad : **28 días**

Muestra Nº	Descripción de la Muestra (kg/cm ²)	Edad (Días)	Fecha		Hora		Tiempo (72 ± 2 Horas)	Cara	Penetración Máxima (mm)		
			Inicio	Final	Inicio	Final			Unidad	Promedio	Clase de exposición
M-01	CONCRETO PATRÓN 210	28	21/04/2024	24/04/2024	11:00 a. m.	11:00 a. m.	72	A	49.95	49.67	CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	49.41		
M-02	CONCRETO PATRÓN 210	28	21/04/2024	24/04/2024	11:00 a. m.	11:00 a. m.	72	A	49.45		
								B	49.75		
M-03	CONCRETO PATRÓN 210	28	21/04/2024	24/04/2024	11:00 a. m.	11:00 a. m.	72	A	50.24		
								B	49.23		

NOTA:

- PRESIÓN APLICADA: 500 kPa aplicada desde la base de la probeta.

OBSERVACIONES:

• Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYO DE MATERIALES Y SUELOS


LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP 72003


USAT
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENLUCES
USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO


Henry Rivas de la Cruz
Óblitas
Tec. Laboratorio
USAT
USAT
Universidad Católica
Lima - Perú

Anexo 36: Permeabilidad de los especímenes tras 28 días de curado + 3% de cera de carnauba



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycirf.com

Solicitud de Ensayo : 1004A-24/ LEMS W&C
Solicitante : EMANUEL ANGEL FERNANDEZ FERNANDEZ

Proyecto / Obra : Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Miércoles, 10 de abril del 2024
Inicio de Ensayo : Miércoles, 24 de abril del 2024
Fin de Ensayo : Sábado, 27 de abril del 2024

Ensayo : ENSAYOS DE HORMIGÓN ENDURECIDO: - Parte 8: Profundidad de penetración de agua bajo presión.
Norma : UNE-EN12390-8
Mezcla de concreto : $f'c = 210 \text{ kg/m}^2$
R a/c diseño : 0.555
Edad : 28 días

Muestra N°	Descripción de la Muestra (kg/cm2)	Edad (Días)	Fecha		Hora		Tiempo (72 ± 2 Horas)	Cara	Penetración Máxima (mm)		Clase de exposición
			Inicio	Final	Inicio	Final			Unidad	Promedio	
M-01	CONCRETO PATRÓN 210 + 3% C.C	28	24/04/2024	27/04/2024	11:00 a. m.	11:00 a. m.	72	A	46.22	45.83	CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	45.74		
M-02	CONCRETO PATRÓN 210 + 3% C.C	28	24/04/2024	27/04/2024	11:00 a. m.	11:00 a. m.	72	A	46.35		
								B	45.85		
M-03	CONCRETO PATRÓN 210 + 3% C.C	28	24/04/2024	27/04/2024	11:00 a. m.	11:00 a. m.	72	A	45.88		
								B	44.91		

NOTA:

- PRESIÓN APLICADA: 500 kPa aplicada desde la base de la probeta.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

 LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

 LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246604

 USAT
UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CHILE
TECNICO DE LABORATORIO

 USAT
Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT
Universidad Católica del Perú

Anexo 37: Permeabilidad de los especímenes tras 28 días de curado+ 5% de cera de carnauba



Prolongación Biológica Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 2048781334
Email: servicios@lemswac.com

Solicitud de Ensayo : 1004A-24/ LEMB W&C
Solicitante : EMANUEL ANGEL FERNANDEZ FERNANDEZ

Proyecto / Obra : Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (*Copernicia pruriifera*) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto

Ubicación : Dist. Pimental, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de Apertura : Miércoles, 10 de abril del 2024
Inicio de Ensayo : Sábado, 27 de abril del 2024
Fin de Ensayo : Martes, 30 de abril del 2024

Ensayo : ENSAYOS DE HORMIGÓN ENDURECIDO: - Parte 8. Profundidad de penetración de agua bajo presión

Norma : UNE-EN12390-8
Mezcla de concreto : $f_c = 210 \text{ kg/m}^2$
R a/c diseño : 0.555
Edad : 30 días

Muestra N°	Descripción de la Muestra (kg/cm ²)	Edad (Días)	Fecha		Hora		Tiempo (72 ± 2 Horas)	Cara	Penetración Máxima (mm)		
			Inicio	Final	Inicio	Final			Unidad	Promedio	Clase de exposición
M-01	CONCRETO PATRÓN 210 + 5% C.C	28	27/04/2024	30/04/2024	11:00 a. m.	11:00 a. m.	72	A	38.26	38.12	CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	37.65		
M-02	CONCRETO PATRÓN 210 + 5% C.C	28	27/04/2024	30/04/2024	11:00 a. m.	11:00 a. m.	72	A	37.64		
								B	38.46		
M-03	CONCRETO PATRÓN 210 + 5% C.C	28	27/04/2024	30/04/2024	11:00 a. m.	11:00 a. m.	72	A	37.98		
								B	38.75		

NOTA:

- PRESIÓN APLICADA: 500 kPa aplicada desde la base de la probeta.

OBSERVACIONES:

- Muestras, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246594

USAT
UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CHILE
TEC. LABORATORIO

Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT
Universidad Católica
Lima - Sede de Perené

Anexo 38: Permeabilidad de los especímenes tras 28 días de curado + 7% de cera de carnauba



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycerl.com

Solicitud de Ensayo : **1004A-24/ LEMS W&C**
Solicitante : **EMANUEL ANGEL FERNANDEZ FERNANDEZ**

Proyecto / Obra : **Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto**

Ubicación : **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.**
Fecha de Apertura : **Miercoles, 10 de abril del 2024**
Inicio de Ensayo : **Martes, 30 de abril del 2024**
Fin de Ensayo : **Viernes. 03 de mayo del 2024**

Ensayo : **ENSAYOS DE HORMIGÓN ENDURECIDO: - Parte 8: Profundidad de penetración de agua bajo presión.**

Norma : **UNE-EN12390-8**
Mezcla de concreto : **f'c= 210 kg/m2**
R a/c diseño : **0.555**
Edad : **28 días**

Muestra Nº	Descripción de la Muestra (kg/cm2)	Edad (Días)	Fecha		Hora		Tiempo (72 ± 2 Horas)	Cara	Penetración Máxima (mm)		
			Inicio	Final	Inicio	Final			Unidad	Promedio	Clase de exposición
M-01	CONCRETO PATRÓN 210 + 7% C.C	28	30/04/2024	03/05/2024	11:00 a. m.	11:00 a. m.	72	A	33.26	33.49	CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	32.96		
M-02	CONCRETO PATRÓN 210 + 7% C.C	28	30/04/2024	03/05/2024	11:00 a. m.	11:00 a. m.	72	A	34.36		
								B	33.95		
M-03	CONCRETO PATRÓN 210 + 7% C.C	28	30/04/2024	03/05/2024	11:00 a. m.	11:00 a. m.	72	A	33.76		
								B	32.65		

NOTA:

- PRESIÓN APLICADA: 500 kPa aplicada desde la base de la probeta.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

 **LEMS W&C EIRL.**

WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
Téc. Ensayos de Materiales y Suelos

 **LEMS W&C EIRL.**

MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246544


USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO


USAT
Universidad Católica
Lima Sede de Investigación
Henry Rivadeneira Oblitas
Téc. Laboratorio
USAT

Anexo 39: Permeabilidad de los especímenes tras 56 días de curado



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitud de Ensayo : **1004A-24/ LEMS W&C**
Solicitante : **EMANUEL ANGEL FERNANDEZ FERNANDEZ**

Proyecto / Obra : **Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto**

Ubicación : **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.**
Fecha de Apertura : **Miércoles, 10 de abril del 2024**
Inicio de Ensayo : **Viernes, 03 de mayo del 2024**
Fin de Ensayo : **Lunes, 06 de mayo del 2024**

Ensayo : **ENSAYOS DE HORMIGÓN ENDURECIDO: - Parte 8: Profundidad de penetración de agua bajo presión.**

Norma : **UNE-EN12390-8**
Mezcla de concreto : **f'c= 210 kg/m²**
R a/c diseño : **0.555**
Edad : **56 días**

Muestra N°	Descripción de la Muestra (kg/cm ²)	Edad (Días)	Fecha		Hora		Tiempo (72 ± 2 Horas)	Cara	Penetración Máxima (mm)		Clase de exposición
			Inicio	Final	Inicio	Final			Unidad	Promedio	
M-01	CONCRETO PATRÓN 210	56	03/05/2024	06/05/2024	11:00 a. m.	11:00 a. m.	72	A	47.46	47.80	CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	48.29		
M-02	CONCRETO PATRÓN 210	56	03/05/2024	06/05/2024	11:00 a. m.	11:00 a. m.	72	A	47.75		
								B	48.26		
M-03	CONCRETO PATRÓN 210	56	03/05/2024	06/05/2024	11:00 a. m.	11:00 a. m.	72	A	47.20		
								B	47.83		

NOTA:

- PRESIÓN APLICADA: 500 kPa aplicada desde la base de la probeta.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

 **LEMS W&C EIRL.**
[Signature]
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

 **LEMS W&C EIRL.**
[Signature]
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP 201141

 **USAT**
UNIVERSIDAD SANTA TERESA DE CALCUTRA
[Signature]
TECNOLOGÍA DE LABORATORIOS

 **USAT**
UNIVERSIDAD CATÓLICA
SANTA TERESA DE CALCUTRA
[Signature]
Henry Rivadomeyra Obllitas
Téc. Laboratorio USAT

Anexo 40: Permeabilidad de los especímenes tras 56 días de curado + 3% de cera de carnauba



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycir.com

Solicitud de Ensayo : 1004A-24/ LEMS W&C
Solicitante : EMANUEL ANGEL FERNANDEZ FERNANDEZ

Proyecto / Obra : Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Miércoles, 10 de abril del 2024
Inicio de Ensayo : Lunes, 06 de mayo del 2024
Fin de Ensayo : Jueves, 09 de mayo del 2024

Ensayo : ENSAYOS DE HORMIGÓN ENDURECIDO: - Parte 8: Profundidad de penetración de agua bajo presión.

Norma : UNE-EN12390-8
Mezcla de concreto : $f'c = 210 \text{ kg/m}^2$
R a/c diseño : 0.555
Edad : 56 días

Muestra N°	Descripción de la Muestra (kg/cm ²)	Edad (Días)	Fecha		Hora		Tiempo (72 ± 2 Horas)	Cara	Penetración Máxima (mm)		
			Inicio	Final	Inicio	Final			Unidad	Promedio	Clase de exposición
M-01	CONCRETO PATRÓN 210 + 3% C.C	56	06/05/2024	09/05/2024	11:00 a. m.	11:00 a. m.	72	A	41.09	42.37	CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	40.72		
M-02	CONCRETO PATRÓN 210 + 3% C.C	56	06/05/2024	09/05/2024	11:00 a. m.	11:00 a. m.	72	A	41.29		
								B	41.87		
M-03	CONCRETO PATRÓN 210 + 3% C.C	56	06/05/2024	09/05/2024	11:00 a. m.	11:00 a. m.	72	A	44.50		
								B	44.74		

NOTA:

- PRESIÓN APLICADA: 500 kPa aplicada desde la base de la probeta.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

 LEMS W&C EIRL.

WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUFLO

 LEMS W&C EIRL.

MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246994

 USAT
LABORATORIO DE SOCIO CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TECNICO DE LABORATORIO

 USAT
Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
 Universidad Católica
Lima - Arequipa - Huancayo

Anexo 41: Permeabilidad de los especímenes tras 56 días de curado + 5% de cera de carnauba



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitud de Ensayo : 1004A-24/ LEMS W&C
Solicitante : EMANUEL ANGEL FERNANDEZ FERNANDEZ

Proyecto / Obra : Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Miércoles, 10 de abril del 2024
Inicio de Ensayo : Jueves, 09 de mayo del 2024
Fin de Ensayo : Lunes, 12 de mayo del 2024

Ensayo : ENSAYOS DE HORMIGÓN ENDURECIDO: - Parte 8: Profundidad de penetración de agua bajo presión.

Norma : UNE-EN12390-8
Mezcla de concreto : $f'c = 210 \text{ kg/m}^2$
R a/c diseño : 0.555
Edad : 56 días

Muestra N°	Descripción de la Muestra (kg/cm2)	Edad (Días)	Fecha		Hora		Tiempo (72 ± 2 Horas)	Cara	Penetración Máxima (mm)		
			Inicio	Final	Inicio	Final			Unidad	Promedio	Clase de exposición
M-01	CONCRETO PATRÓN 210 + 5% C.C	56	09/05/2024	12/05/2024	11:00 a. m.	11:00 a. m.	72	A	35.69	36.19	CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	36.35		
M-02	CONCRETO PATRÓN 210 + 5% C.C	56	09/05/2024	12/05/2024	11:00 a. m.	11:00 a. m.	72	A	36.44		
								B	35.58		
M-03	CONCRETO PATRÓN 210 + 5% C.C	56	09/05/2024	12/05/2024	11:00 a. m.	11:00 a. m.	72	A	36.32		
								B	36.73		

NOTA:

- PRESIÓN APLICADA: 500 kPa aplicada desde la base de la probeta.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

 LEMS W&C EIRL.

WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

 LEMS W&C EIRL.

MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246504

 USAT

TECNOLOGÍA DE LABORATORIO

 USAT
Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
Universidad Católica
Lima, Perú

Anexo 42: Permeabilidad de los especímenes tras de 56 días curado + 7% de cera de carnauba



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycir.com

Solicitud de Ensayo : 1004A-24/ LEMS W&C
Solicitante : EMANUEL ANGEL FERNANDEZ FERNANDEZ

Proyecto / Obra : Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Miércoles, 10 de abril del 2024
Inicio de Ensayo : Lunes, 12 de mayo del 2024
Fin de Ensayo : Miércoles, 15 de mayo del 2024

Ensayo : ENSAYOS DE HORMIGÓN ENDURECIDO: - Parte 8: Profundidad de penetración de agua bajo presión.
Norma : UNE-EN12390-8
Mezcla de concreto : $f'c = 210 \text{ kg/m}^2$
R a/c diseño : 0.555
Edad : 56 días

Muestra Nº	Descripción de la Muestra (kg/cm ²)	Edad (Días)	Fecha		Hora		Tiempo (72 ± 2 Horas)	Cara	Penetración Máxima (mm)		
			Inicio	Final	Inicio	Final			Unidad	Promedio	Clase de exposición
M-01	CONCRETO PATRÓN 210 + 7% C.C	56	12/05/2024	15/05/2024	11:00 a. m.	11:00 a. m.	72	A	29.62	28.89	CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	30.08		
M-02	CONCRETO PATRÓN 210 + 7% C.C	56	12/05/2024	15/05/2024	11:00 a. m.	11:00 a. m.	72	A	24.58		
								B	25.70		
M-03	CONCRETO PATRÓN 210 + 7% C.C	56	12/05/2024	15/05/2024	11:00 a. m.	11:00 a. m.	72	A	31.42		
								B	31.91		

NOTA:

- PRESIÓN APLICADA: 500 kPa aplicada desde la base de la probeta.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246.544



Henny Ruadenebra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica Santa Teresita de Huancayo

Anexo 43: Velocidad de absorción de especímenes tras 28 días de curado



LEMS W&C EIRL
Certificada INDECOPI N°00137704 RNP Servicios 20080589

Prologación Bolognesi Km. 3.5
 Chiklayo - Lambayeque
 R.U.C. 20400781334
 Email: lemswyc@igmail.com

Solicitud de ensayo : 1004A-24/ LEMS W&C
 Solicitante : EMANUEL ANGEL FERNANDEZ FERNANDEZ

Proyecto / Obra : Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia pruriens) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiklayo, Depart. Lambayeque

Ensayo : MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE LOS CONCRETOS DE CEMENTO HIDRAULICO

Referencia : ASTM C-1585

Fecha de inicio ensayo : 06 de mayo del 2024

Fecha de término ensayo : 14 de mayo del 2024

Mazcla de concreto : Convencional, f'c = 210kg/cm2

Edad : 28 días

Temperatura : 23 ± 2°C

Muestras : Probetas estandarizadas D=4"

Tipo de Sellador : Silicona líquida en las caras laterales y cara no expuesta

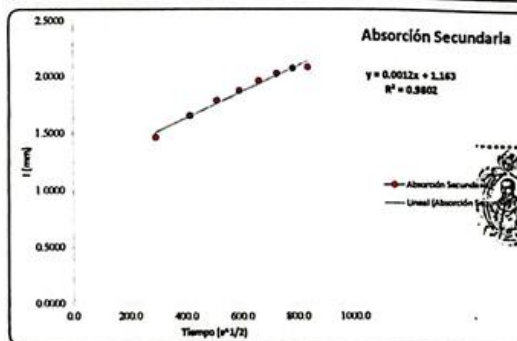
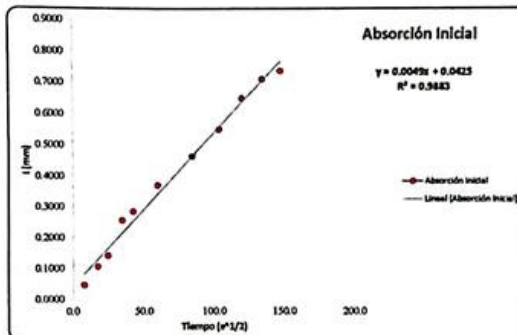
Tipo de curado : Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio

1.- DATOS DE LA MUESTRA

Probeta_DP 210	Masa	Dímetro Promedio	Espesor Promedio	Área	Densidad
	(g)	mm	mm	(mm ²)	(g/cm ³)
M-1	884.74	100.40	50.53	7918.94	2.21
M-2	775.3	100.25	50.23	7893.30	1.98
M-3	836.54	100.53	50.50	7938.68	2.23

2.- RESULTADOS DEL ENSAYO

Tiempos de Absorción	TIEMPO		ABSORCIÓN	
	t ^{1/2}	(mm)	I	S
Absorción Inicial (SI)	0.0	0.0000	0.0000	
	7.7	0.0455	0.0455	
	17.3	0.0598	0.1053	
	24.5	0.0354	0.1407	
	34.6	0.1145	0.2552	
	42.4	0.0286	0.2839	
	60.0	0.0842	0.3681	
	84.9	0.0926	0.4607	
	103.9	0.0808	0.5475	
	120.0	0.0907	0.6473	
Absorción Secundaria (SA)	134.2	0.0823	0.7096	
	147.0	0.0265	0.7361	
	293.9	0.7310	1.4671	
	415.7	0.1866	1.6537	
	509.1	0.1339	1.7876	
	587.9	0.0845	1.8722	
	657.3	0.0859	1.9581	
	720.0	0.0667	2.0247	
	777.4	0.0487	2.0734	
	831.4	0.0105	2.0839	




 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT


LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARJURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246194


USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 44: Velocidad de absorción a los 28 días de la muestra de control + 3% de cera de carnauba



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20460781334
Email: lemswycair@gmail.com

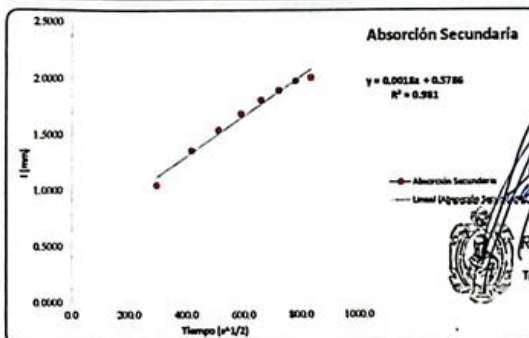
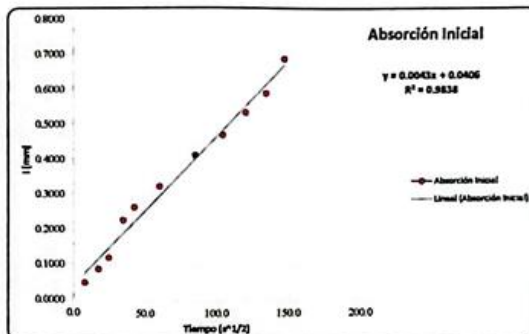
Solicitud de ensayo : 1004A-24/ LEMS W&C
Solicitante : EMANUEL ANGEL FERNANDEZ FERNANDEZ
Proyecto / Obra : Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto
Ubicación : Dist. Piñentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Ensayo : MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE LOS CONCRETOS DE CEMENTO HIDRAULICO
Referencia : ASTM C-1585
Fecha de inicio ensayo : 08 de mayo del 2024
Fecha de término ensayo : 14 de mayo del 2024
Mazda de concreto : Convencional, f'c = 210kg/cm2 +3% C.C
Edad : 28 días
Temperatura : 23 ± 2°C
Muestras : Probetas estandarizadas D=4"
Tipo de Sellador : Silicona líquida en las caras laterales y cara no expuesta
Tipo de curado : Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio

1.- DATOS DE LA MUESTRA

Probeta_ DP 210	Masa	Díámetro Promedio	Espesor Promedio	Área	Densidad
	(g)	mm	mm	(mm ²)	(g/cm ³)
M - 1	853.61	100.58	50.00	7944.56	2.15
M - 2	821.69	100.43	50.48	7920.88	2.06
M - 3	856	100.50	50.30	7932.72	2.14

2.- RESULTADOS DEL ENSAYO

Etapa de Absorción	TIEMPO		ABSORCIÓN	
	s ^{1/2}	(mm)	I	
Absorción Inicial (Si)	0.0	0.0000	0.0000	
	7.7	0.0483	0.0483	
	17.3	0.0391	0.0674	
	24.5	0.0328	0.1202	
	34.6	0.1076	0.2277	
	42.4	0.0370	0.2647	
	60.0	0.0609	0.3256	
	84.9	0.0903	0.4160	
	103.9	0.0584	0.4744	
	120.0	0.0635	0.5379	
Absorción Secundaria (Su)	134.2	0.0560	0.5929	
	147.0	0.0966	0.6896	
	293.9	0.3463	1.0358	
	415.7	0.3068	1.3426	
	509.1	0.1849	1.5275	
	587.9	0.1425	1.6899	
	657.3	0.1258	1.7955	
	720.0	0.0857	1.8812	
	777.4	0.0832	1.9644	
	831.4	0.0323	1.9968	



Henry Rivadeneiro Oblitas
Tel: Laboratorio USAT

LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
ING. ESPECIALIZADO EN MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246604



Anexo 45: velocidad de absorción a los 28 días de la muestra de control + 5% de cera de carnauba



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyc@r@gmail.com

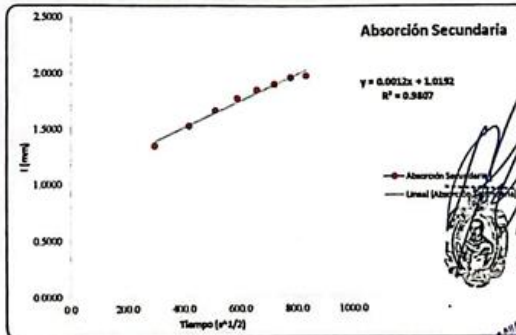
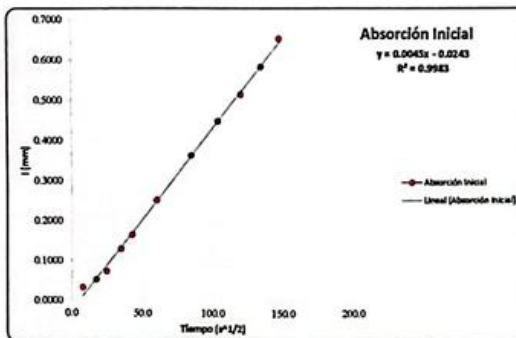
Solicitud de ensayo : 1004A-24/ LEMS W&C
Solicitante : EMANUEL ANGEL FERNANDEZ FERNANDEZ
Proyecto / Obra : Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Ensayo : MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE LOS CONCRETOS DE CEMENTO HIDRAULICO
Referencia : ASTM C-1585
Fecha de inicio ensayo : 06 de mayo del 2024
Fecha de término ensayo : 14 de mayo del 2024
Mazda de concreto : Convencional, f'c = 210kg/cm2 +8% C.C
Edad : 28 días
Temperatura : 23 ± 2°C
Muestras : Probetas estandarizadas D=4"
Tipo de Sellador : Silicona líquida en las caras laterales y cara no expuesta
Tipo de curado : Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio

1.- DATOS DE LA MUESTRA

Probeta_DP 210	Masa	Dímetro Promedio	Espesor Promedio	Área	Densidad
	(g)	mm	mm	(mm ²)	(g/cm ³)
M - 1	808.86	100.30	50.45	7901.16	2.17
M - 2	899.37	100.55	50.43	7940.61	2.25
M - 3	787.48	100.55	50.67	7940.61	1.68

2.- RESULTADOS DEL ENSAYO

Ejemplar de Absorción	TIEMPO		ABSORCIÓN	
	s ^{1/2}	(mm)	I	
Absorción Inicial (SI)	0.0	0.0000	0.0000	
	7.7	0.0310	0.0319	
	17.3	0.0198	0.0517	
	24.5	0.0206	0.0723	
	34.6	0.0559	0.1283	
	42.4	0.0353	0.1636	
	60.0	0.0870	0.2506	
	84.9	0.1114	0.3621	
	103.9	0.0849	0.4470	
	120.0	0.0980	0.5130	
Absorción Secundaria (SI)	134.2	0.0685	0.5816	
	147.0	0.0703	0.6519	
	293.9	0.6821	1.3339	
	415.7	0.1786	1.5125	
	509.1	0.1392	1.6517	
	587.9	0.1094	1.7612	
	657.3	0.0744	1.8355	
	729.0	0.0521	1.8876	
	777.4	0.0507	1.9473	
	831.4	0.0177	1.9650	



Henry Rivas
Obispo
Tec. Laboratorio USAT

LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO CLAYA ACUIAR
INGENIERO EN MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGELO RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246161

USAT
LABORATORIO DE INVESTIGACION TECNOLÓGICA
TECNICO DE LABORATORIO

Anexo 46: Velocidad de absorción a los 28 días de la muestra de control + 7% de cera de carnauba



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyc@eirl.com

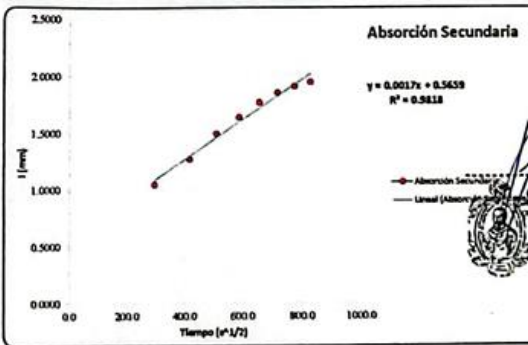
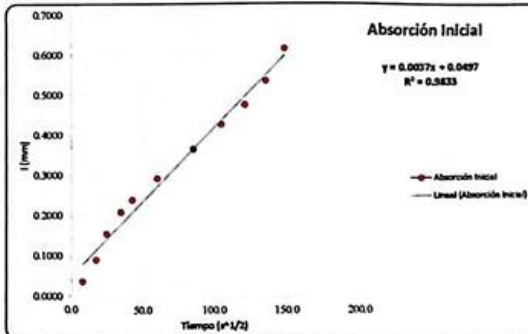
Solicitud de ensayo : 1004A-24/ LEMS W&C
Solicitante : EMANUEL ANGEL FERNANDEZ FERNANDEZ
Proyecto / Obra : Influencia de la Incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Ensayo : MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE LOS CONCRETOS DE CEMENTO HIDRAULICO
Referencia : ASTM C-1585
Fecha de inicio ensayo : 06 de mayo del 2024
Fecha de término ensayo : 14 de mayo del 2024
Mazda de concreto : Convencional, $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2 + 7\% \text{ C.C.}$
Edad : 28 días
Temperatura : $23 \pm 2^\circ\text{C}$
Muestras : Probetas estandarizadas D=4"
Tipo de Sellador : Silicona líquida en las caras laterales y cara no expuesta
Tipo de curado : Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio

1.- DATOS DE LA MUESTRA

Probeta_DP 210	Masa (g)	Diámetro Promedio (mm)	Espesor Promedio (mm)	Área (mm ²)	Densidad (g/cm ³)
M - 1	909.25	100.55	50.58	7940.61	2.28
M - 2	798.36	100.35	50.20	7909.06	2.01
M - 3	698.11	100.53	50.60	7938.66	2.24

2.- RESULTADOS DEL ENSAYO

Escala de Absorción	TIEMPO		ABSORCIÓN	
	$t^{1/2}$	(mm)	I	
Absorción Inicial (SI)	0.0	0.0000	0.0000	
	7.7	0.0370	0.0370	
	17.3	0.0538	0.0908	
	24.5	0.0839	0.1548	
	34.6	0.0551	0.2098	
	42.4	0.0303	0.2401	
	60.0	0.0534	0.2935	
	84.9	0.0732	0.3667	
	103.9	0.0818	0.4284	
	120.0	0.0483	0.4768	
Absorción Secundaria (S)	134.2	0.0597	0.5365	
	147.0	0.0799	0.6163	
	293.9	0.4221	1.0384	
	415.7	0.2245	1.2629	
	500.1	0.2215	1.4844	
	587.9	0.1446	1.6291	
	667.3	0.1288	1.7577	
	720.0	0.0878	1.8455	
	777.4	0.0567	1.9023	
	831.4	0.0383	1.9405	



LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
T.E.C. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP 1246904

Henry Rivadeneira Oblitas
USAT
Tec. Laboratorio USAT
USAT
LABORATORIO DE PRUEBAS DE MATERIALES Y SUELOS
TECNICO DE LABORATORIO

Anexo 47: Velocidad de absorción a los 56 días de la muestra de control



LEMS W&C EIRL
Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicio S000509

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
 Chiclayo - Lambayeque
 R.U.C. 20480781334
 Email: lemswycerl@gmail.com

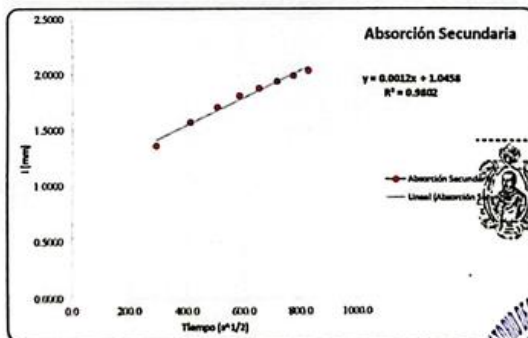
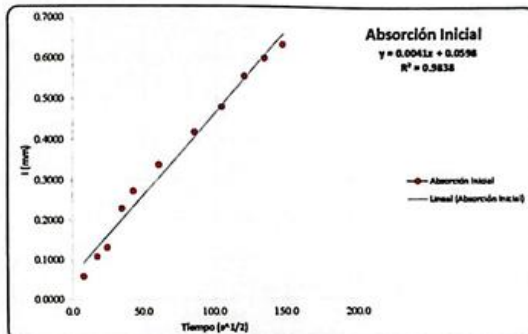
Solicitud de ensayo : 1004A-24/ LEMS W&C
 Solicitante : EMANUEL ANGEL FERNANDEZ FERNANDEZ
 Proyecto / Obra : Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto
 Ubicación : Dni. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Ensayo : MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE LOS CONCRETOS DE CEMENTO HIDRAULICO
 Referencia : ASTM C-1585
 Fecha de inicio ensayo : 06 de mayo del 2024
 Fecha de término ensayo : 14 de mayo del 2024
 Maciza de concreto : Convencional, f'c = 210kg/cm2
 Edad : 56 días
 Temperatura : 23 ± 2°C
 Muestras : Probetas estandarizadas D=4"
 Tipo de Sellador : Silicona líquida en las caras laterales y cara no expuesta
 Tipo de curado : Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio

1.- DATOS DE LA MUESTRA

Probeta_DP 210	Masa (g)	Diámetro Promedio (mm)	Espesor Promedio (mm)	Área (mm ²)	Densidad (g/cm ³)
M - 1	875.59	100.44	50.29	7923.25	2.20
M - 2	873.35	100.42	50.41	7920.09	2.19
M - 3	852.97	100.51	50.73	7934.30	2.12

2.- RESULTADOS DEL ENSAYO

Rango de Absorción	TIEMPO		ABSORCIÓN	
	t ^{1/2} (min)	I	t ^{1/2} (min)	I
Absorción Inicial (SI)	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
	7.7	0.0584	0.0584	0.0584
	17.3	0.0505	0.1089	0.1089
	24.5	0.0223	0.1312	0.1312
	34.6	0.0984	0.2296	0.2296
	42.4	0.0433	0.2729	0.2729
	60.0	0.0656	0.3385	0.3385
	84.9	0.0812	0.4197	0.4197
	103.9	0.0610	0.4807	0.4807
	120.0	0.0757	0.5554	0.5554
	134.2	0.0442	0.6005	0.6005
	147.0	0.0345	0.6350	0.6350
	Absorción Secundaria (SA)	290.9	0.7242	1.3593
415.7		0.2107	1.6700	1.6700
509.1		0.1388	1.7087	1.7087
587.9		0.1043	1.8130	1.8130
657.3		0.0665	1.8795	1.8795
720.0		0.0614	1.9409	1.9409
777.4		0.0500	1.9909	1.9909
831.4		0.0493	2.0372	2.0372



LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AQUILAR
INGENIERO CIVIL

LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246501

Henry Rivas Neyra Oblitas
 Ing. Laboratorio USAT
 USAT Universidad F. 1942
 Lambayeque - Perú

USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 48: Velocidad de absorción a los 56 días de la muestra de control + 3% de cera de carnauba



LEMS W&C EIRL
Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicio 60605589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
 Chiclayo – Lambayeque
 R.U.C. 20480781334
 Email: lemswyc@eirl.com

Solicitud de ensayo : 1004A-2A/ LEMS W&C
 Solicitante : EMANUEL ANGEL FERNANDEZ FERNANDEZ

Proyecto / Obra : Influencia de la incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Ensayo : MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE LOS CONCRETOS DE CEMENTO HIDRAULICO

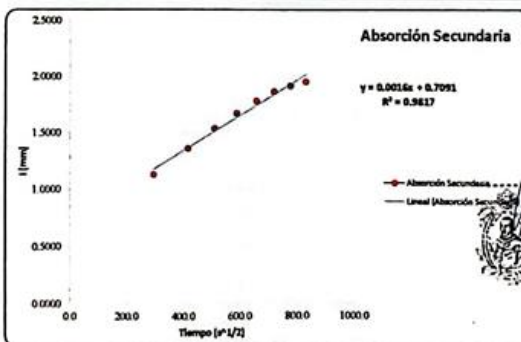
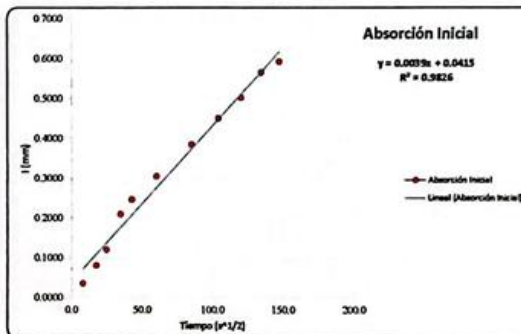
Referencia : ASTM C-1585
 Fecha de inicio ensayo : 06 de mayo del 2024
 Fecha de término ensayo : 14 de mayo del 2024
 Mezcla de concreto : Convencional, f'c = 210kg/cm2 + 3% C.C
 Edad : 56 días
 Temperatura : 23 ± 2°C
 Muestras : Probetas estandarizadas D=4"
 Tipo de Sellador : Silicona líquida en las caras laterales y cara no expuesta
 Tipo de curado : Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio

1.- DATOS DE LA MUESTRA

Probeta_DP 210	Masa	Dímetro Promedio	Espesor Promedio	Área	Densidad
	(g)	mm	mm	(mm ²)	(g/cm ³)
M - 1	821.9	100.48	50.23	7926.01	2.08
M - 2	832.1	100.44	50.47	7923.84	2.33
M - 3	832.7	100.53	50.71	7937.08	2.07

2.- RESULTADOS DEL ENSAYO

Escala de Absorción	TIEMPO		ABSORCIÓN	
	t ^{1/2}	(mm)	I	
Absorción Inicial (SI)	0.0	0.0000	0.0000	
	7.7	0.0353	0.0353	
	17.3	0.0454	0.0807	
	24.5	0.0395	0.1202	
	34.6	0.0900	0.2102	
	42.4	0.0366	0.2467	
	60.0	0.0563	0.3060	
	84.0	0.0799	0.3859	
	103.9	0.0660	0.4519	
	120.0	0.0513	0.5032	
	134.2	0.0635	0.5667	
	147.0	0.0269	0.5936	
Absorción Secundaria (SI)	293.9	0.5310	1.1245	
	415.7	0.2341	1.3587	
	500.1	0.1791	1.5978	
	587.9	0.1349	1.8727	
	667.3	0.1108	1.7833	
	720.0	0.0836	1.8669	
	777.4	0.0504	1.9173	
	831.4	0.0257	1.9531	



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LEMS W&C EIRL.

WILBON ARTURO OLAYA AGUILAR
INGENIERO CIVIL

LEMS W&C EIRL.

MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
 CIP: 246994

USAT

LABORATORIO USAT
 TECNICO DE LABORATORIO

Anexo 49: Velocidad de absorción a los 56 días de los especímenes de control + 5% de cera de carnauba



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiklaya - Lambayeque
R.U.C. 20460781334
Email: lemswceir@gmail.com

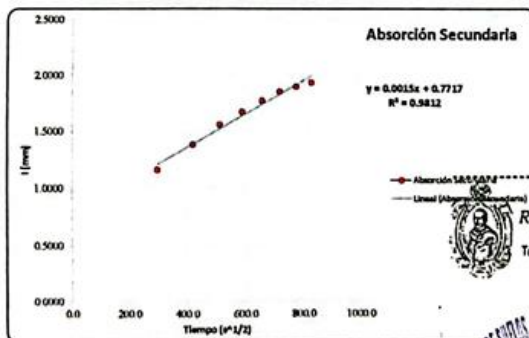
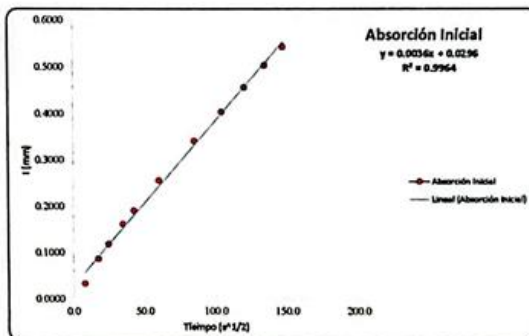
Solicitud de ensayo : 1004A-24/ LEMS W&C
Solicitante : EMANUEL ANGEL FERNANDEZ FERNANDEZ
Proyecto / Obra : Influencia de la Incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiklaya, Depart. Lambayeque.
Ensayo : MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE LOS CONCRETOS DE CEMENTO HIDRAULICO
Referencia : ASTM C-1585
Fecha de inicio ensayo : 06 de mayo del 2024
Fecha de término ensayo : 14 de mayo del 2024
Mazda de concreto : Convencional, f'c = 210kg/cm2 + 8% C.C
Edad : 56 días
Temperatura : 23 ± 2°C
Muestras : Probetas estandarizadas D=4"
Tipo de Sellador : Silicona líquida en las caras laterales y cara no expuesta
Tipo de curado : Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio

1- DATOS DE LA MUESTRA

Probeta_DP 210	Masa	Dímetro Promedio	Espesor Promedio	Área	Densidad
	(g)	mm	mm	(mm ²)	(g/cm ³)
M - 1	860.22	100.23	50.28	7889.36	2.17
M - 2	831.23	100.31	50.48	7903.15	2.08
M - 3	763.19	100.55	50.60	7930.82	1.90

2- RESULTADOS DEL ENSAYO

Escala de Absorción	TIEMPO		ABSORCIÓN	
	t ^{1/2} (mm)	I	g	mm
Absorción Inicial (SI)	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
	7.7	0.0333	0.0333	0.0333
	17.3	0.0540	0.0873	0.0873
	24.5	0.0312	0.1184	0.1184
	34.6	0.0434	0.1618	0.1618
	42.4	0.0287	0.1905	0.1905
	60.0	0.0653	0.2558	0.2558
	84.9	0.0847	0.3405	0.3405
	103.9	0.0628	0.4033	0.4033
	120.0	0.0527	0.4560	0.4560
	134.2	0.0472	0.5032	0.5032
	147.0	0.0396	0.5428	0.5428
Absorción Secundaria (SI)	293.9	0.6135	1.1563	1.1563
	415.7	0.2205	1.3769	1.3769
	509.1	0.1782	1.5530	1.5530
	587.9	0.1183	1.6094	1.6094
	657.3	0.0990	1.7684	1.7684
	720.0	0.0839	1.8523	1.8523
	777.4	0.0426	1.8949	1.8949
	831.4	0.0392	1.9341	1.9341



Henry Rivadeneira Oblitas
Téc. Laboratorio USAT

LEMS W&C EIRL.
WILSON AYURO OLAYA AGUILAR
TÉCNICO DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP 23194



Anexo 50: Velocidad de absorción a los 56 días de la muestra de control + 7% de cera de carnauba



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20400781334
Email: lemswyc@iir@gmail.com

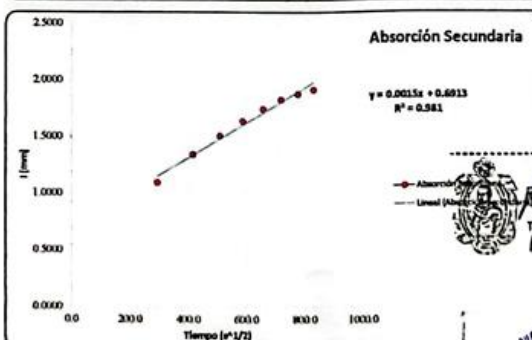
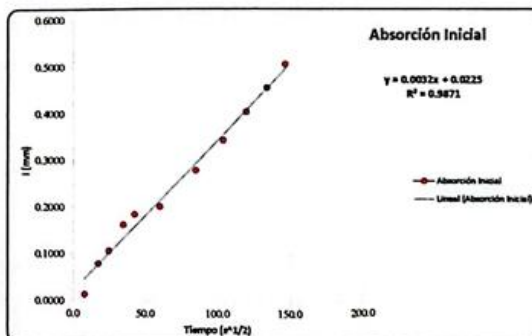
Solicitud de ensayo : 1004A-24/ LEMS W&C
Solicitante : EMANUEL ANGEL FERNANDEZ FERNANDEZ
Proyecto / Obra : Influencia de la Incorporación de la cera de carnauba (Copernicia prunifera) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto
Ubicación : Dist. Piñonell, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Ensayo : MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE LOS CONCRETOS DE CEMENTO HIDRAULICO
Referencia : ASTM C-1585
Fecha de inicio ensayo : 06 de mayo del 2024
Fecha de término ensayo : 14 de mayo del 2024
Muestra de concreto : Convencional, f'c = 210kg/cm2 + 7% C.C
Edad : 56 días
Temperatura : 23 ± 2°C
Muestras : Probetas estandarizadas D=4"
Tipo de Sellador : Silicona líquida en las caras laterales y cara no expuesta
Tipo de curado : Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio

1.- DATOS DE LA MUESTRA

Probeta_DP 210	Masa	Díámetro Promedio	Espesor Promedio	Área	Densidad
	(g)	mm	mm	(mm ²)	(g/cm ³)
M - 1	796.09	100.50	50.85	7932.72	1.98
M - 2	820.39	100.35	50.38	7909.08	2.31
M - 3	890.70	100.50	50.35	7932.72	2.23

2.- RESULTADOS DEL ENSAYO

Rango de Absorción	TIEMPO		ABSORCIÓN	
	t ^{1/2}	(mm)	I	
Absorción Inicial (S)	0.0	0.0000	0.0000	
	7.7	0.0143	0.0143	
	17.3	0.0660	0.0803	
	24.5	0.0273	0.1076	
	34.6	0.0560	0.1636	
	42.4	0.0227	0.1863	
	60.0	0.0168	0.2032	
	84.9	0.0778	0.2810	
	100.9	0.0648	0.3457	
	120.0	0.0801	0.4059	
Absorción Secundaria (S)	134.2	0.0496	0.4555	
	147.0	0.0496	0.5052	
	293.9	0.5859	1.0911	
	415.7	0.2404	1.3405	
	509.1	0.1661	1.5066	
	587.9	0.1291	1.6357	
	667.3	0.1065	1.7442	
	720.0	0.0820	1.8262	
	777.4	0.0484	1.8746	
	831.4	0.0404	1.9150	



LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. EN TRABAJO DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP 2461641

USAT
Laboratorio USAT
Técnico de Laboratorio

Anexo 51: Ficha de calibración de manómetros

**PERUTEST S.A.C.**

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LP - 063 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Presión

Página 1 de 2

<p>1. Expediente 2605-2023</p> <p>2. Solicitante LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C.E.I.R.L.L. - LEMS W & C.E.I.R.L.L.</p> <p>3. Dirección CALLA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO</p> <p>4. Instrumento de Medición MANOMETRO</p> <p>Alcance de indicación 0 PSI a 150 PSI</p> <p>División de Escala / Resolución 5 PSI</p> <p>Marca NO INDICA</p> <p>Modelo NO INDICA</p> <p>Número de Serie NO INDICA</p> <p>Procedencia NO INDICA</p> <p>Identificación LP-063</p> <p>Tipo ANALOGICO</p> <p>5. Fecha de Calibración 2023-05-16</p>	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o Internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p>
--	--

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2023-05-16

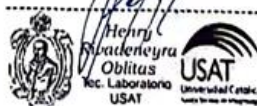
Jefe del Laboratorio de Metrología

JOSÉ ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



TECNICO DE LABORATORIO



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
📍 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LP - 063 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Presión

Página 2 de 2

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por la comparación directa según el ME-003 "Procedimiento para la calibración de manómetros, vacuómetros y manovacuumetros" Edición digital 1 - CEM de España.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Presión de PERUTEST S.A.C.
Avenida Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.5 °C	21.5 °C
Humedad Relativa	53 % HR	53 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Manómetro Digital con Incertidumbre 0.15	LFP-018-2023
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	IAT-1704-2022

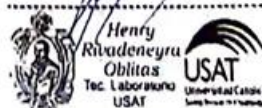
10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.

11. Resultados de Medición

En la siguiente tabla se presentan la serie de los resultados obtenidos

Indicación A Calibrar (psi)	Indicación Manómetro Patrón		Error			
	Ascendente (psi)	Descendente (psi)	de Indicación		de Histeresis (psi)	
			Ascendente (psi)	Descendente (psi)		
50	50.0	50.0	0.0	0.0	0.00	
100	100.1	100.3	0.1	0.3	0.20	
150	150.2	150.7	0.2	0.7	0.50	
200	200.6	200.9	0.8	0.9	0.10	
250	250.9	250.9	0.9	0.8	0.10	
300	301.3	301.3	1.3	1.3	0.00	



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC

Anexo 52: Ficha de calibración de olla de Washington



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT- LP - 061 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Presión

Página 1 de 3

1. Expediente	2605-2023	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.	
3. Dirección	CALLA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Instrumento de Medición	OLLA WASHINGTON (PRESS-AIR METER)	
Volumen	7.1 l	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Marca	ELE INTERNATIONAL	
Modelo	34-3265	
Número de Serie	H190611	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Tipo de Indicación	Analógico	
Alcance de indicación	100% a 0% (Contenido de aire 0 a 15 psi)	
5. Fecha de Calibración	2023-05-16	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.



Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2023-05-16

[Handwritten Signature]

PERUTEST S.A.C.



JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT- LP - 061 - 2023

Área de Metrología

Laboratorio de Presión

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración ha sido realizada por el método de comparación directa entre las indicaciones de lectura del manómetro de deformación elástica y el manómetro patrón tomando como referencia el método descrito en la norma ASTM C 231-04 "Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method" y el documento INDECOPI/SNM PC - 004: 2012 "Procedimiento de calibración de manómetros, vacuómetros y manovacuumetros de deformación elástica".

7. Lugar de calibración

En el laboratorio de Presion de PERUTEST S.A.C.
Avenida Chillón Lote 50 B - Comas - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	23 °C	23 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

9. Patrones de Referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL	Manómetro Digital con Incertidumbre 0.15	LFP-018-2023
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	1AT-1704-2022



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC

Anexo 53: Ficha de calibración de balanza



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0111 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente 1912-2023

2. Solicitante LABORATORIO DE ENSAYOS DE
MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.

3. Dirección CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE
LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

4. Equipo de medición BALANZA ELECTRÓNICA

Capacidad Máxima 2000 g

División de escala (d) 0.01 g

Div. de verificación (e) 0.1 g

Clase de exactitud III

Marca AMPUT

Modelo 457

Número de Serie NO INDICA

Capacidad mínima 0.2 g

Procedencia NO INDICA

Identificación NO INDICA

5. Fecha de Calibración 2023-03-01

Fecha de Emisión Jefe del Laboratorio de Metrología

2023-03-02

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

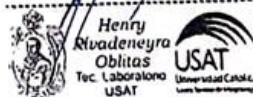
Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.



PERUTEST S.A.C.



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0111 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.5 °C	26.5 °C
Humedad Relativa	53%	55%

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0908-001-22

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0111 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	TIENE	CURSOS	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C

Medición N°	Carga L1 = 1,000 g			Carga L2 = 2,000 g		
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	1000.00	5	0	2000.00	5	0
2	1000.00	4	1	2000.01	8	7
3	1000.01	8	7	2000.00	3	2
4	1000.00	5	0	2000.00	6	-1
5	1000.00	6	-1	2000.00	2	3
6	1000.01	9	6	2000.00	5	0
7	1000.00	4	1	2000.00	4	1
8	1000.00	5	0	2000.00	6	
9	1000.00	6	-1	2000.01	8	
10	1000.00	4	1	2000.00	6	
	Diferencia Máxima		8	Diferencia Máxima		8
	Error Máximo Permissible		200	Error Máximo Permissible		-300



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición
de las
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1		0.10	5	0		1000.00	5	0	0
2		0.11	8	7		1000.00	4	1	-6
3	0.10	0.10	6	-1	1000.00	1000.00	6	-1	0
4		0.10	5	0		1000.00	5	0	0
5		0.10	6	-1		1000.01	8	7	8
	Error máximo permisible								200

* Valor entre 0 y 10g

☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0111 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	26.4 °C	26.4 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0.10	0.10	6	-1						
0.20	0.20	5	0	1	0.20	5	0	1	100
10.00	10.00	6	-1	0	10.00	5	0	1	100
100.00	100.00	7	-2	-1	100.00	4	1	2	100
500.00	500.00	6	-1	0	500.00	5	0	1	200
800.00	800.00	5	0	1	800.00	6	-1	0	200
1000.00	1000.00	6	-1	0	1000.00	7	-2	-1	200
1200.00	1200.00	6	-1	0	1200.00	2	3	4	200
1500.00	1500.00	4	1	2	1500.00	3	2	3	200
1800.00	1800.01	8	7	8	1800.00	3	2	3	200
2000.00	2000.01	8	7	8	2000.01	8	7	8	300

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición $U = 2 \times \sqrt{(0.000028 \text{ g}^2 + 0.0000000001 \text{ R}^2)}$

Lectura corregida $R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.000026 \text{ R}$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

TECNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Oblitas
Téc. Laboratorio IISAT

☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC

Anexo 54: Ficha de calibración de balanza de 30 kg

**PERUTEST S.A.C.**

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LM - 0110 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	1912-2023	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.	Internacional de Unidades (SI).
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Capacidad Máxima	30000 g	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
División de escala (d)	1 g	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Div. de verificación (e)	1 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	OHAUS	
Modelo	R31P30	
Número de Serie	8336460679	
Capacidad mínima	20 g	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2023-03-01	



TECNICO DE LABORATORIO



PERUTEST S.A.C.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2023-03-02

[Signature]
JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0110 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C
Humedad Relativa	51%	51%

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESATEC	JUEGO DE PESAS 10 kg (Clase de Exactitud: M1)	1158-MPES-C-2022
PESATEC	JUEGO DE PESAS 20 kg (Clase de Exactitud: M1)	1159-MPES-C-2022
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0938-001-22
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0908-001-22
METROIL USAT	TÉRMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	1AT-1704-2022

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.

TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry
Rivadeneira
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT

USAT
Unidad Nacional de Metrología
Laboratorio de Masas

PERUTEST S.A.C.
LABORATORIO
PERÚ

☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0110 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura Inicial Final
26.4 °C 26.4 °C

Medición N°	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g			
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	15,000	600	-100	30,000	200	300	
2	15,000	500	0	30,000	500	0	
3	15,001	700	800	30,000	500	0	
4	15,000	500	0	29,999	200	-700	
5	15,000	600	-100	30,000	500	0	
6	15,000	500	0	30,001	700	800	
7	15,000	500	0	30,000	500	0	
8	15,000	200	300	30,000	800	-300	
9	14,999	300	-800	29,999	300	-800	
10	15,000	500	0	30,000	500	0	
Diferencia Máxima			1,600	Diferencia Máxima			1,600
Error Máximo Permissible			± 3,000	Error Máximo Permissible			± 3,000



Henry Rivas Obitas
Téc. Laboratorio
USAT



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	1	5
3		4

Posición
de las
cargas

Temperatura Inicial Final
26.4 °C 26.4 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1		10	500	0		10,001	800	700	700
2		10	400	100		10,000	500	0	-100
3	10 g	10	500	0	10,000	10,000	400	100	100
4		10	400	100		9,999	200	-700	-800
5		10	500	0		10,000	500	0	0
Error máximo permisible									± 3,000

* Valor entre 0 y 10e

☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
📞 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0110 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	26.4 °C	26.4 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
10	10	500	0						
20	20	400	100	100	20	500	0	0	1,000
100	100	500	0	0	100	500	0	0	1,000
500	500	400	100	100	500	400	100	100	2,000
1,000	1,000	500	0	0	1,000	500	0	0	2,000
5,000	5,000	400	100	100	5,000	400	100	100	3,000
10,000	10,000	600	-100	-100	10,000	500	0	0	3,000
15,000	15,000	500	0	0	15,000	500	0	0	3,000
20,000	20,000	600	-100	-100	20,000	600	-100	-100	3,000
25,000	25,000	500	0	0	25,000	500	0	0	3,000
30,000	30,000	600	-100	-100	30,000	600	-100	-100	3,000

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_C: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición $U = 2 \times \sqrt{(0.3787222 \text{ g}^2 + 0.0000000237 \text{ R}^2)}$

Lectura corregida $R_{\text{CORREGIDA}} = R - 0.0000032 R$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC

Anexo 55: Ficha de calibración de horno



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 037 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

1. Expediente 1912-2023

2. Solicitante LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L.

3. Dirección CALLE LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

4. Equipo HORNO

Alcance Máximo 300 °C

Marca PERUTEST

Modelo PT-H225

Número de Serie 0120

Procedencia PERÚ

Identificación NO INDICA

Ubicación NO INDICA

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2023-03-01

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2023-03-02

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 037 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros calibrados que tiene trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se utilizó el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018 2da edición.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.3 °C	26.3 °C
Humedad Relativa	64 %	64 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
SAT	Termometro de Indicacion digital	LT-0417-2023
METROIL	THERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO MODELO: HTC-8	1AT-1704-2022

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (*) Código indicado en una etiqueta adherido al equipo.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del Instrumento de medición.



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT
Unión Suramericana de Asociaciones de Técnicos de Laboratorio

☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 037 - 2023



Página 3 de 5

11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 26.3 °C
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo
El controlador se seteo en 110

Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	Tmax-Tmín (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	105.8	107.1	105.8	109.7	112.4	109.7	112.3	111.0	109.0	109.7	109.2	6.6
02	110.0	105.8	107.1	105.8	109.7	113.0	109.7	111.9	109.7	108.6	109.7	109.1	7.2
04	110.0	105.8	106.9	105.8	109.6	112.6	109.6	112.4	111.3	108.6	109.6	109.2	6.8
06	110.0	105.5	107.0	105.5	109.7	112.6	109.7	112.5	110.5	108.6	109.7	109.1	7.1
08	110.0	105.7	107.1	105.7	109.7	112.4	109.7	112.4	111.0	109.0	109.7	109.2	6.7
10	110.0	105.6	107.0	105.7	109.6	113.0	109.6	112.3	109.7	108.6	109.6	109.1	7.4
12	110.0	105.5	107.1	105.5	109.7	112.6	109.7	112.4	111.0	108.6	109.7	109.2	7.1
14	110.0	105.5	106.9	105.5	109.7	112.6	109.7	112.7	109.7	109.0	109.7	109.1	7.2
16	110.0	106.1	107.0	106.1	109.6	112.4	109.6	112.5	111.3	108.6	109.6	109.3	6.4
18	110.0	106.3	107.1	106.3	109.7	113.0	109.7	112.6	110.5	109.0	109.7	109.4	6.7
20	110.0	106.2	107.1	106.2	109.7	112.6	109.7	112.3	111.3	108.6	109.7	109.3	6.4
22	110.0	106.1	107.1	106.1	109.6	112.6	109.6	112.7	110.5	108.6	109.6	109.2	6.6
24	110.0	106.2	106.9	106.2	109.7	112.6	109.7	112.6	111.0	108.6	109.7	109.3	6.4
26	110.0	106.5	107.0	106.5	109.7	112.4	109.7	112.3	109.7	108.6	109.7	109.2	5.9
28	110.0	106.3	106.9	106.3	109.6	113.0	109.6	112.6	111.3	108.6	109.6	109.4	6.7
30	110.0	106.4	107.0	106.4	109.7	112.4	109.7	112.5	110.5	109.0	109.7	109.3	6.1
32	110.0	105.4	107.1	105.4	109.7	113.0	109.7	112.7	111.0	108.6	109.7	109.4	6.6
34	110.0	106.3	107.0	106.3	109.6	112.6	109.6	112.6	109.7	109.0	109.6	109.2	6.3
36	110.0	106.2	107.1	106.2	109.7	112.6	109.7	112.3	111.3	108.6	109.7	109.3	6.4
38	110.0	106.3	107.1	106.3	109.7	113.0	109.7	112.4	110.5	108.6	109.7	109.3	6.7
40	110.0	106.4	106.9	106.4	109.6	112.6	109.6	112.4	111.0	109.0	109.6	109.3	6.2
42	110.0	105.9	107.0	105.9	109.7	112.4	109.7	112.8	109.7	108.6	109.7	109.1	6.9
44	110.0	106.7	107.0	106.7	109.7	113.0	109.7	112.7	111.0	108.6	109.7	109.5	6.3
46	110.0	106.7	107.1	106.7	109.6	112.6	109.6	112.7	109.7	108.6	109.6	109.3	6.0
48	110.0	106.6	107.1	106.6	109.7	112.6	109.7	112.3	111.3	109.0	109.7	109.5	6.0
50	110.0	106.3	106.9	106.3	109.7	112.4	109.7	112.4	110.5	108.6	109.7	109.2	6.1
52	110.0	106.4	107.0	106.4	109.6	113.0	109.6	112.5	111.3	108.6	109.6	109.4	6.6
54	110.0	106.2	107.1	106.2	109.6	112.6	109.6	112.7	111.0	108.6	109.6	109.3	6.5
56	110.0	106.4	107.1	106.4	109.7	112.6	109.7	112.6	109.7	108.6	109.7	109.2	6.2
58	110.0	106.3	106.9	106.3	109.7	113.0	109.7	112.4	111.3	109.0	109.7	109.4	6.7
60	110.0	106.1	107.0	106.1	109.6	112.6	109.6	112.4	110.5	108.6	109.6	109.2	6.7
T.PROM	110.0	106.1	107.0	106.1	109.7	112.7	109.7	112.5	110.6	108.7	109.7	109.3	
T.MAX	110.0	106.7	107.1	106.7	109.7	113.0	109.7	112.8	111.3	109.0	109.7		
T.MIN	110.0	105.5	106.9	105.5	109.6	112.4	109.6	111.9	109.7	108.6	109.6		
DTT	0.0	1.2	0.2	1.2	0.1	0.6	0.1	0.9	1.6	0.4	0.1		

☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC





PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LT - 037 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	113.0	22.0
Mínima Temperatura Medida	105.5	0.0
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.6	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	6.5	23.4
Estabilidad Medida (±)	0.8	0.04
Uniformidad Medida	7.4	23.4

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
 T prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
 T.MAX : Temperatura máxima.
 T.MIN : Temperatura mínima.
 DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.



☎ 913 028 621 / 913 028 622
 ☎ 913 028 623 / 913 028 624
 🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
 ✉ ventas@perutest.com.pe
 🏢 PERUTEST SAC

Anexo 56: Ficha de calibración de segundo horno



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 036 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

1. Expediente	1912-2023
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L.
3. Dirección	CAL.LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
4. Equipo	HORNO
Alcance Máximo	300 °C
Marca	PERUTEST
Modelo	PT-H76
Número de Serie	0176
Procedencia	PERÚ
Identificación	NO INDICA
Ubicación	NO INDICA

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración 2023-03-01

Fecha de Emisión 2023-03-02
Jefe del Laboratorio de Metrología Sello

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC





PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LT - 036 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros calibrados que tiene trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se utilizó el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018 2da edición.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.3°C	26.3°C
Humedad Relativa	64 %	64 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
SAT	Termometro de Indicacion digital	LT-0417-2023
METROIL	THERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO MODELO: HTC-8	1AT-1704-2022



10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perufest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Perú
✉ ventas@perufest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 036 - 2023

11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 26.3 °C

Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas

El controlador se seteo en 110

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

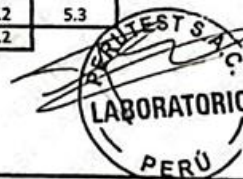
Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	110.5	110.0	110.1	108.6	109.1	108.7	112.0	112.8	110.6	112.2	110.5	4.2
02	110.0	110.3	111.8	110.0	108.5	109.1	108.4	112.2	112.0	111.3	112.4	110.6	4.0
04	110.0	109.3	111.1	109.3	108.8	109.0	108.1	112.6	112.4	111.7	112.5	110.5	4.5
06	110.0	109.0	111.3	109.1	108.8	109.4	107.4	112.1	112.5	111.3	112.5	110.3	5.1
08	110.0	109.3	110.8	108.3	108.4	109.1	107.7	112.7	112.3	111.6	112.8	110.3	5.1
10	110.0	109.0	110.5	108.8	108.2	109.4	107.3	112.3	112.5	111.3	112.0	110.1	5.2
12	110.0	108.5	110.7	109.1	108.5	109.1	107.5	112.4	112.5	111.4	112.4	110.2	5.0
14	110.0	109.2	110.4	109.3	108.4	109.2	107.3	112.7	112.0	111.6	112.4	110.2	5.4
16	110.0	109.2	110.3	109.4	108.3	109.3	107.1	112.3	112.4	111.5	112.2	110.2	5.3
18	110.0	109.1	110.1	109.6	108.7	109.1	107.4	112.1	112.3	110.8	112.3	110.1	4.9
20	110.0	109.3	110.4	109.3	108.7	109.1	107.3	112.4	112.2	110.6	111.8	110.1	5.1
22	110.0	109.2	110.4	109.2	108.4	109.0	107.5	112.2	112.8	111.2	111.7	110.2	5.3
24	110.0	109.0	110.7	109.5	108.2	109.4	107.1	112.7	112.4	110.9	112.4	110.2	5.6
26	110.0	109.1	110.8	109.5	108.5	109.5	107.2	112.3	112.0	110.7	112.3	110.2	5.1
28	110.0	109.3	110.4	109.4	108.2	109.6	107.4	112.1	112.0	110.4	112.4	110.1	5.0
30	110.0	109.1	110.5	109.4	108.5	109.1	107.5	112.4	112.3	110.7	112.2	110.2	4.9
32	110.0	109.1	110.3	109.3	108.8	109.4	107.1	112.8	112.3	110.7	112.4	110.2	5.7
34	110.0	108.9	110.4	109.2	108.5	109.1	107.4	112.2	112.4	110.8	112.7	110.2	5.3
36	110.0	109.4	110.1	109.5	108.3	109.4	107.7	112.3	112.4	110.4	112.5	110.2	4.8
38	110.0	109.2	110.4	109.6	108.6	109.3	107.7	112.4	112.3	110.6	112.4	110.2	4.7
40	110.0	109.1	110.4	109.2	108.4	109.4	107.4	112.1	112.0	110.8	112.4	110.1	5.0
42	110.0	109.4	110.5	109.3	108.8	109.1	107.2	112.0	112.4	110.4	112.8	110.2	5.6
44	110.0	109.1	110.5	109.5	108.3	109.4	107.4	112.8	112.1	110.5	112.4	110.2	5.4
46	110.0	109.1	110.7	109.7	108.4	109.2	107.5	112.4	112.3	110.3	112.3	110.2	4.9
48	110.0	109.2	110.2	109.4	108.2	109.1	107.1	112.4	112.2	110.1	112.2	110.0	5.3
50	110.0	108.9	110.5	109.4	108.4	109.1	107.3	112.6	112.3	110.5	112.7	110.2	5.4
52	110.0	109.1	110.5	109.2	108.2	109.5	107.3	112.2	112.8	110.7	112.1	110.2	5.5
54	110.0	109.0	110.3	109.7	108.1	109.1	107.5	112.3	112.7	110.1	111.9	110.1	5.2
56	110.0	109.3	110.5	109.4	108.1	109.5	107.5	112.6	112.6	110.4	112.2	110.2	5.1
58	110.0	109.1	110.3	109.2	108.0	109.3	107.6	112.3	112.1	110.5	112.4	110.1	4.8
60	110.0	109.0	110.3	109.6	108.4	109.2	107.4	112.7	112.5	110.7	112.4	110.2	5.3
T.PROM	110.0	109.2	110.5	109.4	108.4	109.2	107.5	112.4	112.3	110.8	112.3	110.2	
T.MAX	110.0	110.5	111.8	110.1	108.8	109.6	108.7	112.8	112.8	111.7	112.8		
T.MIN	110.0	108.5	110.0	108.3	108.0	109.0	107.1	112.0	112.0	110.1	111.7		
DTT	0.0	2.0	1.8	1.8	0.8	0.6	1.6	0.8	0.8	1.6	1.1		

Henry Rivadeneira Oblitas
Téc. Laboratorio USAT



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
📍 PERUTEST SAC





PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LT - 036 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	112.8	22.0
Mínima Temperatura Medida	107.1	0.1
Desviación de Temperatura en el Tiempo	2.0	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	4.9	24.3
Estabilidad Medida (±)	1.0	0.04
Uniformidad Medida	5.7	24.3

T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T.MAX : Temperatura máxima.
T.MIN : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.
Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

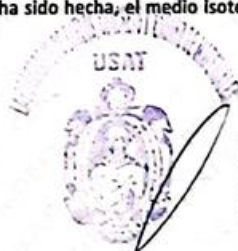
La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio Isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.


 Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAI


 USAI
 Universidad Científica del Perú


 PERUTEST S.A.C.
 LABORATORIO
 PERÚ

☎ 913 028 621 / 913 028 622
 ☎ 913 028 623 / 913 028 624
 🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
 ✉ ventas@perutest.com.pe
 🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

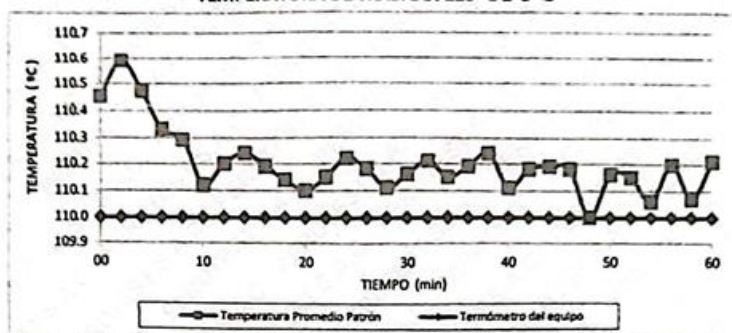
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 036 - 2023

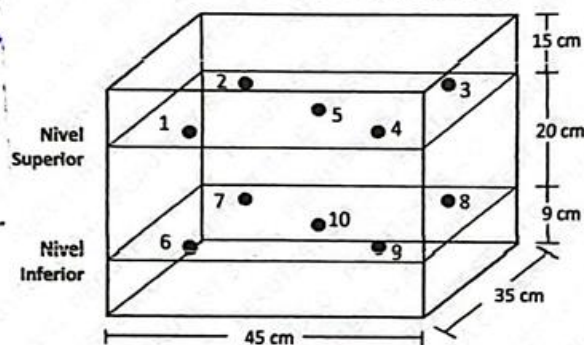
Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Henry
Rivadeneira
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT
Universidad Católica

Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC

Anexo 57: Ficha de calibración de prensa multiusos

**PERUTEST S.A.C.**

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LF - 056 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	1912-2023
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
4. Equipo	PRENSA MULTIUSOS
Capacidad	5000 kgf
Marca	FORNEY
Modelo	7691F
Número de Serie	2491
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
Indicación	DIGITAL
Marca	OHAUS
Modelo	DEFENDER 300
Número de Serie	NO INDICA
Resolución	0.1 kgf
Ubicación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2023-03-01

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.



PERUTEST S.A.C.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2023-03-02

[Signature]

JOSE ALJANDRO FLORES MINAYA



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
📍 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 056 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de la fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL - DM.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	27.8 °C	27.8 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR



9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: LF-001 Capacidad: 10,000 kg.f	INF-LE 093-23 A/C



10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721



Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 056 - 2023

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo	Indicación de Fuerza (Ascenso)				
	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)	Patrón de Referencia
10	500	500.6	499.3	499.3	499.7
20	1000	1002.0	1000.2	1000.6	1000.8
30	1500	1501.6	1499.9	1500.7	1500.6
40	2000	2003.1	2001.9	2004.8	2003.3
50	2500	2501.4	2499.5	2500.4	2500.5
60	3000	3001.9	2999.4	3000.4	3000.4
70	3500	3502.1	3499.7	3501.7	3500.8
80	4000	4002.3	4000.0	4001.0	4000.8
90	4500	4502.8	4500.2	4501.2	4501.1
100	5000	5003.7	5000.4	5001.4	5001.3
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
500	0.07	0.26	-0.02	0.02	0.36
1000	-0.08	0.18	-0.03	0.01	0.35
1500	-0.04	0.11	-0.03	0.01	0.34
2000	-0.17	0.14	-0.07	0.01	0.35
2500	-0.02	0.08	-0.04	0.00	0.34
3000	-0.01	0.08	-0.01	0.00	0.34
3500	-0.02	0.07	0.01	0.00	0.34
4000	-0.02	0.06	0.00	0.00	0.34
4500	-0.02	0.06	0.00	0.00	0.34
5000	-0.03	0.07	0.02	0.00	0.34

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0.00 %
---	--------

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 508 - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC

Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT

PERUTEST S.A.C.
LABORATORIO
PERÚ

Anexo 58: Ficha de calibración de prensa



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 0104 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	4686-2023
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L - LEMS W & C E.I.R.L.
3. Dirección	CALLA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
4. Equipo	PRESA DE CONCRETO
Capacidad	2000 kN
Marca	A Y A INSTRUMENT
Modelo	STYE-2000B
Número de Serie	131214
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
Indicación	DIGITAL
Marca	MC
Modelo	STYLE-2000B
Número de Serie	131214
Resolución	0.01 / 0.1 kN (*)
Ubicación	NO INDICA

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.



5. Fecha de Calibración 2023-09-02

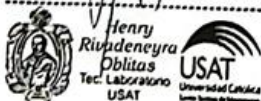
Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2023-09-02

JOSE A. EJANDRO FLORES MINAYA



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
📍 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 0104 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la Indicación de fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 de INACAL - DM

7. Lugar de calibración

En el laboratorio del cliente
Laboratorio de Materiales de LEMS W & C E.I.R.L.

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.0 °C	26.0 °C
Humedad Relativa	58 % HR	58 % HR



9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE N° 093-23 (B)
ELICROM	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	CCP-0102-001-23

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 2.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

USAT

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 0104 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

TECNICO DE LABORATORIO

Indicación del Equipo	Indicación de Fuerza (Ascenso)				
	Patrón de Referencia				
%	F_1 (kN)	P_1 (kN)	P_2 (kN)	F_3 (kN)	$F_{Promedio}$ (kN)
10	100	100.8	101.1	100.9	101.0
20	200	201.0	201.4	201.1	201.3
30	300	301.6	301.6	301.5	301.5
40	400	400.8	400.8	400.7	400.8
50	500	501.7	500.7	501.6	501.2
60	600	600.5	600.0	600.4	600.2
70	700	700.7	700.7	700.5	700.7
80	800	799.6	790.9	799.3	795.2
90	900	899.8	900.5	899.6	900.1
100	1000	1001.6	1000.3	1001.3	1000.8
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa σ (%)	
100	-0.97	0.29	0.00	0.10	0.60
200	-0.62	0.19	0.00	0.05	0.58
300	-0.51	0.03	0.00	0.03	0.58
400	-0.20	0.04	0.00	0.03	0.58
500	-0.23	0.21	0.00	0.02	0.59
600	-0.04	0.07	0.00	0.02	0.58
700	-0.09	0.03	0.00	0.01	0.57
800	0.60	1.10	0.00	0.01	0.85
900	-0.01	0.11	0.00	0.01	0.58
1000	-0.08	0.13	0.00	0.01	0.58

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0) 0.00 %

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT
UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CHILE



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC

Anexo 59: Ficha técnica de cera de carnauba



Ficha Técnica de la Cera de carnauba

Descripción del producto

La cera de carnauba es una adicción en polvo para elaborar concretos, es agregado durante el mezclado para mejorar distintas propiedades del concreto

Características / ventajas

En concreto fresco:

- Mejora la trabajabilidad
- Reduce el contenido de aire atrapado
- Reduce el tiempo de fraguado

En concreto endurecido:

- Mejora la resistencia
- Reduce la permeabilidad
- Reduce la abrasión

Usos

Es recomendable para estructuras en general que requieran impermeabilización: como canales, sótanos, cisternas, etc.

Descripción del producto

Composición química	Ésteres de ácidos grasos 80-85% Alcoholes grasos 10-15% Ácidos 3-6% Hidrocarburos 1-3%
Apariencia / Color	Polvo amarillo naranja
Densidad (gr/cm3)	0.968
Punto de fusión (C°)	82.5
Punto de inflamación (C°)	>299

Características de desempeño

- La dosificación recomendada para el aditivo es de 0,2 a 3.0% respecto al peso del material cementante
- La dosis recomendada es:

Para cada saco de cemento (42.5kg)



Usar 1.32 kg de cera de carnauba



Modo de empleo

- Mezclar agregados (arena y grava) y parte del agua de mezclado.
- Mezclar la adicción con el cemento.
- Incorporar el cemento en el equipo mezclador.
- Verter el agua restante en la mezcla.
- Esperar al menos 2 min para obtener una mezcla uniforme

Limitaciones y Exclusión:

La información contenida en esta ficha técnica se basa en la experiencia e investigación realizada en la tesis y es precisa según el conocimiento al momento de su publicación, se proporciona de buena fe. No garantizamos la calidad o rendimiento del producto fuera de los usos aquí especificados. No nos responsabilizamos por resultados obtenidos bajo condiciones no recomendadas.

Fuente: Creación del autor