

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS

**EFFECTOS DE UN ADITIVO IMPERMEABILIZANTE SOBRE
LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ELABORADO POR

**KATHERINE DINESSI CAHUANCAMA MENDOZA
ID:0009-0004-0678-4165**

ASESOR

**Ing. CARLOS ARMANDO BARZOLA GASTELÚ
ID:0000-0002-6087-9702**

Lima- Perú

2024

© 2024, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados

**“El autor autoriza a la UNI a reproducir la Tesis en su totalidad o en parte,
con fines estrictamente académicos.”**

Cahuancama Mendoza, Katerine Dinessi

Katerine.cahuancama.m@uni.pe

947088856

DEDICATORIA

A mi padre, por apoyarme y enseñarme desde pequeña a tener objetivos y metas claras en la vida.

A mi madre por enseñarme que es tener valentía para afrontar las cosas más difíciles y por su apoyo moral a lo largo de mi carrera universitaria.

A mi hermana Maribel y su esposo Erick por su apoyo a lo largo de mi etapa universitaria

A mis hermanos, y a toda mi familia por estar pendientes de mi desarrollo profesional

A mi perrito Rambo, por su amor incondicional y por siempre estar a mi lado con su lealtad y cariño.

AGRADECIMIENTOS

Al ingeniero Carlos Barzola Gastelú por su apoyo incondicional en el desarrollo de la presente tesis y por sus consejos para mi vida profesional.

A la Universidad Nacional de Ingeniería y a la Facultad de Ingeniería Civil.

Al personal técnico y administrativo del Laboratorio de Ensayo de Materiales, por su apoyo y paciencia para poder realizar esta investigación.

A amigos tesisistas que conocí en este proceso de investigación, por transmitirme sus conocimientos y experiencias en el desarrollo de sus tesis.

ÍNDICE

Resumen	6
Abstract.....	7
Prólogo.....	8
Lista de cuadros	9
Lista de figuras	11
Lista de símbolos y siglas	13
Capítulo I: Introducción.....	14
1.1 Antecedentes referenciales.....	14
1.2 Planteamiento de la realidad problemática	16
1.3 Definición de objetivos	17
1.3.1 Objetivo general.....	17
1.3.2 Objetivos específicos	17
1.4 Hipótesis.....	18
Capítulo II: Marco teórico y conceptual	19
2.1 Concepto	19
2.2 Clasificación	20
2.2.1 Mortero de cemento.....	20
2.2.2 Mortero de yeso.....	20
2.2.3 Mortero de cal.....	21
2.2.4 Mortero de cemento y cal.....	21
2.2.5 Mortero con aditivo	21
2.3 Propiedades del mortero de revestimiento.....	22
2.3.1 Propiedades al estado fresco.....	22
2.3.2 Propiedades al estado endurecido.....	23
2.4 Permeabilidad.....	24
2.4.1 Definición.....	24

2.4.2 Permeabilidad en el mortero	25
2.4.3 Porosidad en el mortero.....	25
2.4.4 Agua en la pasta de cemento hidratada.....	27
2.4.5 Relación entre porosidad y permeabilidad	30
2.4.6 Grado de absorción de agua.....	30
Capítulo III: La humedad y sus efectos en estructuras y revestimientos. 31	
3.1 Generalidades	31
3.2 Humedad	31
3.2.1 Humedad por terminación de una obra	31
3.2.2 Humedad por capilaridad.....	32
3.2.3 Humedad por filtración.....	32
3.2.4 Humedad por condensación	32
3.3 Corrosión del acero de refuerzo en el concreto.....	33
3.4 Hinchamiento de los elementos de mampostería.....	34
3.5 Eflorescencias	34
3.6 Desprendimiento del revestimiento	34
3.7 Hongos y mohos.....	35
Capítulo IV: Materiales empleados en la elaboración del mortero	36
4.1 Cemento portland	36
4.1.1 Definición.....	36
4.1.2 Clasificación.....	36
4.2 Arena fina	38
4.2.1 Definición.....	38
4.2.2 Características físicas.....	39
4.2.3 Características químicas.....	42
4.3 Agua	43
4.4 Aditivos	44
4.4.1 Clasificación de aditivos.....	44

Capítulo V: Aditivo impermeabilizante: Crystal Admix	48
5.1 Definición.....	48
5.2 Características.....	49
5.3 Ventajas.....	49
5.4 Recomendaciones	50
5.5 Dosis	51
5.6 Datos de utilización.....	51
5.7 Datos técnicos	51
5.8 Almacenamiento	52
5.9 Presentación.....	52
Capítulo VI: Diseño de mezcla de mortero de revestimiento.....	53
6.1 Generalidades	53
6.2 Método experimental	53
6.2.1 Definición de cantidades iniciales de materiales	53
6.2.2 Procedimiento general de dosificación.....	53
6.2.3 Cálculo de la dosificación por metro cúbico de mortero	54
6.3 Diseño de mezcla de mortero patrón	56
6.3.1 Diseño de mortero patrón C:A = 1:2.....	56
6.3.2 Diseño de mortero patrón C:A = 1:3.....	56
6.3.3 Diseño de mortero patrón C:A = 1:4.....	57
6.4 Diseño de mezcla de mortero patrón C:A = 1:2 con aditivo	58
6.4.1 Diseño de mortero patrón C:A = 1:2 más 2.0% de aditivo	58
6.4.2 Diseño de mortero patrón C:A = 1:2 más 2.5% de aditivo	59
6.4.3 Diseño de mortero patrón C:A = 1:2 más 3.0% de aditivo	59
6.5 Diseño de mezcla de mortero patrón C:A = 1:3 con aditivo	60
6.5.1 Diseño de mortero patrón C:A = 1:3 más 2.0% de aditivo	60
6.5.2 Diseño de mortero patrón C:A = 1:3 más 2.5% de aditivo	61
6.5.3 Diseño de mortero patrón C:A = 1:3 más 3.0% de aditivo	62

6.6 Diseño de mezcla de mortero patrón C:A = 1:4 con aditivo.....	62
6.6.1 Diseño de mortero patrón C:A = 1:4 más 2.0% de aditivo.....	62
6.6.2 Diseño de mortero patrón C:A = 1:4 más 2.5% aditivo.....	63
6.6.3 Diseño de mortero patrón C:A = 1:4 más 3.0% de aditivo.....	64
Capítulo VII: Ensayos realizados en mortero con y sin aditivo al estado fresco	65
7.1 Generalidades	65
7.2 Ensayo de fluidez	65
7.3 Ensayo de peso unitario	67
7.4 Ensayo de exudación.....	70
7.5 Ensayo de tiempo de fraguado	72
Capítulo VIII: Ensayos realizados en mortero con y sin aditivo al estado endurecido.....	76
8.1 Generalidades	76
8.2 Ensayo de absorción	76
8.3 Ensayo de resistencia a la compresión.....	79
8.4 Ensayo de tracción	82
8.5 Ensayo de retracción	84
Capítulo IX: Análisis de resultados	87
9.1 Generalidades	87
9.2 Agregados	87
9.3 Aditivo.....	88
9.4 Análisis y resultados del mortero al estado fresco	90
9.4.1 Fluidez.....	90
9.4.2 Peso unitario.....	91
9.4.3 Exudación.....	93
9.4.4 Tiempo de fraguado.....	96
9.5 Análisis y resultados del mortero al estado endurecido.....	100

9.5.1 Ensayo de absorción	100
9.5.2 Ensayo de resistencia a la compresión	106
9.5.3 Ensayo de resistencia a la tracción	110
9.5.4 Ensayo de retracción	112
Conclusiones	116
Recomendaciones	118
Referencias bibliográficas	119
Anexos	124

RESUMEN

La presente tesis titulada “Efectos de un aditivo impermeabilizante sobre las propiedades del mortero de revestimiento” tiene por objetivo analizar el uso del mortero con aditivo impermeabilizante, cuantificando la variabilidad de la permeabilidad en morteros de revestimientos mediante el ensayo de absorción; y cuantificar la variación de las demás propiedades al estado fresco y endurecido del mortero.

Para este estudio, se realizaron ensayos en el Laboratorio de Ensayo de Materiales (LEM) siguiendo los lineamientos de las normas NTP y/o ASTM. Se comenzó con los ensayos para calcular las características del agregado, luego se prepararon mezclas de mortero patrón con relaciones de cemento:arena C:A de 1:2, 1:3 y 1:4, utilizando cemento Portland tipo I y agregados de la cantera de Zapallal. Luego, a estas mezclas se le adicionaron tres porcentajes de aditivo (2 %, 2.5 % y 3 % del peso de cemento), resultando en un total de 12 diseños de mezcla de mortero. La cantidad de agua añadida fue la necesaria para que la fluidez de la mezcla de mortero estuviera en el rango de 110 ± 5 %.

Finalmente, se realizaron ensayos para determinar las propiedades en estado fresco y endurecido del mortero, con un énfasis especial en el ensayo de absorción. Los resultados de los ensayos de absorción a los 60 días, que se toman como medida de la permeabilidad, muestran reducciones entre el 3.04 % y 28.26 %. Además, a los 28 días, la resistencia a la compresión aumenta hasta un 34.59 %, y la resistencia a la tracción hasta un 139.19 %.

ABSTRACT

The objective of this thesis entitled “Effects of a waterproofing additive on the properties of the coating mortar” is to analyze the use of mortar with a waterproofing additive, quantifying the variability of permeability in coating mortars through the absorption test; and quantify the variation of the other properties in the fresh and hardened state of the mortar.

For this study, tests were carried out in the Materials Testing Laboratory (LEM) following the guidelines of the NTP and/or ASTM standards. The tests began to calculate the characteristics of the aggregate, then pattern mortar mixtures with cement/sand, C/S ratios of 1:2, 1:3 and 1:4 were prepared, using Portland cement type I and aggregates of the Zapallal quarry. Then, three percentages of additive were added to these mixtures (2 %, 2,5 % and 3 % of the weight of cement), resulting in a total of 12 mortar mixture designs. The amount of water added was necessary so that the fluidity of the mortar mixture was in the range of 110 ± 5 %.

Finally, tests were carried out to determine the properties in the fresh and hardened state of the mortar, with special emphasis on the absorption test. The results of the 60-day absorption tests, which are taken as a measure of permeability, show reductions between 3,04 % and 28,26 %. Furthermore, at 28 days, the compressive strength increases up to 34,59 %, and the tensile strength up to 139,19 %.

PRÓLOGO

En las ciudades contemporáneas, los problemas de humedad en las construcciones se han convertido en una preocupación frecuente y significativa. Estas dificultades no solo afectan el aspecto arquitectónico de los edificios, sino que también pueden comprometer su integridad estructural. Por tanto, identificar y abordar estos problemas es crucial para preservar y prolongar la vida útil de las estructuras. Una estrategia efectiva para mejorar la durabilidad de las construcciones es optimizar las propiedades del concreto y del mortero que las recubre. En este contexto, el presente estudio se enfoca en evaluar el desempeño del mortero de revestimiento al incorporar diferentes porcentajes del aditivo impermeabilizante Crystal Admix.

Un aspecto crucial del estudio es el análisis detallado de la porosidad y permeabilidad del mortero, ya que estos factores determinan la conductividad de la humedad. Mediante ensayos de absorción de agua y pruebas de propiedades mecánicas, se busca entender cómo la incorporación del aditivo Crystal Admix afecta estas propiedades, ofreciendo así una solución más efectiva para enfrentar los problemas de humedad en las construcciones. Este trabajo proporciona una evaluación exhaustiva de las características del mortero en diferentes condiciones y edades, contribuyendo al desarrollo de soluciones innovadoras para mejorar la durabilidad y el rendimiento del mortero de revestimiento.

ASESOR

LISTA DE CUADROS

Cuadro N°4.1: Requisitos Químicos del CPTipo I, NTP 334.009/2020.....	37
Cuadro N°4.2: Requisitos Físicos del CPTipo I, NTP 334.009/2020	37
Cuadro N°4.3: Propiedades físicas y químicas del cemento SOL Tipo I	38
Cuadro N°4.4: Valores del Peso Específico del Agregado Fino	39
Cuadro N°4.5: Granulometría de la arena sin lavar.....	41
Cuadro N°4.6: Granulometría de la arena lavada	41
Cuadro N°4.7: Análisis químico de la arena fina lavada y sin lavar (ppm).....	43
Cuadro N°4.8: Análisis químico de la arena fina lavada y sin lavar (%)	43
Cuadro N°4.9: Análisis químico del agua de mezcla (ppm y %).....	44
Cuadro N°4.10: Clasificación de aditivos según la norma ASTM C-494.....	44
Cuadro N°5.1: Componentes del aditivo Crystal Admix	51
Cuadro N°5.2: Datos Técnicos de Crystal Admix.....	51
Cuadro N°6.1: Diseño de mezcla de mortero patrón, C:A de 1:2	56
Cuadro N°6.2: Diseño de mezcla de mortero patrón, C:A de 1:3	57
Cuadro N°6.3: Diseño de mezcla de mortero patrón, C:A de 1:4	57
Cuadro N°6.4: Diseño de mezcla de mortero, C:A de 1:2 y 2.0% de Aditivo	58
Cuadro N°6.5: Diseño de mezcla de mortero, C:A de 1:2 y 2.5% de Aditivo	59
Cuadro N°6.6: Diseño de mezcla de mortero, C:A de 1:2 y 3.0% de Aditivo	60
Cuadro N°6.7: Diseño de mezcla de mortero, C:A de 1:3 y 2.0% de Aditivo	61
Cuadro N°6.8: Diseño de mezcla de mortero, C:A de 1:3 y 2.5% de Aditivo	61
Cuadro N°6.9: Diseño de mezcla de mortero, C:A de 1:3 y 3.0% de Aditivo	62
Cuadro N°6.10: Diseño de mezcla de mortero, C:A de 1:4 y 2.0% de Aditivo	63
Cuadro N°6.11: Diseño de mezcla de mortero, C:A de 1:4 y 2.5% de Aditivo	64
Cuadro N°6.12: Diseño de mezcla de mortero, C:A de 1:4 y 3.0% de Aditivo	64
Cuadro N°7.1: Resultados del ensayo de fluidez del mortero	66
Cuadro N°7.2: Resultado del ensayo del peso unitario del mortero	69
Cuadro N°7.3: Resultado del ensayo de exudación del mortero	71
Cuadro N°7.4: Resultado del ensayo de tiempo de fraguado del mortero.....	74
Cuadro N°8.1: Absorción del mortero a 7, 28 y 60 días	77
Cuadro N°8.2: Resistencia a la compresión del mortero a 7 y 28 días.....	80
Cuadro N°8.3: Resistencia a la tracción del mortero a 28 días	83
Cuadro N°8.4: Retracción del mortero a 28 días.....	86
Cuadro N°9.1: Variación del agua respecto al patrón	88
Cuadro N°9.2: Variación de la fluidez respecto al patrón	90

Cuadro N°9.3: Variación del Peso Unitario respecto al patrón	91
Cuadro N°9.4: Variación del porcentaje de exudación respecto al patrón.....	94
Cuadro N°9.5: Variación del tiempo de fragua inicial respecto al patrón	96
Cuadro N°9.6: Variación del tiempo de fragua final respecto al patrón	97
Cuadro N°9.7: Variación de la absorción a 7 días respecto al patrón	101
Cuadro N°9.8: Variación de la absorción a 28 días respecto al patrón.....	102
Cuadro N°9.9: Variación de la absorción a 60 días respecto al patrón.....	104
Cuadro N°9.10: Variación de la resistencia a la compresión a 7 días respecto al patrón.....	107
Cuadro N°9.11: Variación de la resistencia a la compresión a 28 días respecto al patrón.....	108
Cuadro N°9.12: Variación de la resistencia a la tracción a 28 días respecto al patrón.....	111
Cuadro N°9.13: Variación de la retracción a 28 días respecto al patrón	113

LISTA DE FIGURAS

Figura N°2.1: Escala de poros en el concreto	27
Figura N°2.2: Tipos de agua asociada con el hidrato de silicato de calcio, según modelo de Feldman-Sereda.....	29
Figura N°3.1: Medición de humedad en muro con tarrajeo.	32
Figura N°5.1: Presentación de del Aditivo Crystal Admix	52
Figura N°7.1: Resultados del ensayo de fluidez del mortero	67
Figura N°7.2: Resultado del ensayo del peso unitario del mortero.....	69
Figura N°7.3: Resultado del ensayo de exudación del mortero.....	72
Figura N°7.4: Resultado del ensayo de tiempo de fraguado inicial del mortero..	75
Figura N°7.5: Resultado del ensayo de tiempo de fraguado final del mortero	75
Figura N°8.1: Absorción del mortero a 7 días	78
Figura N°8.2: Absorción del mortero a 28 días	78
Figura N°8.3: Absorción del mortero a 60 días	79
Figura N°8.4: Resistencia a la compresión del mortero a 7 días	81
Figura N°8.5: Resistencia a la compresión del mortero a 28 días	82
Figura N°8.6: Resistencia a la tracción del mortero a 28 días.....	84
Figura N°8.7: Retracción del mortero a 28 días	86
Figura N°9.1: Reducción de agua vs. Aditivo	89
Figura N°9.2: Variación (%) de la fluidez respecto al patrón	91
Figura N°9.3: Variación (%) del peso unitario respecto al patrón	92
Figura N°9.4: Peso Unitario vs. porcentaje de aditivo	93
Figura N°9.5: Variación (%) de la exudación respecto al patrón	95
Figura N°9.6: Porcentaje de exudación vs. porcentaje de aditivo.....	95
Figura N°9.7: Variación (%) del ensayo de TTI, respecto al patrón.....	98
Figura N°9.8: Variación (%) del ensayo de TTF, respecto al patrón.....	99
Figura N°9.9: Tiempo de fragua inicial vs. porcentaje de aditivo	99
Figura N°9.10: Tiempo de fragua final vs. porcentaje de aditivo	100
Figura N°9.11: Variación (%) de la absorción a 7 días respecto al patrón.....	101
Figura N°9.12: Absorción a los 7 días vs. porcentaje de aditivo.....	102
Figura N°9.13: Variación (%) de la absorción a 28 días respecto al patrón.....	103
Figura N°9.14: Absorción a los 28 días vs. Porcentaje de aditivo	104
Figura N°9.15: Variación (%) de la absorción a 60 días respecto al patrón.....	105
Figura N°9.16: Absorción a los 60 días vs. porcentaje de aditivo.....	106

Figura N°9.17: Variación (%) de la resistencia a la compresión a 7 días respecto al patrón.....	107
Figura N°9.18: Resistencia a la compresión a los 7 días vs. porcentaje de aditivo	108
Figura N°9.19: Variación (%) de la resistencia a la compresión a 28 días respecto al patrón.....	109
Figura N°9.20: Resistencia a la compresión a los 28 días vs. porcentaje de aditivo	110
Figura N°9.21: Variación (%) de la resistencia a la tracción a 28 días respecto al patrón	111
Figura N°9.22: Resistencia a la tracción a los 28 días vs. porcentaje de aditivo	112
Figura N°9.23: Variación (%) de la retracción a 28 días respecto al patrón	114
Figura N°9.24: Retracción a los 28 días vs. Porcentaje de aditivo	115

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

LISTA DE SÍMBOLOS Y LETRAS:

“	Pulgadas
%	Porcentaje
+/-	Más o menos

SIGLAS:

a/c	Relación agua cemento en peso
ACI	American Concrete Institute
ASTM	American Society for Testing and Materials
cm ²	Centímetro cuadrado
Cl ⁻	Cloruros
C:A	Relación cemento arena en peso
gr	Gramo
gr/cm ³	Gramo por centímetro cúbico
kg	Kilogramo
kg/m ³	Kilogramo por centímetro cúbico
m	Metro
m ³	Metro Cúbico
ml	Mililitro
mm	Milímetro
min	Minutos
MF	Módulo de Finura
NTP	Norma técnica peruana
Ppm	Partes por millón
PU	Peso Unitario
PUC	Peso Unitario Compactado
PUS	Peso Unitario Suelto
(SO ₄)=	Sulfatos
TFI	Tiempo de Fraguado Inicial
TFF	Tiempo de Fraguado Final
Vs.	Versus
µm	micrómetro

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES REFERENCIALES

A lo largo de las últimas décadas se ha realizado un gran avance sobre las investigaciones relacionadas al concreto, lo que permitió nuevas tecnologías constructivas con la finalidad de desarrollar mejores infraestructuras en las ciudades. El concreto es un material fundamental para la ingeniería civil; ha dado muy buenos resultados debido a su propiedad principal de resistencia a la compresión. El mortero, aunque similar al concreto en términos de composición, ya que utiliza agregados finos, también desempeña un papel importante en la construcción. Su amplia gama de aplicaciones, como en revestimientos, adhesivos y juntas, justifica la necesidad de estudiar y optimizar sus propiedades. Entre estas propiedades se incluyen la fluidez, rapidez de fraguado, resistencia a la compresión, durabilidad, impermeabilidad, entre otras. Cada una de estas características afecta el rendimiento del mortero tanto en estado fresco como endurecido, impactando la calidad y funcionalidad de las estructuras construidas con él.

Por consiguiente, es necesario realizar estudios que optimicen el comportamiento del mortero con el fin de mejorar la calidad de las obras en las que se utiliza. Existen diversos productos diseñados para mejorar las propiedades del mortero, como retardantes y acelerantes de fraguado, incorporadores de aire, entre otros. Sin embargo, también se presentan numerosos problemas en los proyectos debido a factores como las condiciones del medio ambiente, el avance de la obra y la funcionalidad de la estructura. En particular, la durabilidad de los materiales y estructuras puede verse afectada por sollicitaciones mecánicas, químicas, físicas y biológicas. Factores como la humedad y el crecimiento de moho son críticos, ya que pueden deteriorar la integridad estructural del mortero y reducir su vida útil. Este trabajo se enfoca en estructuras expuestas a la humedad, y se realizará un estudio del mortero con aditivos impermeabilizantes para mejorar su comportamiento en estas condiciones, incrementando su resistencia a la penetración de agua y prolongando la durabilidad de las estructuras.

Zorrilla (1997), en su tesis “Estudio de los Morteros de Revestimientos con Aditivo Impermeabilizante y Cemento Portland Tipo I”, analizó la influencia del

aditivo impermeabilizante MUROX I en las propiedades del mortero en estado fresco y endurecido, utilizando cemento Portland tipo I y relaciones cemento:arena C:A desde 1:1 hasta 1:5, con proporciones de aditivo de 1:10 (aditivo/agua). Concluyó que la resistencia a la compresión a los 28 días disminuye hasta un 38% en la relación c:a de 1:3, y que la absorción a los 45 días aumenta de 4.18% a 7.19% para una relación c:a de 1:2. En estado fresco, el mortero con aditivo presenta una reducción en el porcentaje de exudación del 2.07% en comparación con el mortero patrón y es más homogéneo.

Caldas (2021), en su tesis "Análisis comparativo del mortero de revestimiento utilizando acelerador de fragua", analizó el uso del aditivo acelerador de fragua Sika-3 en las propiedades del mortero de revestimiento tanto en estado fresco como endurecido. El estudio abarcó diferentes relaciones cemento:arena, desde 1:1 hasta 1:5, y la adición de Sika-3 en proporciones aditivo:agua de 1:3 y 1:9, con el objetivo de encontrar la proporción de aditivo, cemento, arena y agua que optimice las propiedades del mortero. Una de las propiedades evaluadas en estado endurecido fue la absorción del mortero. Los resultados mostraron una reducción de la absorción de hasta un 32.07% para una proporción de cemento:arena de 1:1 y aditivo:agua de 1:3; se observó también una reducción de la absorción del 15.08% para una relación cemento:arena de 1:3 y aditivo:agua de 1:3. En cuanto a la resistencia a la compresión, el uso del aditivo no generó una tendencia clara. Las variaciones en la resistencia, en comparación con el mortero patrón, estuvieron en el rango de -15% a +20% para una relación aditivo:agua de 1:9, y de -12% a +10% para una relación de 1:3.

Tacusi (2016), en su tesis "Estudio del concreto con aditivo impermeabilizante y cemento Portland tipo I", analizó la viabilidad del uso del aditivo impermeabilizante Crystal Admix para reducir la absorción de agua en el concreto endurecido, dado que está directamente relacionada con la porosidad y los espacios capilares. El estudio se llevó a cabo en concreto con relaciones agua/cemento (a/c) de 0.45 y 0.5, y el aditivo se dosificó en proporciones de 2%, 2.5% y 3% en peso del cemento. Los resultados mostraron una reducción de la absorción de agua del 14.16% y 20.07% para las relaciones a/c de 0.45 y 0.5, respectivamente. Además, el concreto con aditivo presentó aumentos en su resistencia a la compresión axial del 19.66% para concretos con relación a/c de 0.45 y del 25.6% para concretos con relación a/c de 0.5.

Aite (2017), en su tesis “Estudio de las propiedades del concreto con aditivo reductor de permeabilidad y cemento Portland tipo V”, determinó la influencia del aditivo impermeabilizante Crystal Admix en las propiedades del concreto tanto en estado fresco como endurecido. Utilizó cemento tipo V con relaciones agua/cemento (a/c) de 0.45 y 0.55, y proporciones de aditivo de 2.5% y 3% en peso del cemento. Concluyó que el uso del aditivo reduce la absorción de agua en el concreto hasta un 40% a los 42 días y, a su vez, aumenta la resistencia a la compresión hasta un 28.9% a los 42 días.

1.2 PLANTEAMIENTO DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

En la actualidad es frecuente encontrar la humedad en edificios residenciales, viviendas, centros educativos, establecimientos de salud, entre otros; lo cual genera deterioros en el revestimiento e incomodidad en los usuarios de dichos establecimientos, ya que no solo es apariencia física de las estructuras si no que presentan otras características como sensaciones de frío, aparición de ácaros e incluso pueden generar enfermedades respiratorias. La humedad en el contexto de la construcción se refiere a la presencia de agua en los materiales y estructuras, y puede dividirse en humedad física, que es la cantidad de agua en el aire o en un material, y humedad en las construcciones, que se relaciona con cómo el agua afecta la durabilidad y la integridad de los materiales.

Asimismo, la mayoría de proyectos que implican almacenamiento, exposición y conducción de agua como tanques, cisternas, muros de sótanos necesitan que las estructuras de concreto no fallen debido a la corrosión del acero de refuerzo; la infiltración de contaminantes del agua a través del mortero es una causa frecuente de fallos estructurales, exacerbada por las condiciones climáticas variables y la falta de adecuada impermeabilización. La transmisión de fluidos a través del mortero en estos contextos es crucial, ya que la capacidad del mortero para resistir la penetración de agua y contaminantes influye directamente en la durabilidad y funcionalidad de las estructuras. En el caso de tanques y cisternas, por ejemplo, el control efectivo de la transmisión de líquidos asegura la integridad estructural y garantiza la calidad del agua almacenada, lo cual es esencial para aplicaciones residenciales y comerciales.

Existen diversos materiales utilizados para impermeabilizar mortero de revestimiento, los cuales se encuentran como aditivos para mortero, pinturas

impermeabilizantes, fibras de vidrio entre otras; esta investigación se centrará en el estudio de un aditivo impermeabilizante, cuya efectividad se evaluará mediante rigurosos ensayos de laboratorio.

Es esencial comprender cómo los aditivos impermeabilizantes no solo mejoran la capacidad del mortero para resistir la penetración de agua y contaminantes, sino también cómo afectan intrínsecamente la porosidad del material. La reducción de la porosidad mediante estos aditivos no solo minimiza la absorción de agua superficial, sino que también limita la difusión de contaminantes a través del mortero, crucial en el contexto peruano donde las variaciones climáticas extremas pueden exponer las estructuras a ciclos repetidos de humedad y sequedad.

La hidratación del cemento, proceso fundamental en la formación de la matriz de concreto, es también modulada por la presencia de aditivos impermeabilizantes. Estos aditivos pueden influir en la velocidad y la uniformidad de la hidratación del cemento, lo que a su vez afecta las propiedades mecánicas y la durabilidad del mortero resultante. Además, la porosidad producida durante la hidratación del cemento y los vacíos intergranulares en el mortero son factores críticos que afectan la impermeabilidad. Existen diversas técnicas y materiales para reducir la permeabilidad a los fluidos y al agua, incluyendo aditivos, tratamientos superficiales, mezclas específicas, entre otros.

1.3 DEFINICIÓN DE OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

- Analizar el uso del aditivo impermeabilizante Crystal Admix y cuantificar la variabilidad de la permeabilidad en morteros de revestimiento.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar las propiedades en estado fresco y endurecido del mortero de revestimiento con y sin aditivo impermeabilizante.
- Comparar las propiedades del mortero de revestimiento con y sin aditivo, haciendo énfasis en las propiedades que determinen variación de la permeabilidad.

1.4 HIPÓTESIS

- El uso del aditivo impermeabilizante Crystal Admix disminuye la permeabilidad en morteros de revestimientos.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 CONCEPTO

Se define al mortero como una mezcla homogénea de un material cementante, agregado fino y agua. En su estado fresco, presenta características de plasticidad y trabajabilidad y al endurecer desarrollará características de resistencia mecánica y durabilidad.

El revoque o revestimiento se aplica como una capa delgada sobre la superficie externa o interna de un elemento constructivo con el propósito de mejorar propiedades como la durabilidad o cubrir irregularidades. En su aplicación externa, el revestimiento está en contacto directo con las condiciones atmosféricas, mientras que, en su uso interno, el revestimiento contribuye a la estética del ambiente y puede influir en aspectos como la comodidad térmica y la percepción del espacio, creando un ambiente más agradable y funcional para los ocupantes.

Estos morteros están diseñados para aplicarse en capas delgadas sobre superficies como muros, paredes o techos, proporcionando una capa decorativa y protectora.

El proceso comienza con la preparación de la mezcla, que generalmente incluye cemento Portland, arena fina y aditivos específicos para mejorar la trabajabilidad, la adherencia, durabilidad del mortero. La proporción precisa de estos materiales es crucial para garantizar la funcionalidad adecuada.

Una vez que la mezcla se ha preparado, se agrega agua y se mezcla a fondo hasta obtener una consistencia homogénea. Durante esta etapa de mezclado, los ingredientes secos y el agua se combinan para iniciar el proceso de hidratación del cemento Portland. Este proceso es fundamental porque es lo que permite que el mortero pase de ser una mezcla húmeda a una masa sólida y cohesiva.

Durante la hidratación, los compuestos del cemento, como los silicatos y aluminatos de calcio, reaccionan con el agua para formar productos sólidos. El producto principal de esta reacción es el silicato de calcio hidratado (C-S-H), que se desarrolla en forma de gel y se deposita en los espacios entre los granos de arena. Este gel proporciona la cohesión necesaria para unir los componentes del

mortero y forma una estructura sólida a medida que se va desarrollando; además, se forma una red de vacíos interconectados que afecta la porosidad y la resistencia del mortero.

Estos productos de hidratación contribuyen a la resistencia mecánica y a la durabilidad del mortero de revestimiento.

Finalmente, el mortero se aplica sobre la superficie preparada, utilizando herramientas específicas para asegurar una distribución uniforme y una adherencia adecuada. A medida que el mortero se seca y endurece, los productos de hidratación continúan desarrollando su resistencia, proporcionando un revestimiento sólido que protege la superficie y mejora su apariencia estética.

2.2 CLASIFICACIÓN

Existen diferentes tipos de morteros, los cuales se clasifican de acuerdo al tipo de aglomerante que se utiliza en la mezcla (Cárdenas, 1999, p.27).

- Mortero de cemento
- Mortero de yeso
- Mortero de cal
- Mortero de cemento y cal
- Mortero con aditivo

2.2.1 Mortero de Cemento

Es el mortero resultado de la mezcla de cemento, arena y agua. Es el de mayor resistencia comparada con los otros tipos de mortero y fraguado rápido; sus condiciones de trabajabilidad son variables de acuerdo a con la proporción de cemento:arena usada. Particularmente se utiliza para paredes estructurales y tabiques húmedos (Zorrilla, 1997, p.5).

2.2.2 Mortero de Yeso

El mortero de yeso está compuesto principalmente por yeso, agregados finos como arena y agua. Este tipo de mortero se distingue por su capacidad de fraguar y endurecer rápidamente al hidratarse, formando una masa sólida y cohesiva. Se utiliza predominantemente en la construcción para el revestimiento interior de

paredes y techos, proporcionando una superficie nivelada y uniforme que puede ser posteriormente pintada o decorada.

2.2.3 Mortero de Cal

Este mortero está compuesto por cal hidratada o pasta de cal, arena y agua. La cal es un polvo blanco plastificante y adhesivo, lo que hace que el mortero de este tipo sea más trabajable que los otros conocidos.

Este mortero endurece por secado y carbonatación, el proceso de fragua es lento y progresa desde la superficie hasta el núcleo de la pasta; si el ambiente es muy húmedo se retrasa el secado y si es muy seco la carbonatación es muy lenta.

Las resistencias mecánicas de este mortero son muy bajas (Mercado, 1998, p.6).

2.2.4 Mortero de Cemento y Cal

Este tipo de mortero es conocido como un mortero bastardo, se obtiene de la mezcla de cemento, cal hidratada o pasta de cal, arena y agua. Este mortero se utiliza cuando se requiere las 2 características; trabajabilidad que la proporciona la cal y altas resistencias iniciales que la proporciona el cemento (Mercado, 1998, p.6).

2.2.5 Mortero con Aditivo

El mortero con aditivo es una mezcla de cemento portland, arena fina, agua y aditivos químicos específicos diseñados para mejorar sus propiedades. Estos aditivos pueden incluir plastificantes, acelerantes, retardantes, impermeabilizantes y otros, que optimizan la trabajabilidad, el tiempo de fraguado, la resistencia a la compresión y la impermeabilidad del mortero, entre otras características. Este tipo de mortero se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones, como la reparación de estructuras de concreto, la construcción de muros de ladrillo —donde se emplea para asentar ladrillos y rellenar las juntas entre ellos, asegurando una adecuada estabilidad y continuidad estructural— y revestimientos, la impermeabilización de superficies y la mejora de la durabilidad de elementos constructivos en entornos agresivos.

2.3 PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO

2.3.1 Propiedades al Estado Fresco

Las propiedades del mortero en estado fresco describen las características del mortero antes de que inicie el proceso de fraguado y endurecimiento. Estas propiedades son esenciales para su manipulación, aplicación y rendimiento durante el uso en la construcción. Entre estas propiedades se incluyen:

2.3.1.1 Trabajabilidad

Se entiende por trabajabilidad a aquella propiedad del mortero en estado plástico que determina su capacidad para ser manipulado, transportado, colocado y consolidado adecuadamente, con un mínimo de trabajo y un máximo de homogeneidad (al hacer los paños de revestimiento), dando como resultado una buena productividad y un buen acabado (Zorrilla, 1997, p.7).

Los factores que influyen en la trabajabilidad del mortero son:

- Tipo y Proporción de los materiales (Grado de finura del aglomerante, Contenido de finos, Forma del agregado, etc.)
- Relación agua-cemento
- Temperatura y Humedad
- Tiempo de mezcla y tiempo de trabajo.
- Tipos de aditivo
- Condiciones de la superficie.

2.3.1.2 Consistencia

Esta propiedad del mortero determina el grado de humedad que tiene la mezcla, y se mide mediante el ensayo de fluidez; esta propiedad influye en la trabajabilidad, cuanto más fluida esté la mezcla de mortero, más fácil es su colocación. También influye al endurecerse el mortero en su propiedad de resistencia a la compresión, cuanto más húmeda este la mezcla mayor será su relación a/c y menor su resistencia (Zorrilla, 1997, p.7).

2.3.1.3 Retentividad

La retentividad es la capacidad del mortero de cemento en retener el agua de la mezcla, y que esta no sea succionada o absorbida por los materiales del elemento soporte. Se recomienda humedecer los elementos soportes antes de iniciar la colocación del mortero de revestimiento (Zorrilla, 1997, p.8).

2.3.2 Propiedades al Estado Endurecido

Las propiedades al estado endurecido del mortero son fundamentales para determinar su desempeño a largo plazo en aplicaciones de construcción. Estas propiedades incluyen:

2.3.2.1 Resistencia a la Compresión

Es la capacidad para soportar cargas o esfuerzo sin fracturarse o romperse. En el caso de los morteros de revestimientos, es crucial que posean una alta resistencia a la compresión para garantizar que puedan resistir impactos físicos, como el de muebles, perforaciones de clavos y otros tipos de carga sin sufrir daños significativos. (Zorrilla, 1997, p.9).

La resistencia a la compresión del mortero variará inversamente proporcional a su relación C:A a utilizar en la mezcla.

2.3.2.2 Adherencia

La adherencia es la capacidad que tiene el mortero de adherirse al material del elemento soporte (unidad de albañilería o muro de concreto); cuando se aumenta la rugosidad de la superficie del material del elemento soporte o existen pequeñas cavidades se obtiene una mayor adherencia (Zorrilla, 1997, p.8).

2.3.2.3 Resistencia a la Intemperie o Durabilidad

Conforme pasa el tiempo, el mortero de revestimiento está en contacto directo con diferentes factores atmosféricos como vientos, heladas, deshielos, humedad, cambios de temperatura y acción de agentes químicos (cloruros y sulfatos); la capacidad de conservar sus propiedades es decir ser durable en el tiempo debido a estos factores se le denomina resistencia a la intemperie (Zorrilla, 1997, p.9).

2.3.2.4 Cambio Volumétrico

Los morteros presentan cambios de volumétricos debido a su fraguado inicial y secado, y debido a los cambios de temperatura y humedad.

Las expansiones y contracciones del mortero de revestimiento ocasiona fallas de adherencia entre el mortero y el elemento soporte (unidades de albañilería o muro de concreto) (Zorrilla, 1997, p.9).

2.3.2.5 Acabado fino

El revoque o enlucido debe lograr una superficie uniforme y suave que no solo mejore la apariencia estética del revestimiento, sino que también facilite la aplicación de pintura. El revestimiento debe tener una baja absorción para evitar la formación de eflorescencias. (Zorrilla, 1997, p.10).

2.4 PERMEABILIDAD

2.4.1 Definición

La permeabilidad se define como la propiedad de un material de permitir el paso de un fluido a través de él sin modificar su estructura interna. Se considera que un material es permeable cuando permite el flujo significativo de un fluido en un período específico.

La velocidad con que el fluido atraviesa el material depende de 3 factores básicos:

- La porosidad del material.
- La densidad del fluido considerado, afectada por su temperatura.
- La presión a que está sometido el fluido.

La permeabilidad de un material depende de su estructura porosa, que consiste en espacios vacíos interconectados que permiten la absorción y el paso de fluidos a través de él. Esta propiedad se puede evaluar utilizando la Ley de Darcy directamente o mediante tablas empíricas basadas en ella. En la Ley de Darcy, la permeabilidad es una constante proporcional que influye en la velocidad del fluido y sus propiedades físicas bajo diferentes presiones aplicadas y promedios de porosidad. (Simba, 2007, p.39).

En el campo de la geología, la evaluación de la permeabilidad del suelo desempeña un papel crucial en estudios hidráulicos y de drenaje para aplicaciones agrícolas, en la capacidad de carga del sustrato, así como en investigaciones sobre erosión y mineralogía, entre otras áreas relevantes. La permeabilidad del suelo puede incrementarse debido a la presencia de fallas, grietas, juntas u otras discontinuidades estructurales, facilitando el flujo de fluidos a través del material.

“Algunos ejemplos de roca permeable son la caliza y la arenisca, mientras que la arenilla o el basalto son prácticamente impermeables” (Simba, 2007, p.39).

2.4.2 Permeabilidad en el Mortero

La permeabilidad en morteros de revestimiento se refiere a la capacidad del mortero para permitir el paso de líquidos o gases a través de su estructura porosa. En el contexto de revestimientos, la permeabilidad es una propiedad crucial que afecta la durabilidad y el rendimiento del revestimiento frente a agentes como el agua, la humedad y otros contaminantes. Un mortero de revestimiento con baja permeabilidad es preferible, ya que reduce el riesgo de infiltración de agua y protege las estructuras subyacentes de daños por humedad y corrosión. Además, la permeabilidad está estrechamente relacionada con la capilaridad, que es la capacidad del mortero para atraer y mover agua a través de sus poros debido a fuerzas capilares. Una alta permeabilidad puede incrementar la acción capilar y, por ende, la carga hidrostática en el revestimiento, lo que puede causar daños estructurales.

Los factores que influyen en la permeabilidad del mortero son la relación a/c, porosidad del agregado, curado, colocación en obra, etc.

2.4.3 Porosidad en el Mortero

La porosidad se refiere a los espacios vacíos dentro de un mortero que pueden ser llenados por líquidos mediante capilaridad o presión. (Simba, 2007, p.34)

Estos vacíos pueden ser microscópicos o visibles a simple vista y pueden estar conectados entre sí o ser independientes.

En los Morteros la porosidad se mide por la relación del volumen de huecos y el volumen total:

$$N(\%) = \left(\frac{Vt - Vn}{Vt} \right) \times 100$$

N = Porosidad

Vt = Volumen Total

Vn = Volumen de sólidos

A continuación, se describe a los 3 tipos de poros que contribuyen en conjunto a la porosidad total del mortero.

2.4.3.1 Poros de Gel.

Son los que se forman durante el proceso de hidratación del cemento, con tamaños que varían entre 5×10^{-10} y 25×10^{-10} (m). Estos poros no son responsables de la penetración de agua por su tamaño diminuto. Aunque los poros de gel no permiten fácilmente la penetración de líquidos, los gases pueden atravesarlos con mayor facilidad; estos poros de gel están relacionados con fenómenos de retracción y fluencia de la pasta de cemento y por lo tanto afectan igualmente esos dos parámetros en el mortero. (Hermida, 2014, p.6)

Los poros de gel influyen en la retracción del mortero, permitiendo que el material se contraiga a medida que el agua se evapora, lo que resulta en una reducción del volumen de los espacios vacíos. Este fenómeno contribuye a la disminución del volumen del mortero durante el secado.

En cuanto a la fluencia, los poros de gel afectan la redistribución de tensiones dentro del mortero. Esto altera la capacidad del material para resistir deformaciones continuas bajo una carga constante a lo largo del tiempo.

2.4.3.2 Poros Capilares.

Los poros capilares son espacios vacíos formados en la pasta de cemento hidratado debido a la evaporación del agua no utilizada durante la hidratación del cemento. Estos poros se crean cuando el agua sobrante, que no participa en la formación del gel de C-S-H (silicato de calcio hidratado), se evapora o es absorbida, dejando vacíos en la matriz del cemento. Según su tamaño, los poros capilares se clasifican en macroporos (> 50 nm), que influyen significativamente

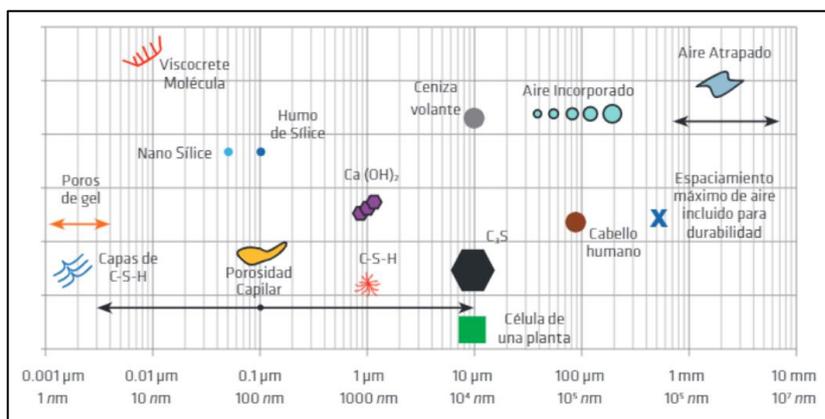
en la permeabilidad y resistencias mecánicas; y microporos (< 10 nm), que están asociados principalmente con el gel de C-S-H y tienen menor impacto en la permeabilidad, pero influyen en la retracción y fluencia. (Hermida,2014, p.6)

2.4.3.3 Poros de aire atrapado o incluido.

Los poros de aire incluidos en el mortero de revestimiento se forman debido a la presencia de burbujas de aire atrapadas dentro de la mezcla durante su preparación y aplicación. Estas burbujas pueden introducirse durante el mezclado vigoroso del mortero, especialmente si se utilizan aditivos incorporadores de aire o si la mezcla no se realiza de manera uniforme. Cuando el mortero se aplica sobre la superficie, estas burbujas quedan encapsuladas dentro de la masa del material. Si bien pequeñas cantidades controladas de poros de aire pueden mejorar la trabajabilidad del mortero y su resistencia a la congelación, un exceso de poros de aire puede comprometer la resistencia mecánica y la adherencia del revestimiento, afectando negativamente su durabilidad y rendimiento a largo plazo. Controlar adecuadamente la formación de estos poros es esencial para asegurar la calidad y la integridad del mortero de revestimiento.

En la Figura N°2.1 se muestran, a escala, los tamaños de los poros y las dimensiones de los productos de hidratación del concreto.

Figura N°2.1 Escala de poros en el concreto



Fuente: Hermida, G. (2014). Concreto impermeable. Sika. Medellín: Sika. (p.7)

2.4.4 Agua en la Pasta de Cemento Hidratada

El agua presente en la pasta de cemento hidratada juega un papel importante influenciado por la técnica de preparación de la muestra. Aunque los huecos en la

pasta parecen vacíos bajo un microscopio electrónico debido al secado al alto vacío, la pasta de cemento sin tratar puede retener significativas cantidades de agua dependiendo de la humedad ambiental y la porosidad del material. Esta agua puede existir en múltiples estados, clasificados según su facilidad para ser removida de la pasta de cemento hidratada. Incluso con una pérdida continua de agua en una pasta saturada, la línea divisoria entre los estados del agua no es estricta, pero esta clasificación es esencial para comprender las propiedades y comportamiento de la pasta de cemento en diversas condiciones ambientales y de uso. (Mehta & Monteiro, 1998, p. 21)

2.4.4.1 Agua Capilar

El agua capilar en la pasta de cemento hidratada se distingue por ocupar poros y capilares de diferentes tamaños. Se clasifica en dos categorías principales según el diámetro de los poros: en los huecos mayores de 50 nanómetros, el agua se considera "libre" porque no está influenciada significativamente por las fuerzas de atracción de la superficie sólida, y su eliminación no altera el volumen del sistema. En contraste, el agua retenida en capilares más pequeños (de 5 a 50 nanómetros) está sujeta a la tensión capilar y su extracción puede provocar retracción en la pasta de cemento, afectando sus propiedades físicas y mecánicas. (Mehta & Monteiro, 1998, p. 21)

2.4.4.2 Agua Absorbida

El agua absorbida en la pasta de cemento se refiere al agua que se encuentra cerca de la superficie sólida del material, donde las moléculas de agua son físicamente adsorbidas debido a las fuerzas de atracción, especialmente la adhesión del hidrógeno. Se estima que, hasta seis capas moleculares de agua, con un espesor de aproximadamente 15 Å, pueden ser retenidas en esta forma. A medida que aumenta la distancia desde la superficie sólida, la energía de adherencia de las moléculas de agua disminuye, lo que significa que una parte significativa de esta agua adsorbida puede perderse por evaporación cuando la humedad relativa es baja, como alrededor del 30%. Esta pérdida de agua absorbida es principalmente responsable de la retracción de la pasta de cemento durante el secado. Este fenómeno es fundamental para comprender y controlar la estabilidad dimensional y las propiedades mecánicas de la pasta de cemento en aplicaciones de construcción. (Mehta & Monteiro, 1998, p. 21)

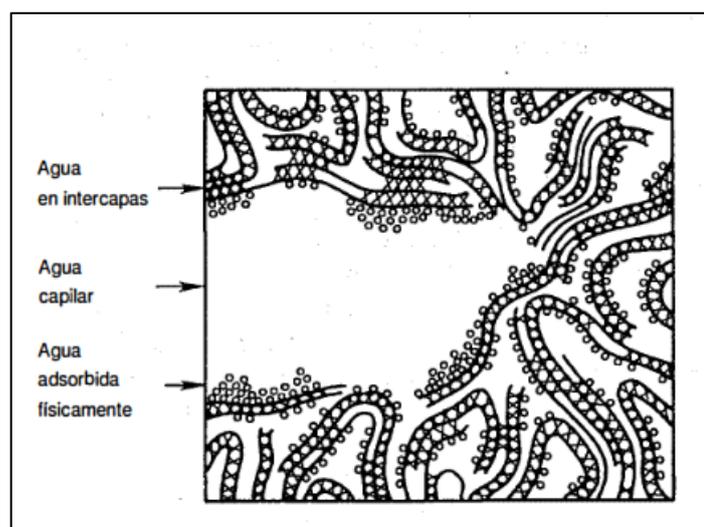
2.4.4.3 Agua entre capas

El agua entre capas en la pasta de cemento hidratada se refiere al agua asociada específicamente con la estructura del hidróxido de calcio-silicato (H-S-C). Esta agua se encuentra en forma de una capa mono molecular entre las capas de H-S-C, retenida firmemente debido a la adhesión del hidrógeno. Se ha observado que esta agua entre capas solo se pierde en condiciones de secado severo, como cuando la humedad relativa es muy baja, por ejemplo, alrededor del 11%. La pérdida de agua entre capas conduce a una contracción significativa en la estructura del H-S-C. Este fenómeno subraya la importancia de mantener condiciones adecuadas de humedad durante el manejo y curado de la pasta de cemento para asegurar su estabilidad y propiedades deseables en aplicaciones constructiva. (Mehta & Monteiro, 1998, p. 21)

2.4.4.4 Agua químicamente combinada

Esta agua constituye una parte esencial de la estructura de diversos productos resultantes de la hidratación del cemento. A diferencia del agua superficial que se pierde durante el secado, esta permanece integrada en los hidratos formados y se hace evidente cuando estos se descomponen debido al calentamiento. (Mehta & Monteiro, 1998, p. 21)

Figura N°2.2 Tipos de agua asociada con el hidrato de silicato de calcio, según modelo de Feldman-Sereda.



Fuente: Mehta, K. & Monteiro, P. (2014). *Concreto – Estructura, propiedades y materiales* (p.21)

2.4.5 Relación entre Porosidad y Permeabilidad

La relación entre porosidad y permeabilidad se comprende en función de cómo la cantidad y la interconexión de los poros en un material afectan la facilidad con la que los fluidos pueden moverse a través de él. Una mayor porosidad implica más espacios vacíos dentro del material, lo que generalmente se traduce en una mayor permeabilidad si los poros están bien conectados y permiten un flujo fluido. Por el contrario, una porosidad menor indica una estructura más compacta con menos espacios para el movimiento de fluidos, resultando en una permeabilidad reducida. Y si los poros no están interconectados de manera que permitan un flujo continuo, los fluidos tendrán dificultades para moverse a través del material, lo que resultará en una permeabilidad baja incluso si la porosidad es alta.

Una indicación de la porosidad se puede obtener por la medición de la absorción del mortero.

2.4.6 Grado de Absorción de agua

El grado de absorción de agua en morteros se define como el porcentaje del aumento de peso del mortero debido a la absorción de agua en relación con su peso seco original. Se expresa comúnmente como un porcentaje (%). Esta medida proporciona información sobre la porosidad del mortero, que a su vez afecta su durabilidad y resistencia a la intemperie y a ataques químicos.

La absorción de agua en el mortero está influenciada por varios factores técnicos clave. La porosidad del mortero, determinada por la relación agua-cemento (A/C) y la cantidad y tipo de agregados utilizados, juega un papel fundamental. Una mayor relación A/C generalmente resulta en una mayor porosidad y, por lo tanto, en una mayor absorción de agua. Además, la composición química del cemento y la presencia de aditivos pueden modificar la porosidad y, por ende, la absorción de agua del mortero. La edad del mortero también es relevante, ya que la hidratación continua reduce la porosidad con el tiempo. Todos estos factores interactúan de manera compleja para determinar la porosidad y, por lo tanto, la capacidad del mortero para absorber agua, lo cual es crucial para su durabilidad y resistencia a diversos factores ambientales y de servicio.

CAPÍTULO III: LA HUMEDAD Y SUS EFECTOS EN ESTRUCTURAS Y REVESTIMIENTOS

3.1 GENERALIDADES

Es común observar problemas de humedad en diversas construcciones, como edificios residenciales, centros educativos y establecimientos de salud. Esta humedad no solo compromete la operatividad y durabilidad de las edificaciones, sino que también puede causar molestias a los ocupantes. Los problemas asociados incluyen riesgos para la salud y deterioro estético de los inmuebles, afectando tanto el bienestar de los habitantes como la apariencia de las instalaciones.

3.2 HUMEDAD

La humedad es una patología no estructural típica en las construcciones, causando según el grado de afección (que es variable); deterioro estético de terminaciones, pinturas, corrosiones y erosiones; inconfort térmico en consecuencias, aumento de gastos de calefacción; formación de hongos y manchas generando un ambiente insano para la salud de los moradores; desvalorización de la propiedad y menor vida útil de la vivienda. (Muñoz, 2004, p.36).

Tipos de Humedad existentes:

A continuación, se describe algunos tipos de estados de humedad que se presentan en las construcciones:

3.2.1 Humedad por Terminación de una obra

Este tipo de humedad se presenta cuando al finalizar la obra, el agua que se utiliza en los procesos aún se encuentra dentro de los materiales de construcción o elementos constructivos. Por ello es fundamental que antes de empezar el proceso de acabados de construcción como pintura en muros y cielos rasos, colocación de papel en muros, enchapes, entre otros; el elemento que recibe el acabado debe estar totalmente seco o con un porcentaje de humedad dentro del rango permisible para recibir el siguiente proceso constructivo.

Figura N°3.1 Medición de humedad en muro con tarrajeo.



Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Humedad por Capilaridad

Este tipo de humedad se produce cuando un porcentaje de agua asciende desde el suelo hacia la edificación y/o construcción. Mayormente ocurre cuando la estructura tiene contacto físico y directo con el terreno y este presenta un nivel alto de capa freática o también puede tener presencia de agua dispersa por otros motivos como filtración de tubería.

3.2.3 Humedad por Filtración

Este tipo de humedad en su mayoría de casos se presenta cuando la estructura o elemento constructivo se encuentra en contacto con alguna instalación sanitaria que transporta o almacena agua, y esta tiene algún defecto y empieza a filtrar. También ocurre en casos de cubiertas o techos que están en contacto con el exterior y en temporadas de lluvia reciben un cúmulo de agua.

3.2.4 Humedad por Condensación

La condensación se produce por la comunicación permanente de los ambientes externos, con los internos de la edificación, establecida por intermedio de la porosidad que tienen los materiales con que fue construida su estructura, los muros y las cubiertas, cuyo contacto busca alcanzar el

equilibrio higrotérmico entre ambos factores. Por otra parte, los ambientes interiores pueden generar su propia humedad de condensación, generalmente como consecuencia de una ventilación deficiente. El fenómeno es tanto más acusado cuando el recinto es pequeño y no dispone de un volumen mínimo para absorber las aportaciones de vapor de agua de la transpiración y la respiración humana, así como las procedentes de las plantas interiores, calefacción a parafina o gas es común en baños, cocinas y lavaderos mal ventilados. En el interior de una vivienda se generan fuentes productoras de vapor que aumentan en invierno donde las ventanas permanecen cerradas causando, a través de equipos calefactores sin dispositivos de expulsión de gases al exterior, una concentración de vapor indeseable que ocasiona daños en la vivienda e incomodidad a las personas. Además, se produce vapor de agua por la respiración o transpiración de una persona, dicha cantidad dependerá de las condiciones ambientales y del nivel de actividad que desarrollen; en definitiva la producción de vapor de agua varía desde cero (aire seco) hasta un valor máximo que depende de la temperatura y presión (aire saturado). (Muñoz, 2004, p.40).

A continuación, se describe algunos efectos ocasionados por la humedad en las estructuras y revestimientos:

3.3 CORROSIÓN DEL ACERO DE REFUERZO EN EL CONCRETO

El acero de refuerzo es de mucha importancia en los elementos de concreto armado, ya que este adiciona la propiedad de resistencia a la tracción al concreto estructural.

Sin embargo, existen problemas como la corrosión que afectan la integridad estructural de las edificaciones o construcciones, causando agrietamientos en el concreto y disminución del espesor de las armaduras de acero.

En condiciones normales, el hormigón provee de un ambiente protector al acero de refuerzo ya que su elevada alcalinidad ($\text{pH} > 12.5$) hace que el acero se encuentre en un estado denominado pasivo, siendo su velocidad de corrosión despreciable. Sin embargo, la presencia de agentes agresivos

(cloruros, sulfatos y dióxido de carbono (CO₂)) en la superficie de las armaduras puede

causar la pérdida de pasividad del acero y crear condiciones propicias para el inicio de la corrosión de las armaduras (Vico, Morris & Vazquez).

Si bien existen normativas que indican el valor del recubrimiento para proteger el acero de refuerzo de las estructuras de concreto armado (muros, columnas, losas, etc.) los morteros de revestimientos deberán ser los suficientemente impermeables para mantener o aumentar la durabilidad de la estructura de concreto armado al cual está protegiendo.

3.4 HINCHAMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE MAMPOSTERÍA

Mayormente se utilizan mamposterías en muros o paredes, si estos están expuesto a humedad en su parte interna; sufrirán una expansión y si esta humedad se evapora o simplemente se seca; esta mampostería sufrirá una contracción, el cambio de volumen generan daños en la mampostería como grietas. Cuando se forman las grietas existe un mayor riesgo de ingreso de humedad hacia la estructura (Contreras, 2016, p.18).

3.5 EFLORESCENCIAS

Las eflorescencias son unos polvos o manchas blancas cristalizados que aparecen en muros que han tenido contenido de humedad y ahora están secos.

Las eflorescencias tienen su origen en la porosidad de los materiales usados durante la construcción del elemento y que está sometido a humedades constantes. Estos materiales contienen sales solubles y son disueltos por el agua ya sea del terreno, del propio material o la lluvia y arrastrados a través del muro y al llegar a la superficie, el agua se evapora y deja las sales cristalizadas. Para evitar la aparición de la eflorescencia se debe evitar el humedecimiento de los elementos construidos (Zorrilla, 1997, p.15).

3.6 DESPRENDIMIENTO DEL REVESTIMIENTO

Mayormente los revestimientos son afectados por problemas de humedad debido a que estos no forman parte del elemento estructural, sino que se colocaron en

una segunda u otra fase del proceso constructivo generando una falta de adherencia entre el revoque y el elemento soporte (Contreras, 2016, p.18).

3.7 HONGOS Y MOHOS

La presencia de hongos y mohos en revestimientos es una patología frecuente en entornos con elevados niveles de humedad, a menudo causados por la condensación de vapor de agua en superficies frías o mal ventiladas. Estos microorganismos fúngicos se desarrollan en condiciones de alta humedad relativa, donde encuentran un medio propicio para su proliferación. La aparición de hongos y mohos no solo deteriora la integridad estética de los revestimientos, generando manchas y decoloraciones, sino que también tiene implicaciones significativas para la salud.

Los hongos y mohos liberan esporas y metabolitos tóxicos que pueden afectar la calidad del aire interior, provocando reacciones alérgicas y trastornos respiratorios en los ocupantes. La degradación de los materiales del revestimiento por la acción de estos organismos compromete su durabilidad y funcionalidad, lo que exige un control riguroso de la humedad y la aplicación de tratamientos antifúngicos para mitigar los riesgos asociados y preservar la integridad estructural del entorno construido.

CAPÍTULO IV: MATERIALES EMPLEADOS EN LA ELABORACIÓN DEL MORTERO

4.1 CEMENTO PORTLAND

4.1.1 Definición

Es un aglomerante hidrofílico resultante de la calcinación de rocas calizas, areniscas y arcillas, de manera de obtener un polvo muy fino que en presencia con el agua endurece adquiriendo propiedades resistentes y adherentes (Pasquel, 1999, p.17).

4.1.2 Clasificación

De acuerdo a la norma NTP 334.009:2020 existen 5 tipos de cemento portland que se pueden calificar como standard porque cumplen con requisitos específicos:

- Tipo I: Para usos que no requieran propiedades especiales de cualquier otro tipo, es de uso general
- Tipo II: Para uso general, y específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación.
- Tipo III: Para utilizarse cuando se requiere altas resistencias iniciales y elevado calor de hidratación.
- Tipo IV: Para emplearse cuando se desea bajo calor de hidratación.
- Tipo V: Para emplearse cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.

El cemento utilizado en el presente estudio de investigación es el cemento SOL tipo I de la fábrica de cementos Lima, cuya presentación es una bolsa de 42.5 kg y cumple los requisitos químicos y físicos establecidos por la NTP 334.009:2020 y ASTM C150.

El cuadro N°4.1 muestra los requisitos químicos que debe cumplir el cemento Portland Tipo I, de acuerdo a la norma NTP 334.009:2020

Cuadro N°4.1 Requisitos Químicos del CPTipo I, NTP 334.009/2020

Requisitos	Tipo I
Óxido de aluminio, (Al ₂ O ₃), máx. %	-
Óxido de férrico, (Fe ₂ O ₃), máx. %	-
Óxido de Magnesio, (MgO), máx. %	6.00
Trióxido de azufre, (SO ₃), máx, %	
Cuando (C3A) es 8% o menos	3.00
Cuando (C3A) es más del 8%	3.50
Pérdida por ignición, máx, %	
Cuando la caliza no es un ingrediente	3.00
Cuando la caliza es un ingrediente	3.50
Residuo insoluble, máx, %	1.50

Fuente: Adaptado de NTP 334.009:2020. CEMENTOS. Cemento Pórtland. Requisitos. Lima:
INACAL. (p.12)

El cuadro N°4.2 muestra los requisitos físicos que debe cumplir el cemento Portland Tipo I, de acuerdo a la norma NTP 334.009:2020

Cuadro N°4.2 Requisitos Físicos del CPTipo I, NTP 334.009/2020

Requisitos	Tipo I
Contenido de aire del mortero, %	
Máx.	12
Mín	-
Superficie Específica (m ² /kg), Ensayo de Permeabilidad al aire	
Mín.	260
Máx.	-
Expansión en autoclave, Máx., %	0.8
Resistencia a la compresión, Mpa no menor que	
1	-
3	12
7	19
28	-
Tiempo de fraguado, Ensayo de Vicat, minutos	
Tiempo de fraguado: no menor que:	45
Tiempo de fraguado: no mayor que:	375

Fuente: Adaptado de NTP 334.009:2020. CEMENTOS. Cemento Pórtland. Requisitos. Lima:
INACAL. (p.13)

En el Cuadro N°4.3 se muestran las propiedades físicas y químicas del cemento Portland SOL Tipo I según el fabricante:

Cuadro N°4.3 Propiedades físicas y químicas del cemento SOL Tipo I

Parámetros	Unidad	Cemento SOL Tipo I	Requisitos NTP 339.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	6.62	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.08	Máximo 0.8
Superficie específica	m ² /kg	336.00	Mínimo 260
Densidad	g/ml	3.12	No específica
Resistencia a la Compresión			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm ²	296.00	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm ²	357.00	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm ²	427.00	Mínimo 285
Tiempo de Fraguado			
Fraguado Vicat Inicial	min	127.00	Mínimo 45
Fraguado Vicat Final	min	305.00	Máximo 375
Composición Química			
MgO	%	2.93	Máximo 6.0
SO ₃	%	3.00	Máximo 3.5
Pérdida al fuego	%	2.20	Máximo 3.5
Residuo insoluble	%	0.70	Máximo 1.5
Fases Mineralógicas			
C ₂ S	%	11.90	No específica
C ₃ S	%	54.20	No específica
C ₃ A	%	10.10	No específica
C ₄ AF	%	9.70	No específica

Fuente: Adaptado de UNACEM (2022) Cemento SOL (p.02)

4.2 ARENA FINA

4.2.1 Definición

Es el agregado fino proveniente de la desintegración natural de las rocas o se obtiene de la trituración de las mismas, que pasa por el tamiz normalizado 9.5mm (3/8") y queda retenido en el tamiz normalizado 74 µm (N°200) (Zorrilla, 1997, p.34).

La arena a utilizar deberá estar libre de tierra, sales, arcillas, limos, materia orgánica u otras sustancias dañinas; no deberá tener un color oscuro.

En este estudio se utilizó arena proveniente de la cantera de Zapallal, ubicada en Lima Norte, la cual fue sometida a un lavado y secado previo con el fin de optimizar las propiedades del mortero. Ésta arena puede contener sales y finos, posiblemente debido a su origen aluvial, donde los sedimentos son arrastrados por corrientes de agua. Durante este transporte, el agua puede incorporar partículas finas y sales disueltas de su entorno. Este proceso de lavado se realizó para asegurar la homogeneidad granulométrica y minimizar cualquier influencia de sales o sulfatos residuales, aunque en niveles bajos, sobre el comportamiento del mortero. El tratamiento de lavado consiste en remover bruscamente la arena con agua, la cantidad de lavadas es hasta que ya no exista presencia de espuma; lo cual ocurrió en la cuarta vez.

4.2.2 Características Físicas

El cálculo de las propiedades físicas de la arena fina se obtiene mediante ensayos de laboratorio, en todos los casos se realiza para la arena lavada, a excepción de ensayo de granulometría que se realizó para ambos casos, área lavada y sin lavar.

Los procedimientos respectivos a cada ensayo se describen a continuación:

4.2.2.1 Peso Específico

“Es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen de las mismas sin considerar los vacíos entre ellas” (Pasquel, 1998, p.74).

El procedimiento de ensayo se realizó de acuerdo con la NTP 400.022:2021, distinguiendo 3 maneras de expresarlo en función de las condiciones de saturación.

Cuadro N°4.4 Valores del Peso Específico del Agregado Fino

Tipo de Peso Específico	Valor (gr/cm³)
Peso específico de masa	2.62
Peso específico de masa superficialmente seco	2.64
Peso específico aparente	2.69

Nota: Los valores del peso específico indicados son relativos al agua.

4.2.2.2 *Peso Unitario Suelto*

Es el peso del agregado (arena fina) incluyendo sus vacíos por unidad de volumen (Pasquel, 1998, p.74).

El procedimiento de ensayo se realizó de acuerdo con la NTP 400.017:2020

$$P. U. S. = 1456.54 \text{ Kg/m}^3$$

4.2.2.3 *Peso Unitario Compactado*

Es el peso de un agregado (arena fina) incluyendo sus vacíos con un grado de compactación por unidad de volumen (Pasquel, 1998, p.74).

El procedimiento de ensayo se realizó de acuerdo con la NTP 400.017:2020

$$P. U. C. = 1597.80 \text{ Kg/m}^3$$

4.2.2.4 *Absorción*

“Es la capacidad de los agregados de llenar con agua los vacíos al interior de las partículas. El fenómeno se produce por capilaridad, no llegando a llenar absolutamente los poros indicados pues siempre queda aire atrapado” (Pasquel, 1998, p.76).

El procedimiento de ensayo se realizó de acuerdo con la NTP 400.022:2021

$$\text{Abs.} = 1.11 \%$$

4.2.2.5 *Contenido de Humedad*

Es la cantidad agua que contiene la arena fina en estado natural en un momento dado (Pasquel, 1998, p.77).

El procedimiento de ensayo se realizó de acuerdo con la NTP 400.022:2021

$$C. H. = 0.77 \%$$

4.2.2.6 Granulometría

Es la distribución por tamaño de las partículas del agregado fino, divide la muestra total en elementos del mismo diámetro. En este estudio se realiza la granulometría para la arena lavada y sin lavar, con el propósito de analizar y contrastar las distribuciones de tamaño de partículas entre ambos tipos de arena. La evaluación de estas distribuciones es crucial para entender cómo el proceso de lavado afecta la composición granulométrica de la arena.

Se optará por utilizar la arena lavada debido a que este proceso elimina impurezas y contaminantes, mejorando así la uniformidad y la calidad de la arena.

El procedimiento de ensayo se realizó de acuerdo con la NTP 400.012:2021

Los cálculos y análisis granulométricos de la arena fina sin lavar y lavada se muestran en los cuadros N°4.5 y N°4.6 respectivamente.

Cuadro N°4.5 Granulometría de la arena sin lavar

Tamiz		Agregado Fino			
N°	mm	Peso Ret.(gr)	%Parcial Ret.	%Acum. Ret.	%Acum. Pasa
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.38	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 16	1.19	1.30	0.22	0.22	99.78
N° 30	0.595	8.40	1.40	1.62	98.38
N° 50	0.297	72.00	12.00	13.62	86.38
N° 100	0.149	381.40	63.57	77.18	22.82
Fondo		136.90	22.82	100.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N°4.6 Granulometría de la arena lavada

Tamiz		Agregado Fino			
N°	mm	Peso Ret.(gr)	%Parcial Ret.	%Acum. Ret.	%Acum. Pasa
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00

N° 4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.38	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 16	1.19	1.20	0.20	0.20	99.80
N° 30	0.595	6.40	1.07	1.27	98.73
N° 50	0.297	76.30	12.72	13.98	86.02
N° 100	0.149	386.65	64.44	78.43	21.58
Fondo	0.074	129.45	21.58	100.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

4.2.2.7 Módulo de Finura

Indica la finura del agregado fino, cuanto menor sea su valor, más fino es el material.

El procedimiento de ensayo se realizó de acuerdo con la NTP 400.012:2021

Se obtiene mediante la suma de los porcentajes retenidos acumulados de la muestra de arena en los tamices 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, todo dividido por 100.

$$MF = \sum \frac{\%Ret. Acum. (N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$$

$$M. F. = 0.94$$

4.2.2.8 Material fino que pasa la malla 200

Es el material que pasa el tamiz de 0.075 mm (N° 200) de una muestra de agregado fino (arena fina).

El procedimiento de ensayo se realizó de acuerdo con la NTP 400.018:2020

$$C. F. = 3.62 \%$$

4.2.3 Características Químicas

Se realiza el análisis químico de cloruros, sulfatos y sales de la arena fina sin lavar y lavada; para calcular la variación de estos componentes al realizar el tratamiento de lavado y elegir la arena más óptima a utilizar.

En los cuadros N°4.7 y N°4.8 se muestran los resultados los análisis químicos de cloruros, sulfatos y sales solubles de la arena lavada y sin lavar en partes por millón y porcentajes. Los ensayos para obtener estos resultados se realizaron en el Laboratorio de Química de la FIQT de la UNI

Cuadro N°4.7 Análisis químico de la arena fina lavada y sin lavar (ppm)

Análisis	Cloruros Cl ⁻ ppm	Sulfatos (SO ₄) ⁼ ppm	Sales solubles totales ppm
Arena fina lavada	106.41	38.75	165.00
Arena fina sin lavar	177.31	409.68	592.34

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N°4.8 Análisis químico de la arena fina lavada y sin lavar (%)

Análisis	Cloruros Cl ⁻ %	Sulfatos (SO ₄) ⁼ %	Sales solubles totales %
Arena fina lavada	0.0106	0.0039	0.0165
Arena fina sin lavar	0.0177	0.0409	0.0592

Fuente: Elaboración propia

4.3 AGUA

Es el componente indispensable que se utiliza para realizar las reacciones químicas (hidratación) en los cementantes del concreto hidráulico o del mortero de cemento portland y el desarrollo de sus propiedades.

En la mezcla el agua cumple las siguientes funciones:

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

De acuerdo a la NTP 339.088:2024, Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento hidráulico, el agua debe estar dentro de los límites siguientes:

- El contenido de cloruros Cl⁻, será menor que 1000 ppm
- El contenido de sulfatos SO₄, será menor que 3000 ppm
- El contenido de Alcalis como (Na₂O + 0.658K₂O), será menor que 600 ppm

- El contenido de sólidos totales por masa, será menor que 50 000 ppm

En el cuadro N°4.9 se muestra los resultados del análisis químico de cloruros, sulfatos, sales solubles, alcalinidad total y Ph del agua. Los ensayos para obtener estos resultados se realizaron en el Laboratorio de Química de la FIC de la UNI

Cuadro N°4. 9 Análisis químico del agua de mezcla (ppm y %)

Análisis	Cloruros Cl ⁻	Sulfatos (SO ₄) ⁼	Sales solubles totales	Alcalinidad Total NaHCO ₃	Ph
Agua de mezcla (ppm)	68	2386	2485	241	7.63
Agua de mezcla (%)	0.007	0.239	0.249	0.024	

Fuente: Elaboración propia

4.4 ADITIVOS

Los aditivos son sustancias orgánicas o inorgánicas que se le agregan a la mezcla de mortero o concreto durante o luego de formada la pasta de cemento y que modifican algunas características del proceso de hidratación, el endurecimiento o la estructura interna del concreto o mortero (Pasquel, 1999, p.113).

4.4.1 Clasificación de aditivos

4.4.1.1 Clasificación según la ASTM C-494

En el siguiente cuadro N°4.10 se presenta la clasificación de aditivos de acuerdo con la norma ASTM C-494

Cuadro N°4.10 Clasificación de aditivos según la norma ASTM C-494

Tipo A	Reductor de agua
Tipo B	Retardante
Tipo C	Acelerante
Tipo D	Reductor de agua y retardante
Tipo E	Reductor De agua y acelerante
Tipo F	Super reductor de agua
Tipo G	Super reductor de agua retardante

Fuente: Elaboración propia

La norma ASTM C-494 se centra principalmente en los aditivos que afectan las propiedades de flujo y fraguado del concreto, más que en aditivos específicamente diseñados para mejorar la impermeabilidad. Los impermeabilizantes para concreto generalmente no se incluyen en esta clasificación porque no están directamente relacionados con la plasticidad, el tiempo de fraguado o la resistencia inicial del concreto, que son los aspectos principales abordados por la norma.

4.4.1.2 Clasificación según el ACI 212.3R

De acuerdo a lo indicado por el reporte ACI 212.3R, se presenta la siguiente clasificación de aditivos:

- Aditivos incorporadores de aire,
- Aditivos extractores de aire
- Aditivos acelerantes
- Aditivos reductores de agua y retardantes de fraguado
- Aditivos para concreto fluido
- Aditivos reductores de contracción
- Aditivos expansivos
- Aditivos para concreto autocompactante
- Aditivos inhibidores de la corrosión
- Aditivos formadores de gas
- Aditivos químicos para reducir la expansión nociva de la reacción de álcali-sílice
- Aditivos reductores de permeabilidad (Impermeabilizante)
- Aditivos de unión(pegar)
- Aditivos colorantes
- Aditivos fluocoladores
- Aditivos fungicidas, germicidas e insecticidas
- Aditivos modificadores de la reología y la viscosidad

Especialmente en su capítulo 15, aborda el tema de aditivos impermeabilizantes, los cuales se pueden citar en 3 familias o grupos:

- a) Hidrofóbicos

Estos aditivos están diseñados para repeler el agua y mejorar la resistencia del concreto a la penetración de líquidos, pero no cierran completamente los poros del concreto. Incluyen materiales basados en jabones y derivados de ácidos grasos de cadena larga, aceites vegetales, y derivados del petróleo. Estos materiales forman una capa hidrofóbica a lo largo de los poros del concreto, aunque proporcionan una barrera que repele el agua, los poros permanecen físicamente abiertos; esto significa que, si bien el agua no puede penetrar fácilmente debido a la capa hidrofóbica, el flujo de aire y otros gases aún puede ocurrir. Además, en condiciones hidrostáticas, hay una presión constante de agua que intenta penetrar en el concreto; esta presión puede ser significativa, como en estructuras sumergidas, sótanos bajo el nivel freático, o tanques de almacenamiento de agua y esta capa repelente al agua formada por los aditivos hidrofóbicos puede no ser suficiente para resistir la presión constante del agua, permitiendo eventualmente la infiltración de agua. (ACI 212.3R-15, 2010, p.46)

b) Sólidos finamente divididos

Estos materiales son utilizados para densificar la matriz del concreto, restringiendo físicamente el paso del agua a través de los poros. (ACI 212.3R-15, 2010, p.46)

Los sólidos finamente divididos según el ACI 212.3R-10, como la bentonita, sílice coloidal y resinas de hidrocarburos, desempeñan un papel esencial en la reducción de la permeabilidad del concreto. La bentonita forma una barrera impermeable al hincharse con agua, bloqueando los poros y reduciendo la infiltración de líquidos. La cal reacciona con el agua para formar hidróxido de calcio, que luego puede reaccionar con sílice para fortalecer la estructura del concreto y disminuir su permeabilidad. La sílice coloidal crea una red tridimensional que mejora la densidad y resistencia del concreto al bloquear los poros y prevenir la penetración de líquidos. Las resinas de hidrocarburos llenan los vacíos en la matriz del concreto, mejorando la cohesión y resistencia del material ante la humedad. Estos aditivos no solo densifican la matriz del concreto, sino que también mejoran sus propiedades impermeabilizantes mediante reacciones químicas, aumentando así la durabilidad y vida útil de las estructuras de concreto en diversos entornos ambientales.

c) Materiales Cristalinos

A diferencia de los materiales hidrofóbicos, los aditivos cristalinos son hidrófilos y sus componentes activos reaccionan con las partículas del agua y cemento en el concreto y forman hidratos de silicato de calcio y/o precipitados de poros de bloqueo de microgrietas y capilares existentes. El mecanismo de acción es análogo a la formación de hidratos de silicato de calcio y el resultado son depósitos cristalinos que se convierten en una sola pieza con la pasta de cemento hidratado. Resulta un concreto que ha aumentado su resistencia a la penetración de agua bajo presión.

La reacción química se puede representar de la siguiente manera:



Silicato de Calcio + promotor cristalizante + agua → hidratos de silicato de calcio modificado + precipitado poro-bloqueo

Reacciones similares pueden existir involucrando los aluminatos de calcio, pero se espera que el proceso mencionado predomine debido a la abundancia de silicatos de calcio. (ACI 212.3R-15, 2010, p.47)

Los depósitos cristalinos en el concreto, principalmente formados por silicatos de calcio, se desarrollan profundamente dentro de la masa del concreto, haciéndose permanentes y resistiendo la penetración del agua bajo presión hidrostática. A medida que se forman grietas capilares, los aditivos cristalinos se activan con la humedad y sellan estas grietas. Aunque algunas grietas pueden superar esta capacidad de auto-sellado, los sistemas cristalinos, una vez curados, pueden soportar presiones hidrostáticas de hasta 122 metros de altura.

La información anterior sobre aditivos impermeabilizantes, según el ACI 212.3R-15, está orientada al concreto. Dado que el mortero comparte componentes similares con el concreto, su estructura interna presenta un comportamiento análogo.

En este trabajo, el aditivo en estudio es el Aditivo Impermeabilizante por Cristalización Crystal Admix, el cual se presentará en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO V: ADITIVO IMPERMEABILIZANTE: CRYSTAL ADMIX

5.1 DEFINICIÓN

El Crystal Admix es un aditivo que se usa para impermeabilizar concreto. Funciona mediante un proceso de cristalización para mejorar sus propiedades. Cuando se mezcla con el concreto, el aditivo reacciona con el agua y el cemento durante la hidratación, formando cristales que llenan los poros y espacios pequeños del concreto.

Estos cristales bloquean permanentemente los poros, reduciendo significativamente la permeabilidad del concreto. Esto no solo impide la entrada de agua y contaminantes, sino que también convierte todo el concreto en una barrera duradera contra líquidos.

El resultado es un concreto más denso y capaz de resistir la entrada de agua, incluso bajo alta presión. Además, cada vez que el concreto entra en contacto con la humedad, el proceso de cristalización se reactiva, permitiendo que el concreto se repare a sí mismo cerrando pequeñas fisuras y manteniendo su integridad estructural a largo plazo.

Comparado con otros sistemas de impermeabilización que necesitan capas adicionales o membranas externas, el Crystal Admix es una solución más segura y económica. Este aditivo convierte el concreto en un material impermeable en toda su profundidad, lo que mejora su durabilidad y rendimiento. Además, reduce los costos de mantenimiento y reparaciones a largo plazo.

Los estudios de Tacusi (2016) y Aite (2017), presentados en el Capítulo I (Antecedentes), aportan información significativa sobre el rendimiento del aditivo impermeabilizante Crystal Admix. Tacusi evaluó el impacto del aditivo en el concreto y encontró mejoras en la reducción de la absorción de agua y el incremento de la resistencia a la compresión, evidenciando la capacidad del aditivo para mejorar la impermeabilidad y las propiedades mecánicas del concreto bajo diferentes relaciones agua/cemento.

De manera similar, Aite en su investigación también observó mejoras en la impermeabilidad y resistencia del concreto con el uso de Crystal Admix, validando así los beneficios del aditivo en diversas condiciones y tipos de cemento. La

concordancia entre los resultados reportados por Tacusi y Aite con los hallazgos presentados en este estudio confirma la efectividad del Crystal Admix, como se detalla en el Capítulo I. Estos antecedentes proporcionan un sólido contexto para interpretar los resultados y subrayan la consistencia en los beneficios del aditivo para mejorar la durabilidad y el desempeño del concreto.

5.2 CARACTERÍSTICAS

El aditivo Crystal Admix es reconocido por sus características avanzadas que mejoran la impermeabilización y la durabilidad del concreto. A continuación, se presentan las principales características:

- Garantiza una Impermeabilización Integral, ya que tiene una distribución uniforme en toda la estructura.
- Mejora la durabilidad del concreto por su capacidad de auto sellar microfisuras a lo largo del tiempo
- Favorece a disminuir la corrosión del acero de refuerzo, al mejorar la resistencia del concreto a la penetración de cloruros y al mantener un ambiente alcalino.
- Al prevenir la corrosión del acero, se disminuye la necesidad de reparaciones costosas y mantenimiento frecuente, lo que extiende la vida útil de la estructura.

5.3 VENTAJAS

De acuerdo con la ficha técnica del fabricante, Crystal Admix presenta las siguientes ventajas:

- Detiene las filtraciones de agua en el hormigón: Crea una barrera impermeable dentro de la matriz del concreto, así evita la penetración de agua.
- Resistente a presiones hidrostáticas extremas: Fortalece el concreto para resistir altas presiones de agua, lo que lo hace ideal para estructuras expuestas a grandes volúmenes de agua o condiciones subterráneas, asegurando que no se produzcan filtraciones.
- Sella e impermeabiliza fisuras de hasta 0.5 mm: Cuando el agua entra en las fisuras, el aditivo se reactiva, generando cristales que sellan y obstruyen el flujo de agua, garantizando una protección constante.

- Permanece activo durante toda la vida útil del concreto: Los componentes activos del aditivo continúan funcionando indefinidamente.
- Protege a las armaduras contra la corrosión: Limita la entrada de cloruros y otros agentes corrosivos, manteniendo un ambiente alcalino que protege el acero de refuerzo.
- Impermeabilización total y permanente: Forma parte integral del concreto, se incorpora en toda la masa del concreto o mortero.
- La protección impermeable se incrementa con el tiempo: Los cristales continúan creciendo y rellenando poros y micro fisuras, mejorando la impermeabilidad con el tiempo.
- Confiere al hormigón una excelente resistencia al ataque de sulfatos y cloruros: Incrementa la durabilidad del concreto en ambientes agresivos al fortalecer su resistencia química contra sustancias dañinas como sulfatos y cloruros.
- No le afecta al desgaste o abrasión superficial: La protección impermeable no depende de la superficie del concreto, por lo que no se ve afectada por el desgaste o la abrasión.
- Impermeabiliza tanto a presión hidrostática positiva como negativa: Es eficaz contra el agua que presiona desde dentro (presión negativa) y desde fuera (presión positiva) del concreto.
- Permeable al vapor de agua: Permite el paso del vapor de agua, lo que ayuda a evitar la acumulación de humedad interna y problemas asociados como el moho.
- Totalmente sustitutivo de los sistemas de impermeabilización: Puede reemplazar otros sistemas de impermeabilización, simplificando el proceso de construcción y proporcionando una solución más eficaz y duradera.

5.4 RECOMENDACIONES

De acuerdo a la ficha técnica del fabricante, Crystal Admix se recomendable utilizarlo en las siguientes estructuras civiles:

Cimentaciones, Sótanos y parkings, Túneles, Muelles y puentes, Obras marítimas, Fosos de ascensor, Muros pantalla, Losas o soleras de hormigón, Estructuras hidráulicas, Piscinas y acuarios, Depuradoras, Desaladoras, Canales y acueductos, Depósitos de agua potable, Prefabricados de hormigón.

5.5 DOSIS

De acuerdo con la ficha técnica del fabricante, la dosificación es de un 2.0% a 3.0% de contenido de cemento, en este estudio se realizará dosificaciones de 2.0, 2.5 y 3.0% de aditivo impermeabilizante”

5.6 DATOS DE UTILIZACIÓN

De acuerdo con la ficha técnica del fabricante, al reducir el componente agua en un 2%-7%, aunque la mezcla parezca menos húmeda de lo normal, proporciona más asentamiento y trabajabilidad para compensar la reducción de agua, lo que facilita su vertido y colocación.

5.7 DATOS TÉCNICOS

En el cuadro N°5.1 se muestra los componentes químicos y su contenido porcentual de acuerdo a la ficha técnica del fabricante:

Cuadro N°5.1 Componentes del aditivo Crystal Admix

Nombre del Componente	Contenido (%)
Cemento portland, productos químicos	≥ 30 - < 50
Arena Silíceas	≥ 30 - < 50
Hidróxido de calcio	≥ 20 - < 30

Fuente: Adaptado de Ficha de Seguridad del Producto (2019) Crystal Admix (p.02)

Los principales datos técnicos del aditivo se muestran en el Cuadro N°5.2

Cuadro N°5.2 Datos Técnicos de Crystal Admix

Descripción	Dato Técnico
Color	Gris
Textura	Polvo
Densidad de la mezcla	1.2 g/cm ³
Granulometría	40 – 150 micras
pH	13
Resistencia a la presión hidrostática	120 mca
Contenido de Sólidos	100%
Dosificación	3% sobre el contenido de cemento
Autosellado de fisuras	< 0.5 mm

Fuente: Adaptado de Ficha técnica del Producto. Crystal Admix (p.02)

5.8 ALMACENAMIENTO

Para el adecuado almacenamiento del aditivo se deben tener las siguientes consideraciones de acuerdo con la ficha técnica del proveedor:

- Proteger el producto de la radiación solar y de temperaturas extremas.
- En climas tropicales el producto debe almacenarse en un lugar fresco. En climas fríos el producto debe almacenarse a una temperatura $> 5^{\circ}\text{C}$. Tiene una duración de 24 meses si se almacena correctamente.

5.9 PRESENTACIÓN

La presentación para venta del producto Crystal Admix es en balde o sacos de 25 kg.

Figura N°5. 1 Presentación de del Aditivo Crystal Admix



Fuente: Adaptado de Ficha técnica del Producto. Crystal Admix (p.01)

CAPÍTULO VI: DISEÑO DE MEZCLA DE MORTERO DE REVESTIMIENTO

6.1 GENERALIDADES

El diseño de mezcla de morteros es fundamental para garantizar que las mezclas cumplan con los requisitos de desempeño y calidad establecidos para diversas aplicaciones en construcciones.

En este estudio, el diseño de mezcla se realiza siguiendo las normas técnicas y procedimientos estandarizados, con un enfoque en la precisión y consistencia de los resultados.

6.2 MÉTODO EXPERIMENTAL

En esta sección, se describirá el procedimiento experimental utilizado para determinar el diseño de mezcla de mortero patrón, así como los cálculos para la dosificación de los materiales por metro cúbico de mortero.

6.2.1 Definición de cantidades Iniciales de Materiales

- Cemento (X): Cantidad Inicial de Cemento
- Arena (nX): Cantidad de arena en función de la relación de cemento:arena (1:2, 1:3, 1:4)
- Agua (Z): Cantidad de agua ajustada para alcanzar una fluidez del 110+/- 5%
- Aditivo (A): Para las mezclas con aditivo se incorpora un porcentaje en peso de cemento (2%,3%, o 4%)

6.2.2 Procedimiento General de Dosificación

6.2.2.1 Dosificación sin Aditivo

Para la elaboración de morteros patrón, se siguen los pasos establecidos en la NTP 334.003/2023 (Procedimiento para la obtención de pastas y morteros de consistencia plástica por mezcla mecánica). Se utilizan arena fina lavada, cemento Portland tipo I y agua potable. El procedimiento comienza con la colocación del agua de mezclado en un recipiente seco. Luego, se añade el cemento y se mezcla a 140 ± 5 revoluciones por minuto durante 30 segundos. A continuación, se

incorpora la arena en un período de 30 segundos y se mezcla hasta obtener una pasta homogénea.

En cuanto a la dosificación, se emplean las proporciones de cemento a arena en las relaciones 1:2, 1:3 y 1:4 en peso. La cantidad de agua se ajusta para lograr que la fluidez del mortero esté en el rango de $110 \pm 5\%$. La fluidez se determina conforme a la NTP 334.057/2019, que especifica el método para medir la fluidez de los morteros de cemento Portland.

6.2.2.2 Dosificación con Aditivo

Para la obtención de morteros con aditivo impermeabilizante, se aplican los mismos pasos descritos en la NTP 334.003/2023. Se utilizan arena fina lavada, cemento Portland tipo I, agua potable y el aditivo impermeabilizante. El procedimiento de mezcla es similar al de los morteros patrón. Primero, se coloca el agua de mezclado en un recipiente seco, luego se añade el cemento y se mezcla a 140 ± 5 revoluciones por minuto durante 30 segundos. Después, se incorpora la arena en un periodo de 30 segundos. En esta etapa, se añade el aditivo Crystal Admix en la cantidad especificada (2.0%, 2.5% o 3.0% en peso respecto al cemento) y se mezcla hasta obtener una pasta homogénea.

La dosificación para los morteros con aditivo sigue las mismas proporciones de cemento a arena que los morteros patrón (1:2, 1:3 y 1:4 en peso). La cantidad de agua se ajusta para que la fluidez del mortero permanezca dentro del rango de $110 \pm 5\%$. Al igual que en los morteros patrón, la fluidez se determina según la NTP 334.057/2019.

6.2.3 Cálculo de la Dosificación por Metro Cúbico de Mortero

6.2.3.1 Cálculo del Peso Total

- Sin Aditivo

$$\text{Peso Total de la Mezcla 1} = X + nX + Z$$

- Con Aditivo

$$\text{Peso Total de la Mezcla 2} = X + nX + Z + A$$

6.2.3.2 Dosificación por Metro Cúbico en Kilogramos/Metro Cúbico

- Sin Aditivo

$$\text{Dosificación} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{(PUm \times W.S.)}{(\text{Peso Total de la Mezcla 1})}$$

- Con Aditivo

$$\text{Dosificación} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{(PUm \times W.S.)}{(\text{Peso Total de la Mezcla 2})}$$

Donde:

$$PUm = \text{Peso Unitario de mortero} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$$

$$W.S. = \text{Peso del Material (gr)}$$

6.2.3.3 Cálculo de la Dosificación por Metro Cúbico de Mortero en Metros Cúbicos.

- Sin Aditivo

$$\text{Dosificación (m}^3\text{)} = \frac{(W.S.m)}{(\text{Peso Unitario del Material en } \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \times 1000)}$$

- Con Aditivo

$$\text{Dosificación (m}^3\text{)} = \frac{(W.S.m)}{(PU \times 1000)}$$

Donde:

$$PU = \text{Peso Unitario del material} \left(\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \right)$$

$$W.S.m = \text{Cantidad del material en kg en 1 m}^3$$

6.3 DISEÑO DE MEZCLA DE MORTERO PATRÓN

El estudio se realizó con 3 diseños de muestra patrón, relación de cemento: arena de 1:2 (1:2 Patrón), cemento: arena de 1:3 (1:3 Patrón) y cemento: arena de 1:4 (1:4 Patrón).

6.3.1 Diseño de mortero patrón C:A = 1:2

En el Cuadro N° 6.1 se muestra la dosificación por metro cúbico de mortero patrón de relación de C:A de 1:2

Propiedades Físicas del agregado	Arena fina
Contenido de humedad (%CH)	0.77
Porcentaje de absorción (%Abs)	1.11
Fluidez del mortero (%)	114.81
Relación a/c	0.57

Cuadro N°6.1 Diseño de mezcla de mortero patrón, C:A de 1:2

Descripción de material	Peso Unitario (gr/cm ³)	W.S. (Peso Húmedo) (gr)	Peso Unitario de mortero (kg/m ³)	Dosificación por m ³ de mortero	
				(kg)	(m ³)
Cemento	1.50	500.00	2096.58	587.54	0.39
Arena	1.46	1000.00		1175.08	0.81
Agua	1.00	284.20		333.96	0.33

Fuente: Elaboración propia

6.3.2 Diseño de mortero patrón C:A = 1:3

En el Cuadro N° 6.2 se muestra la dosificación por metro cúbico de mortero patrón de relación de C:A de 1:3

Propiedades Físicas del agregado	Arena fina
Contenido de humedad (%CH)	0.77
Porcentaje de absorción (%Abs)	1.11

Fluidez del mortero (%) 109.15
Relación a/c 0.79

Cuadro N°6.2 Diseño de mezcla de mortero patrón, C:A de 1:3

Descripción de material	Peso Unitario (gr/cm ³)	W.S. (Peso Húmedo) (gr)	Peso Unitario de mortero (kg/m ³)	Dosificación por m ³ de mortero	
				(kg)	(m ³)
Cemento	1.50	500.00	2029.42	423.68	0.28
Arena	1.46	1500.00		1271.03	0.87
Agua	1.00	395.00		334.71	0.33

Fuente: Elaboración propia

6.3.3 Diseño de mortero patrón C:A = 1:4

En el Cuadro N° 6.3 se muestra la dosificación por metro cúbico de mortero patrón de relación de C:A de 1:4

Propiedades Físicas del agregado Arena fina

Contenido de humedad (%CH) 0.77
Porcentaje de absorción (%Abs) 1.11

Fluidez del mortero (%) 110.88
Relación a/c 1.03

Cuadro N°6.3 Diseño de mezcla de mortero patrón, C:A de 1:4

Descripción de material	Peso Unitario (gr/cm ³)	W.S. (Peso Húmedo) (gr)	Peso Unitario de mortero (kg/m ³)	Dosificación por m ³ de mortero	
				(kg)	(m ³)
Cemento	1.50	500.00	1987.58	329.62	0.22
Arena	1.46	2000.00		1318.46	0.91
Agua	1.00	515.00		339.50	0.34

Fuente: Elaboración propia

6.4 DISEÑO DE MEZCLA DE MORTERO PATRÓN C:A = 1:2 CON ADITIVO

6.4.1 Diseño de mortero patrón C:A = 1:2 más 2.0% de aditivo

Para el diseño de mezcla del mortero patrón de relación cemento:arena de 1:2 más 2.0% de aditivo impermeabilizante Crystal Admix, el aditivo usado es el 2% del peso de cemento patrón (10 gr para diseño), reduciendo el agua de la mezcla patrón y se mantiene la fluidez dentro del rango de 110 +/-5%.

En el Cuadro N°6.4 se muestra la dosificación por metro cúbico de mortero patrón C:A de 1:2 más 2.0% de aditivo impermeabilizante Crystal Admix.

Para una fluidez del 112.84%, el aditivo impermeabilizante Crystal Admix al 2.0% del peso de cemento, reduce el agua en 2.05%.

Propiedades Físicas del agregado	Arena fina
Contenido de humedad (%CH)	0.77
Porcentaje de absorción (%Abs)	1.11
Fluidez del mortero (%)	112.84
Relación a/c	0.56

Cuadro N°6.4 Diseño de mezcla de mortero, C:A de 1:2 y 2.0% de Aditivo

Descripción de material	Peso Unitario (gr/cm ³)	W.S. (Peso Húmedo) (gr)	Peso Unitario de mortero (kg/m ³)	Dosificación por m ³ de mortero	
				(kg)	(m ³)
Cemento	1.50	500.00	2108.92	589.62	0.39
Arena	1.46	1000.00		1179.24	0.81
Agua	1.00	278.37		328.27	0.33
Aditivo	1.40	10.00		11.79	0.01

Fuente: Elaboración propia

6.4.2 Diseño de mortero patrón C:A = 1:2 más 2.5% de aditivo

En el Cuadro N°6.5 se muestra la dosificación por metro cúbico de mortero patrón C:A de 1:2 más 2.5% de aditivo impermeabilizante Crystal Admix.

Para una fluidez del 112.11%, el aditivo impermeabilizante Crystal Admix al 2.5% del peso de cemento, reduce el agua en 2.87%.

Propiedades Físicas del agregado	Arena fina
Contenido de humedad (%CH)	0.77
Porcentaje de absorción (%Abs)	1.11
Fluidez del mortero(%)	112.11
Relación a/c	0.55

Cuadro N°6.5 Diseño de mezcla de mortero, C:A de 1:2 y 2.5% de Aditivo

Descripción de material	Peso Unitario (gr/cm ³)	W.S. (Peso Húmedo) (gr)	Peso Unitario del mortero (kg/m ³)	Dosificación por m ³ de mortero	
				(kg)	(m ³)
Cemento	1.50	500.00	2111.17	590.19	0.39
Arena	1.46	1000.00		1180.38	0.81
Agua	1.00	276.04		325.84	0.33
Aditivo	1.40	12.50		14.75	0.01

Fuente: Elaboración propia

6.4.3 Diseño de mortero patrón C:A = 1:2 más 3.0% de aditivo

En el Cuadro N°6.6 se muestra la dosificación por metro cúbico de mortero patrón C:A de 1:2 más 3.0% de aditivo impermeabilizante Crystal Admix.

Para una fluidez del 111.61%, el aditivo impermeabilizante Crystal Admix al 3.0% del peso de cemento, reduce el agua en 3.37%.

Propiedades Físicas del agregado	Arena fina
Contenido de humedad (%CH)	0.77
Porcentaje de absorción (%Abs)	1.11

Fluidez del mortero (%)	111.61
Relación a/c	0.55

Cuadro N°6.6 Diseño de mezcla de mortero, C:A de 1:2 y 3.0% de Aditivo

Descripción de material	Peso Unitario (gr/cm ³)	W.S. (Peso Húmedo) (gr)	Peso Unitario del mortero (kg/m ³)	Dosificación por m ³ de mortero	
				(kg)	(m ³)
Cemento	1.50	500.00	2114.42	590.74	0.39
Arena	1.46	1000.00		1181.49	0.81
Agua	1.00	274.62		324.46	0.32
Aditivo	1.40	15.00		17.72	0.01

Fuente: Elaboración propia

6.5 DISEÑO DE MEZCLA DE MORTERO PATRÓN C:A = 1:3 CON ADITIVO

6.5.1 Diseño de mortero patrón C:A = 1:3 más 2.0% de aditivo

En el Cuadro N°6.7 se muestra la dosificación por metro cúbico de mortero patrón C:A de 1:3 más 2.0% de aditivo impermeabilizante Crystal Admix.

Para una fluidez del 108.66%, el aditivo impermeabilizante Crystal Admix al 2.0% del peso de cemento, reduce el agua en 2.74%.

Propiedades Físicas del agregado	Arena fina
Contenido de humedad (%CH)	0.77
Porcentaje de absorción (%Abs)	1.11
Fluidez del mortero (%)	108.66
Relación a/c	0.77

Cuadro N°6.7 Diseño de mezcla de mortero, C:A de 1:3 y 2.0% de Aditivo

Descripción de material	Peso Unitario (gr/cm ³)	W.S. (Peso Húmedo) (gr)	Peso Unitario del mortero (kg/m ³)	Dosificación por m ³ de mortero	
				(kg)	(m ³)
Cemento	1.50	500.00	2048.33	427.77	0.29
Arena	1.46	1500.00		1283.32	0.88
Agua	1.00	384.18		328.68	0.33
Aditivo	1.40	10.00		8.56	0.01

Fuente: Elaboración propia

6.5.2 Diseño de mortero patrón C:A = 1:3 más 2.5% de aditivo

En el Cuadro N°6.8 se muestra la dosificación por metro cúbico de mortero patrón C:A de 1:3 más 2.5% de aditivo impermeabilizante Crystal Admix.

Para una fluidez del 108.42%, el aditivo impermeabilizante Crystal Admix al 2.5% del peso de cemento, reduce el agua en 3.53%.

Propiedades Físicas del agregado	Arena fina
Contenido de humedad (%CH)	0.77
Porcentaje de absorción (%Abs)	1.11
Fluidez del mortero (%)	108.42
Relación a/c	0.76

Cuadro N°6.8 Diseño de mezcla de mortero, C:A de 1:3 y 2.5% de Aditivo

Descripción de material	Peso Unitario (gr/cm ³)	W.S. (Peso Húmedo) (gr)	Peso Unitario del mortero (kg/m ³)	Dosificación por m ³ de mortero	
				(kg)	(m ³)
Cemento	1.50	500.00	2048.50	427.92	0.29
Arena	1.46	1500.00		1283.76	0.88
Agua	1.00	381.06		326.12	0.33
Aditivo	1.40	12.50		10.70	0.01

Fuente: Elaboración propia

6.5.3 Diseño de mortero patrón C:A = 1:3 más 3.0% de aditivo

En el Cuadro N°6.9 se muestra la dosificación por metro cúbico de mortero patrón C:A de 1:3 más 3.0% de aditivo impermeabilizante Crystal Admix.

Para una fluidez del 108.17%, el aditivo impermeabilizante Crystal Admix al 3.0% del peso de cemento, reduce el agua en 3.98%.

Propiedades Físicas del agregado	Arena fina
Contenido de humedad (%CH)	0.77
Porcentaje de absorción (%Abs)	1.11
Fluidez del mortero (%)	108.17
Relación a/c	0.76

Cuadro N°6.9 Diseño de mezcla de mortero, C:A de 1:3 y 3.0% de Aditivo

Descripción de material	Peso Unitario (gr/cm ³)	W.S. (Peso Húmedo) (gr)	Peso Unitario del mortero (kg/m ³)	Dosificación por m ³ de mortero	
				(kg)	(m ³)
Cemento	1.50	500.00	2051.08	428.33	0.29
Arena	1.46	1500.00		1284.99	0.88
Agua	1.00	379.28		324.91	0.32
Aditivo	1.40	15.00		12.85	0.01

Fuente: Elaboración propia

6.6 DISEÑO DE MEZCLA DE MORTERO PATRÓN C:A = 1:4 CON ADITIVO

6.6.1 Diseño de mortero patrón C:A = 1:4 más 2.0% de aditivo

En el Cuadro N°6.10 se muestra la dosificación por metro cúbico de mortero patrón C:A de 1:4 más 2.0% de aditivo impermeabilizante Crystal Admix.

Para una fluidez del 110.63%, el aditivo impermeabilizante Crystal Admix al 2.0% del peso de cemento, reduce el agua en 3.15%.

Propiedades Físicas del agregado	Arena fina
Contenido de humedad (%CH)	0.77
Porcentaje de absorción (%Abs)	1.11
Fluidez del mortero(%)	110.63
Relación a/c	0.998

Cuadro N°6.10 Diseño de mezcla de mortero, C:A de 1:4 y 2.0% de Aditivo

Descripción de material	Peso Unitario (gr/cm ³)	W.S. (Peso Húmedo) (gr)	Peso Unitario del mortero (kg/m ³)	Dosificación por m ³ de mortero	
				(kg)	(m ³)
Cemento	1.50	500.00	1996.42	331.77	0.22
Arena	1.46	2000.00		1327.06	0.91
Agua	1.00	498.78		330.95	0.33
Aditivo	1.40	10.00		6.64	0.01

Fuente: Elaboración propia

6.6.2 Diseño de mortero patrón C:A = 1:4 más 2.5% aditivo

En el Cuadro N°6.11 se muestra la dosificación por metro cúbico de mortero patrón C:A de 1:4 más 2.5% de aditivo impermeabilizante Crystal Admix.

Para una fluidez del 109.40%, el aditivo impermeabilizante Crystal Admix al 2.5% del peso de cemento, reduce el agua en 3.69%.

Propiedades Físicas del agregado	Arena fina
Contenido de humedad (%CH)	0.77
Porcentaje de absorción (%Abs)	1.11
Fluidez del mortero(%)	109.40
Relación a/c	0.992

Cuadro N°6.11 Diseño de mezcla de mortero, C:A de 1:4 y 2.5% de Aditivo

Descripción de material	Peso Unitario (gr/cm ³)	W.S. (Peso Húmedo) (gr)	Peso Unitario del mortero (kg/m ³)	Dosificación por m ³ de mortero	
				(kg)	(m ³)
Cemento	1.50	500.00	2000.58	333.49	0.22
Arena	1.46	2000.00		1329.96	0.91
Agua	1.00	496.00		329.83	0.33
Aditivo	1.40	12.50		8.31	0.01

Fuente: Elaboración propia

6.6.3 Diseño de mortero patrón C:A = 1:4 más 3.0% de aditivo

En el Cuadro N°6.12 se muestra la dosificación por metro cúbico de mortero patrón C:A de 1:4 más 3.0% de aditivo impermeabilizante Crystal Admix.

Para una fluidez del 108.66%, el aditivo impermeabilizante Crystal Admix al 3.0% del peso de cemento, reduce el agua en 4.12%.

Propiedades Físicas del agregado Arena fina

Contenido de humedad (%CH) 0.77

Porcentaje de absorción (%Abs) 1.11

Fluidez del mortero(%) 108.66

Relación a/c 0.988

Cuadro N°6.12 Diseño de mezcla de mortero, C:A de 1:4 y 3.0% de Aditivo

Descripción de material	Peso Unitario (gr/cm ³)	W.S. (Peso Húmedo) (gr)	Peso Unitario del mortero (kg/m ³)	Dosificación por m ³ de mortero	
				(kg)	(m ³)
Cemento	1.50	500.00	2007.00	333.52	0.22
Arena	1.46	2000.00		1334.09	0.92
Agua	1.00	493.78		329.38	0.33
Aditivo	1.40	15.00		10.01	0.01

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO VII: ENSAYOS REALIZADOS EN MORTERO CON Y SIN ADITIVO AL ESTADO FRESCO

7.1 GENERALIDADES

Los ensayos realizados al mortero en estado fresco se realizaron en el Laboratorio de Ensayos de Materiales LEM, en la Facultad de Ingeniería Civil en la Universidad de Ingeniería.

Se realizaron mortero con diferentes relaciones de cemento:arena 1:2 ,1:3 y 1:4 con dosificaciones de aditivo impermeabilizante de 2.0%, 2.5% y 3.0% del peso del material cementante para cada relación de cemento:arena.

Las propiedades estudiadas son: Fluidez, Peso Unitario, Exudación y Tiempo de fraguado.

7.2 ENSAYO DE FLUIDEZ

Determinar la fluidez del mortero de cemento, significa calcular la cantidad de agua necesaria en el mortero para que exista una correcta homogenización entre el cemento, el agregado fino (arena fina) y aditivo si fuese el caso.

El objetivo de este ensayo es determinar la fluidez del mortero de cemento y verificar que se encuentre dentro del rango especificado por la norma de 110%+/- 5% para asegurar su trabajabilidad.

La norma indica que la fluidez es el aumento del diámetro promedio de la base de la muestra, expresado con un porcentaje del diámetro original.

El procedimiento se realizó de acuerdo con la NTP 334.057:2019

Procedimiento

Se limpia y seca la superficie de la mesa de flujo, colocando el molde en su centro, luego se colocan 2 capas de mortero fresco apisonando con 20 golpes, la primera a unos 25 mm de altura y la segunda hasta llenar el molde y con la ayuda de la espátula se enrasa la superficie y se retira el molde de manera vertical. Una vez que se tiene el mortero sin el molde se gira la manija de la mesa de flujo 25 veces

en 15 segundos y se toman medidas de los 4 diámetros del mortero, sobre las 4 líneas marcadas en la plataforma de la mesa de flujo.

Materiales y equipos usados

- Mortero del cual se desea calcular el índice de fluidez
- Mesa de flujo
- Molde de tronco cónico
- Compactadora o pisón de metal
- Espátula
- Cronómetro
- Vernier

Determinación o cálculo de la fluidez

Para calcular el índice de fluidez, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Fluidez} = \frac{(D_p - D_i)}{D_i} \times 100\%$$

Donde:

D_p : Diámetro promedio de las 4 medidas tomadas en el ensayo (mm)

D_i : Diámetro inicial de la pasta de mortero 101.6 mm

En el Cuadro N°7.1 se presenta las fluideces de los 12 tipos de morteros, donde se mantiene la fluidez en el rango de 110+/-5%

Cuadro N°7.1 Resultados del ensayo de fluidez del mortero

Muestra	Fluidez (%)
1:2 Patrón	114,81
1:2 + 2.0%A	112,84
1:2 + 2.5%A	112,11
1:2 + 3.0%A	111,61
1:3 Patrón	109,15
1:3 + 2.0%A	108,66

1:3 + 2.5%A	108,42
1:3 + 3.0%A	108,17
1:4 Patrón	110,88
1:4 + 2.0%A	110,63
1:4 + 2.5%A	109,40
1:4 + 3.0%A	108,66

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N°7.1 se muestra la tendencia del ensayo de fluidez para los 12 tipos de mortero, la fluidez se ha mantenido dentro del rango de 110+/- 5% para cada relación de C:A

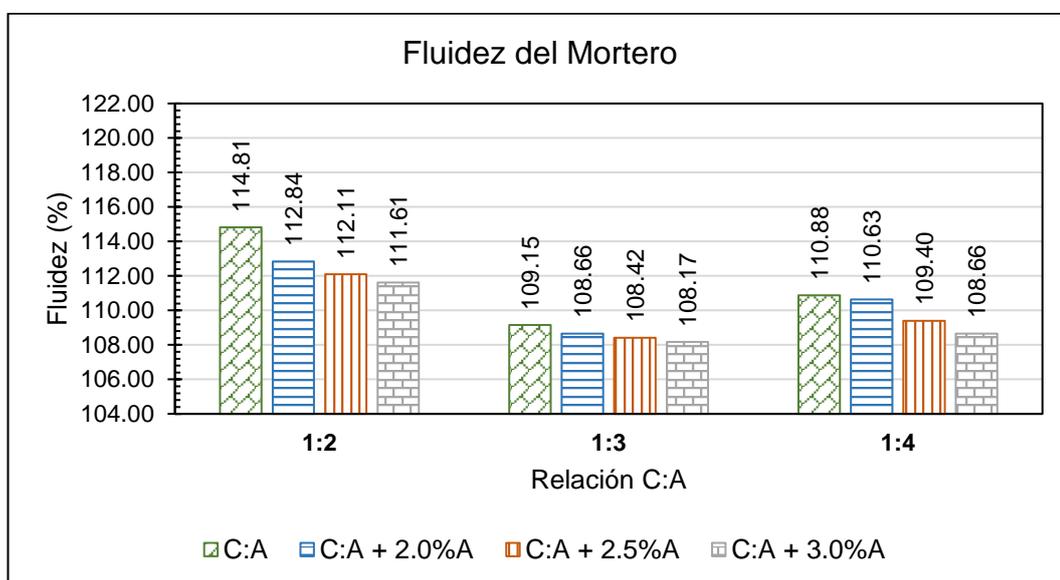


Figura N°7.1 Resultados del ensayo de fluidez del mortero

Fuente: Elaboración propia

7.3 ENSAYO DE PESO UNITARIO

Este ensayo se realiza para determinar el peso compactado de mortero recién mezclado que ocupa un volumen unitario, también es útil para calcular rendimientos en las mezclas de mortero, y así conocer las cantidades de materiales componentes del mortero para determinado volumen.

El procedimiento se realizó de acuerdo con la NTP 334.005:2018 o ASTM C138

Procedimiento

Para realizar este ensayo se deberá llenar el recipiente de 400 ml en 3 capas con 25 golpes cada una uniformemente distribuidos, considerar que al llenar la primera capa de mortero, la varilla no debe tocar el fondo del recipiente y en la siguientes 2 capas considerar que la varilla deba penetrar hasta la capa inferior a cada una. Luego se enrasa y nivel la superficie y se limpia la superficie lateral exterior del recipiente de cualquier material adherido para luego pesarlo.

Materiales y equipos usados

- Mortero del cual se desea calcular el peso unitario
- Molde de 400 ml de capacidad
- Compactador o pisón de metal
- Espátula
- Balanza de precisión

Determinación o cálculo del peso unitario

El cálculo del peso unitario del mortero se calculó mediante la siguiente expresión:

$$P.U. = \frac{(Peso\ 1 - Peso\ 2)}{400}$$

Donde:

P.U. : Peso Unitario (gr/cm³)

Peso 1 : Peso del recipiente + peso de la mezcla (gr)

Peso 2 : Peso del recipiente vacío (gr)

En el Cuadro N° 7.2 se presentan los resultados de los ensayos de peso unitario de los 12 tipos de mortero, en donde el peso unitario está comprendido entre 1.987.58 kg/m³ y 2.114.42 kg/m³.

Cuadro N°7.2 Resultado del ensayo del peso unitario del mortero

Muestra	Peso Unitario (kg/m ³)
1:2 Patrón	2096.58
1:2 + 2.0%A	2108.92
1:2 + 2.5%A	2111.17
1:2 + 3.0%A	2114.42
1:3 Patrón	2029.42
1:3 + 2.0%A	2048.33
1:3 + 2.5%A	2048.50
1:3 + 3.0%A	2051.08
1:4 Patrón	1987.58
1:4 + 2.0%A	1996.42
1:4 + 2.5%A	2000.58
1:4 + 3.0%A	2007.00

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N°7.2 se muestra la tendencia del peso unitario en base a cada mortero patrón.

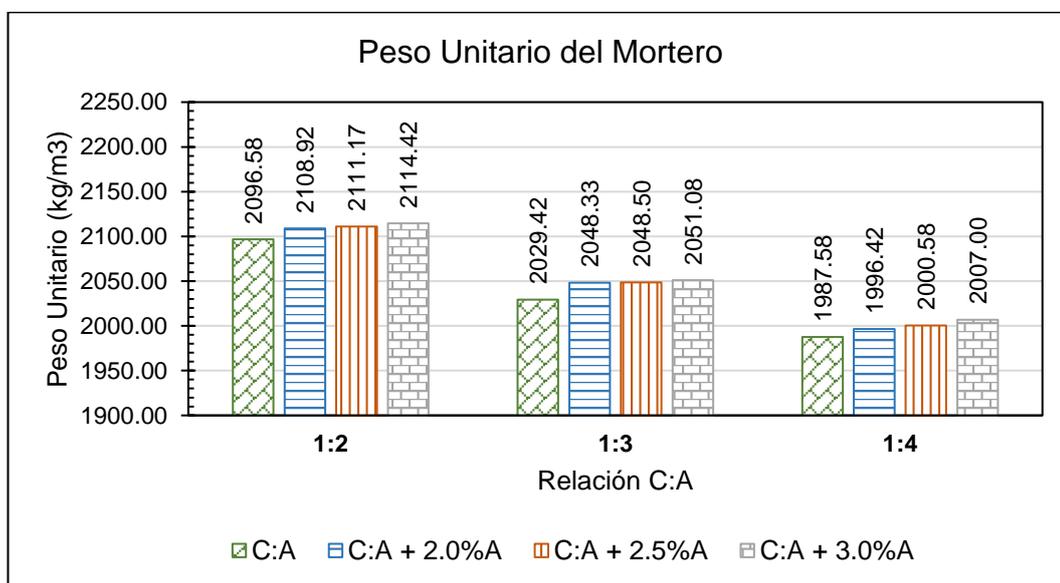


Figura N°7.2 Resultado del ensayo del peso unitario del mortero

Fuente: Elaboración propia

7.4 ENSAYO DE EXUDACIÓN

La exudación de una de las propiedades del mortero en estado fresco y se debe al ascenso del agua a la superficie de la muestra, debido a su menor densidad en comparación con los otros componentes del mortero y a la poca capacidad de la estructura granular a retenerla.

El procedimiento de ensayo se realizó de acuerdo con la norma ASTM C232.

Procedimiento

Primero se vierte mortero recién fabricado en un recipiente, registrando el tiempo y masa del recipiente y contenido luego se coloca en una plataforma nivelada o piso libre de cualquier vibración y se cubre para evitar la evaporación de agua.

Durante los primeros 40 min retirar el agua que se genera en la superficie de la muestra cada 10 min y luego cada 30 min hasta que ya no exista presencia de agua en la superficie, esto se realiza con una pipeta o jeringa inclinando el contenedor y se registran. La cantidad de agua acumulada después de cada transferencia deberá ser registrada.

Determinación o cálculo de exudación

- Exudación por unidad de área

$$v = \frac{V1}{A}$$

Donde:

V1 : Volumen de agua medido durante el intervalo de tiempo seleccionado (ml)

A : Área de superficie expuesta (cm²)

- Porcentaje de exudación

$$C = \left(\frac{w}{W}\right) \times S$$

$$\% \text{ Exudación} = \left(\frac{D}{C}\right) \times 100$$

Donde:

C : Masa de agua en el molde (ml)

W : Peso total de la tanda (gr)

w : Volumen de agua en la tanda (ml)

S : Peso del mortero en el molde (gr)

D : Volumen total exudado (ml)

En el Cuadro N°7.3 se presenta los resultados del porcentaje de exudación.

Cuadro N°7.3 Resultado del ensayo de exudación del mortero

Muestra	Exudación (%)
1:2 Patrón	2.88
1:2 + 2.0%A	4.72
1:2 + 2.5%A	3.97
1:2 + 3.0%A	3.21
1:3 Patrón	8.08
1:3 + 2.0%A	12.12
1:3 + 2.5%A	10.00
1:3 + 3.0%A	9.85
1:4 Patrón	16.18
1:4 + 2.0%A	17.93
1:4 + 2.5%A	16.24
1:4 + 3.0%A	16.19

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N°7.3 se muestra la tendencia de la exudación de cada mortero patrón con sus respectivos porcentajes de aditivo.

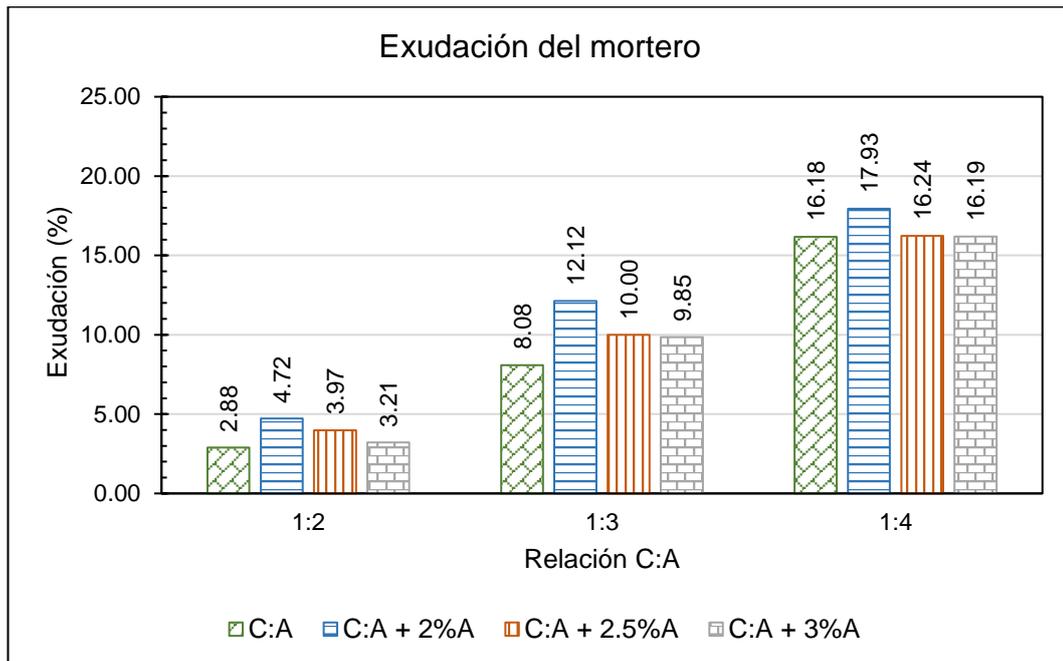


Figura N°7.3 Resultado del ensayo de exudación del mortero

Fuente: Elaboración propia

7.5 ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO

Es el tiempo en el que se mide el proceso de endurecimiento del mortero, existen dos tiempos de fraguado inicial y final; el TTI es cuando el mortero empieza a perder su trabajabilidad, se debe tener en cuenta este tiempo en obra ya que es un indicador de hasta que tiempo disponemos el mortero para transportarlo, colocarlo y compactarlo; y el TTF es cuando el mortero ya alcanzó su estado endurecido.

Los factores que varían el tiempo de fraguado son la temperatura y/o clima (humedad), relación de C:A, tipo de cemento, aditivos químicos.

El procedimiento de ensayo se realizó de acuerdo con la NTP 334.006:2019

Procedimiento

Se prepara la muestra de mortero fresco y se coloca en un molde de forma tronca cónica y se apoya sobre una placa de vidrio, para facilitar el llenado de mortero, se hacen sacudidas leves y se enrasa la superficie con una espátula eliminando el exceso. Pasado 15 min de este proceso se inicia con el ensayo para el cual se coloca el coloca el molde con mortero en el aparato Vicat, y se baja la aguja hasta

que su extremo choque con la parte superior del mortero, se fija dicha posición ajustando el tornillo y se registra la lectura inicial a 40 mm, se suelta el émbolo y se registra la lectura de penetración. Posterior a ello se hacen registros de penetración cada 30 min, hasta que ocurra el tiempo de fragua inicial el cual es cuando registra una penetración de 25 mm, después de que esto ocurre las lecturas se hacen cada 15 min hasta que la penetración sea cero.

El tiempo de fraguado se obtiene a partir de la realización de la curva de tiempo (min) vs penetración (mm) con los resultados obtenidos del ensayo de tiempo de fraguado.

Para calcular el tiempo de fraguado inicial y final, se siguen estos pasos:

1. **Curva de Tiempo vs Penetración:** Se realiza un ensayo en el cual se mide la penetración en milímetros de una aguja en la mezcla de mortero en distintos intervalos de tiempo. Estos datos se representan gráficamente, trazando una curva donde el eje x corresponde al tiempo (en minutos) y el eje y a la penetración (en milímetros).
2. **Tiempo de Fraguado Inicial:** El tiempo de fraguado inicial corresponde al momento en que la penetración alcanza los 25 mm. Para determinarlo, se identifica el punto en la curva donde la penetración es igual a 25 mm y se registra el tiempo correspondiente en minutos.
3. **Tiempo de Fraguado Final:** El tiempo de fraguado final se define como el momento en que la penetración es igual a 0 mm. Se localiza el punto en la curva donde la penetración llega a 0 mm y se anota el tiempo correspondiente en minutos.

Materiales y equipos usados

- Mortero del cual se desea calcular el tiempo de fraguado
- Aparato Vicat con aguja de 1 mm de diámetro
- Espátula
- Placa de vidrio
- Molde de tronco cónico para colocar el mortero fresco
- Cronómetro

En el Cuadro N°7.4 se presenta los resultados del ensayo de tiempo de fragua

inicial y final.

Cuadro N°7.4 Resultado del ensayo de tiempo de fraguado del mortero

Muestra	TFI (h:m)	TFF (h:m)
1:2 Patrón	03:17	04:37
1:2 + 2.0%A	03:18	04:42
1:2 + 2.5%A	03:43	05:13
1:2 + 3.0%A	04:06	06:14
1:3 Patrón	03:32	05:45
1:3 + 2.0%A	04:01	06:15
1:3 + 2.5%A	04:10	06:29
1:3 + 3.0%A	05:06	07:26
1:4 Patrón	04:23	07:27
1:4 + 2.0%A	04:52	07:51
1:4 + 2.5%A	04:54	08:06
1:4 + 3.0%A	05:22	08:32

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N°7.4 se presenta los resultados del tiempo de fragua inicial de cada mortero patrón con sus respectivos porcentajes de aditivo.

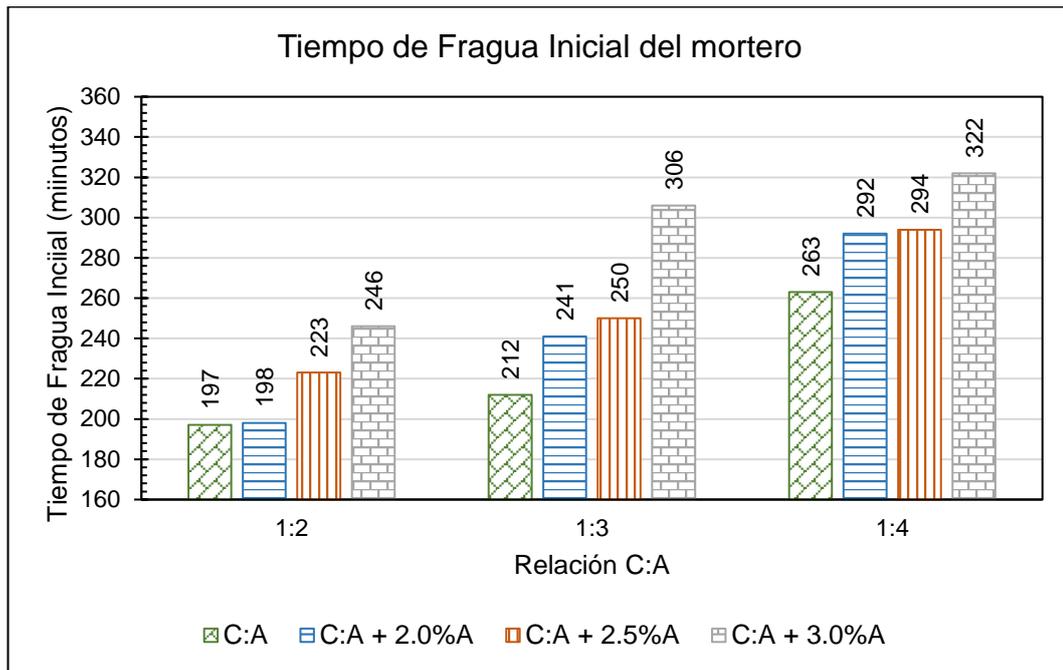


Figura N°7.4 Resultado del ensayo de tiempo de fraguado inicial del mortero

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N°7.5 se presenta la tendencia del tiempo de fragua final de cada mortero patrón con sus respectivos porcentajes de aditivo.

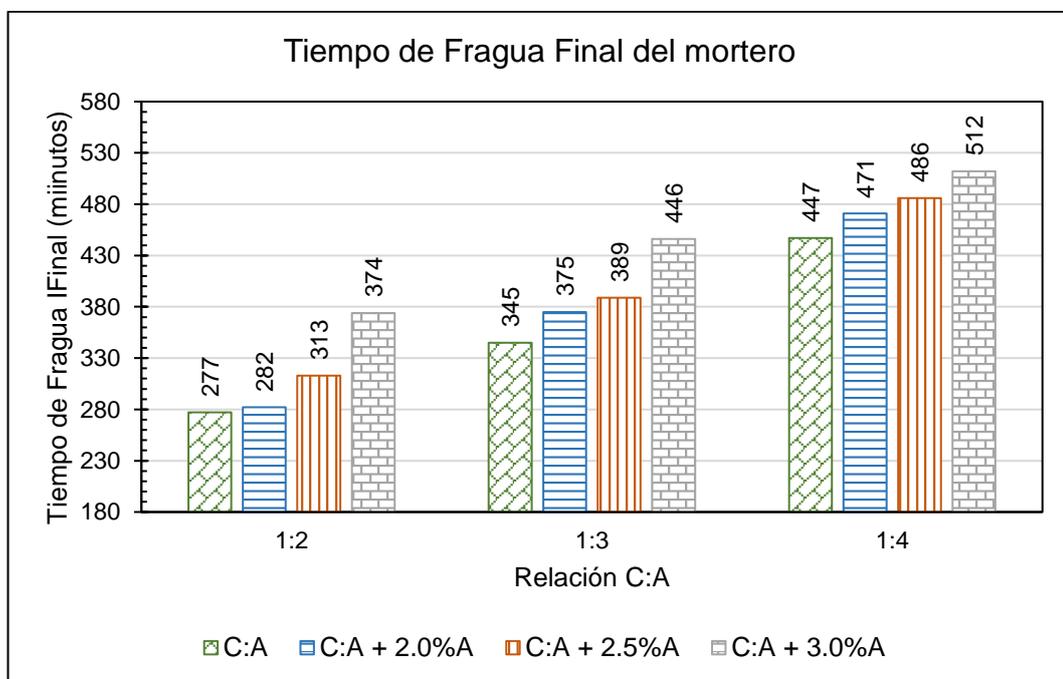


Figura N°7.5 Resultado del ensayo de tiempo de fraguado final del mortero

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO VIII: ENSAYOS REALIZADOS EN MORTERO CON Y SIN ADITIVO AL ESTADO ENDURECIDO

8.1 GENERALIDADES

En este capítulo se describen los ensayos del mortero en estado endurecido, indicando las características, procedimientos, materiales y resultados.

Las propiedades estudiadas son: Absorción, Resistencia a las Compresión, Resistencia a la Tracción y Retracción.

8.2 ENSAYO DE ABSORCIÓN

La absorción es una propiedad de los morteros y concreto en estado endurecido, y está determinado por la cantidad de agua que el mortero puede absorber en sus poros saturables en un determinado tiempo.

Procedimiento

Se prepara el mortero y se coloca en los moldes para especímenes cúbicos de 50 mm de lado (los moldes deben ser fabricados con un metal duro no atacable por la mezcla de mortero con una dureza Rockwell no menor de 55 HRB), en 2 capas debidamente compactados con 32 golpes cada una de ellas de forma cuadrática. A las 24 horas se desmolda los cubos de mortero y se saturan en agua con cal por períodos de 7, 28 y 60 días para esta investigación; realizar el ensayo a 60 días proporciona una mejor comprensión del comportamiento a largo plazo ya que este periodo permite una mejor estabilización de las propiedades del material, proporcionando una medida más representativa.

Pasado el tiempo requerido para el ensayo se retira la muestra y se deja reposar 2 horas a temperatura ambiente, y luego pesar la muestra, así se obtiene la masa saturada superficialmente seca. Luego se registrado este dato se coloca la muestra en el horno a una temperatura de $105\pm 5^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, se retira y registra su masa.

Materiales y Equipos

- Probeta de mortero de 50.0 mm x 50.0 mm

- Horno eléctrico (Temperatura 80°C - 110 °C)
- Balanza (Sensibilidad +/- 0.1 gr)

Determinación o cálculo del porcentaje de absorción

El porcentaje de absorción se calcula con la siguiente expresión:

$$\%A = (Y - X) * \frac{100}{X}$$

Donde:

$\%A$: Porcentaje de absorción (%)

Y : Masa de la muestra Saturada superficialmente seca (gr)

X : Masa de la muestra seca al horno (gr)

En el Cuadro N°8.1 se muestra los resultados del ensayo de absorción de agua del mortero a los 7, 28 y 60 días para los 12 diseños de mezcla que se realizaron a probetas de 5cmx5cm de mortero endurecido.

Cuadro N°8.1 Absorción del mortero a 7, 28 y 60 días

Muestra	Absorción (%)		
	7 días	28 días	60 días
1:2 Patrón	13.60	11.12	10.59
1:2 + 2.0%A	11.00	9.46	9.45
1:2 + 2.5%A	10.24	9.42	7.80
1:2 + 3.0%A	9.81	9.69	9.22
1:3 Patrón	14.12	12.48	11.92
1:3 + 2.0%A	12.38	12.24	11.56
1:3 + 2.5%A	11.78	10.96	8.55
1:3 + 3.0%A	11.51	11.51	11.14
1:4 Patrón	15.06	14.53	14.45
1:4 + 2.0%A	13.54	13.53	12.80
1:4 + 2.5%A	13.45	13.31	10.97
1:4 + 3.0%A	13.29	13.33	12.32

Fuente: Elaboración propia

La Figura N°8.1, y N°8.2 muestran los resultados del ensayo de absorción a los 7 y 28 respectivamente días para los 12 diseños de mezcla.

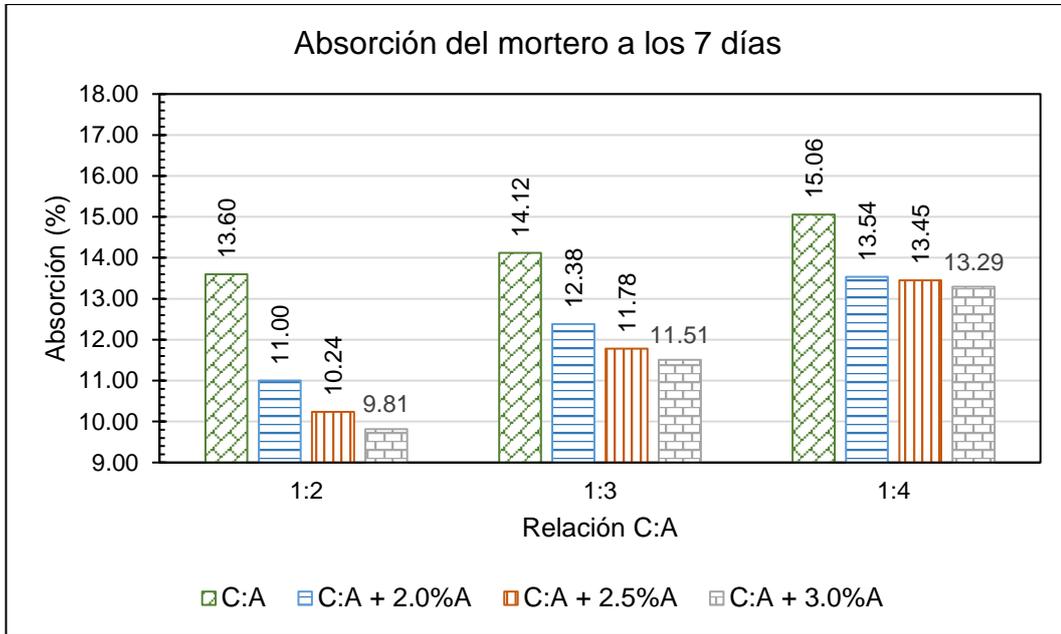


Figura N°8.1 Absorción del mortero a 7 días

Fuente: Elaboración propia

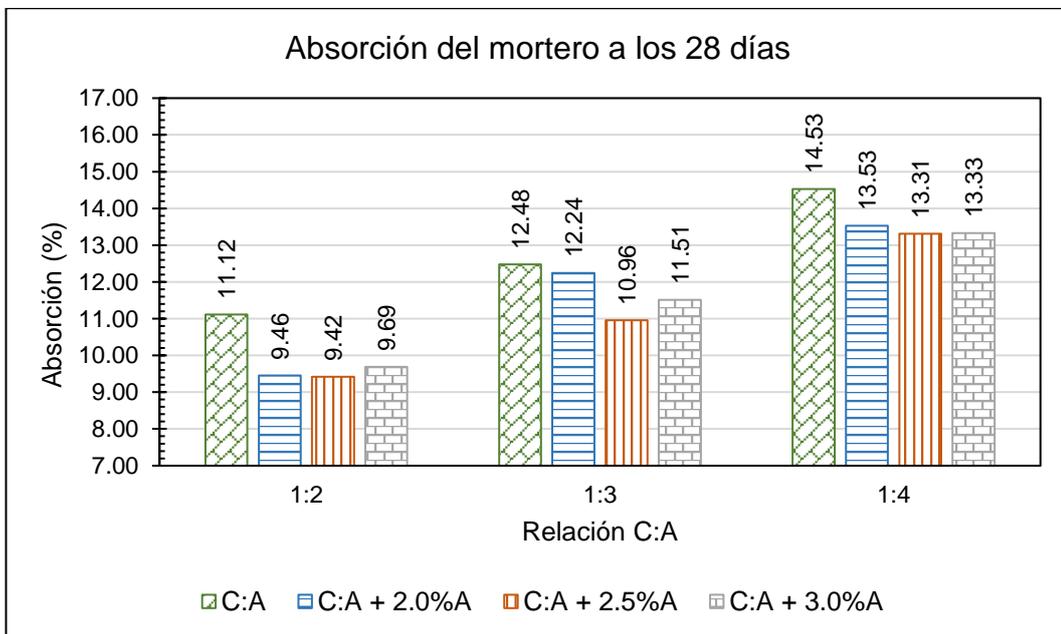


Figura N°8.2 Absorción del mortero a 28 días

Fuente: Elaboración propia

La Figura N°8.3, muestra los resultados del ensayo de absorción a los 60 días para los 12 diseños de mezcla.

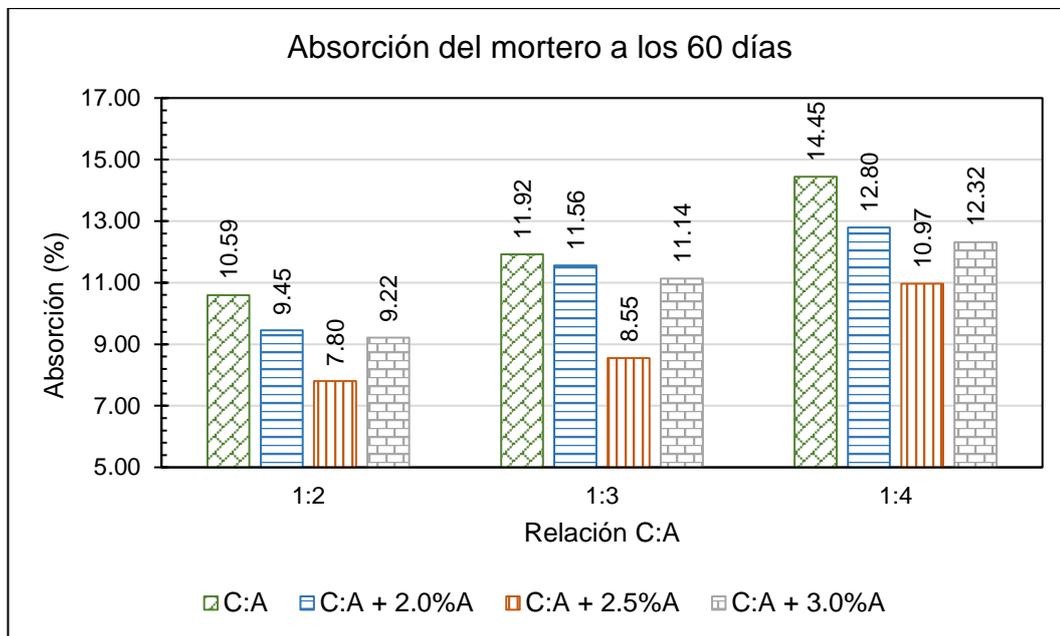


Figura N°8.3 Absorción del mortero a 60 días

Fuente: Elaboración propia

8.3 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Es una propiedad del mortero en estado endurecido, la finalidad de este ensayo es calcular la carga máxima por unidad de área en los especímenes, la resistencia a la compresión nos proporciona una idea de la cohesión interna del mortero; indica así su capacidad de soportar presiones sin disgregarse. La cohesión también se relaciona con el grado de estanqueidad que será capaz de alcanzar una vez dispuesto (Asociación Nacional de fabricantes de mortero, "Morteros de Revestimiento", Primera Edición, Madrid, 2006).

El procedimiento de ensayo se realizó de acuerdo con la NTP 334.051:2022

Procedimiento:

Se prepara el mortero y se coloca en los moldes para especímenes cúbicos de 50 mm de lado, en 2 capas debidamente compactados con 32 golpes cada una de ellas de forma cuadrática. A las 24 horas se desmolda los cubos de mortero y se saturan en agua con cal (4 gr de cal por litro de agua), por períodos de 7, 28 días

para esta investigación. Para realizar la prueba, se retira la muestra a ensayar y se seca su superficie, retirando los granos de arena desprendidos o las incrustaciones en las caras que van a estar en contacto con los bloques de apoyo de la máquina de ensayo, evitando utilizar las caras superior o inferior que tuvieron en la fase de llenado y compactado; finalmente se registran las dimensiones y peso del espécimen.

Luego se coloca el cubo en el centro debajo del bloque superior de la máquina de ensayo y se aplicará una fuerza creciente hasta llevarlo a la rotura.

Materiales y equipos usados:

- Probeta de mortero de 50.0 mm x 50.0 mm
- Máquina Versa Tester (Uniaxial Test Machine de 27 Tn)

Determinación o cálculo de la resistencia a la compresión:

La resistencia a la compresión se calcula con la siguiente expresión:

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

Donde:

$F'c$: Resistencia a la compresión (Kg/cm²)

P : Carga de rotura aplicada (Kg)

A : Sección transversal (cm²)

Se realizaron muestras para ensayarlas a los 7 y 28 días de curado, para los 12 diseños de mezcla y el resultado promedio se muestra en el Cuadro N°8.2

Cuadro N°8.2 Resistencia a la compresión del mortero a 7 y 28 días

Muestra	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	
	7 días	28 días
1:2 Patrón	368.63	427.65
1:2 + 2.0%A	417.48	446.33

1:2 + 2.5%A	374.06	453.82
1:2 + 3.0%A	396.41	433.92
1:3 Patrón	214.88	256.98
1:3 + 2.0%A	268.27	291.55
1:3 + 2.5%A	233.10	345.85
1:3 + 3.0%A	250.17	293.18
1:4 Patrón	130.67	152.74
1:4 + 2.0%A	158.89	178.23
1:4 + 2.5%A	137.45	196.08
1:4 + 3.0%A	166.36	193.77

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N°8.4 se muestra los resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días

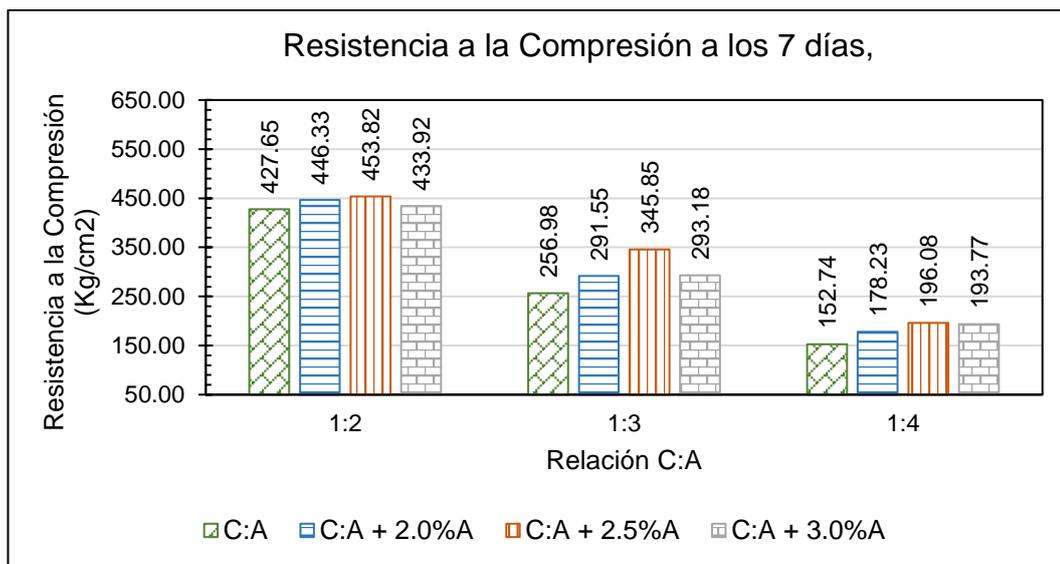


Figura N°8.4 Resistencia a la compresión del mortero a 7 días

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N°8.5 se muestra los resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días

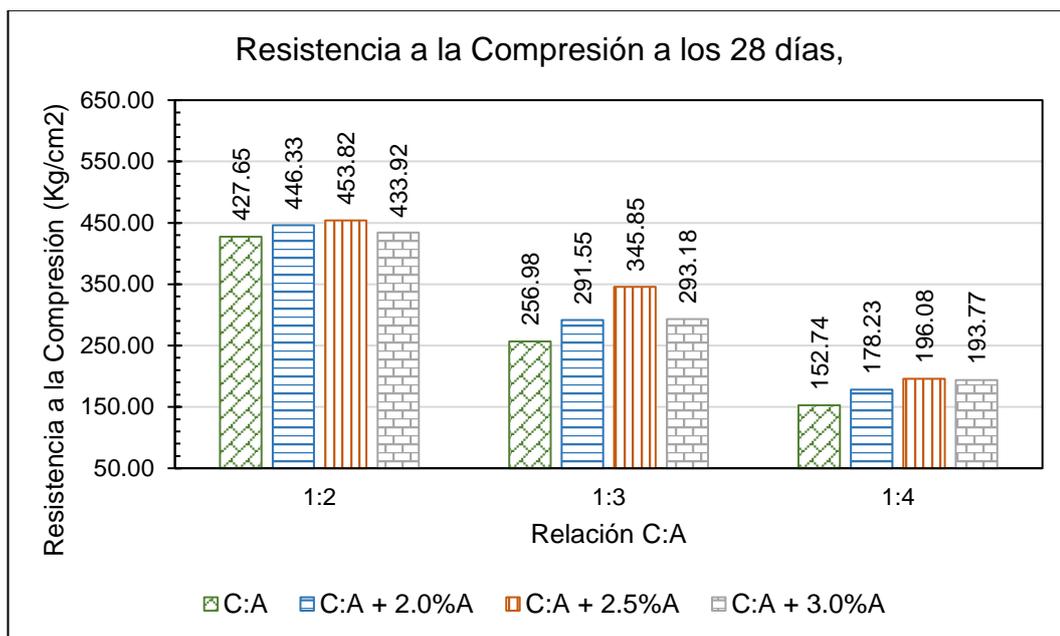


Figura N°8.5 Resistencia a la compresión del mortero a 28 días

Fuente: Elaboración propia

8.4 ENSAYO DE TRACCIÓN

La resistencia a tracción proporciona información sobre la dificultad que oponen las partículas a separarse. Como en el resto de este tipo de materiales la resistencia a tracción es baja, por lo que debe asegurarse que el material no estará expuesto a estas sollicitaciones (Asociación Nacional de fabricantes de mortero, "Morteros de Revestimiento", Primera Edición, Madrid, 2006).

El procedimiento de ensayo se realizó de acuerdo a la ASTM D638

Procedimiento:

Se prepara el mortero y se coloca en los moldes en forma de ochos en 1 capa debidamente compactados con 20 golpes; a las 24 horas se desmolda los ochos de mortero y se colocan en agua con cal (4 gr de cal por litro de agua), por períodos de 28 días para esta investigación. Pasado el tiempo mencionado anteriormente retirar la muestra a ensayar y secar su superficie; si las probetas presentan granos de arena desprendidos o incrustaciones se deberán retirar de las caras que van a estar en contacto con los brazos mecánicos de la máquina ensayo de tracción. Finalmente colocar cada muestra cada muestra en el centro de los brazos

mecánicos de la máquina de tracción para que este empiece a jalar por la parte más gruesa de la muestra hasta que ocurra la rotura.

Materiales y equipos usados:

- Probeta de mortero en forma de ocho
- Máquina TENSILE TEST MACHINE

Determinación o cálculo de la resistencia a la tracción:

La resistencia a la tracción se calcula con la siguiente expresión:

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

Donde:

$F'c$: Resistencia a la tracción (Kg/cm²)

P : Carga de rotura aplicada (Kg)

A : Sección transversal (cm²)

Se realizaron muestras para ensayarlas a los 28 días de curado para los 12 diseños de mezcla y el resultado promedio se muestra en el Cuadro N°8.3

Cuadro N°8.3 Resistencia a la tracción del mortero a 28 días

Muestra	Resistencia a la tracción (kg/cm ²)
1:2 Patrón	18.84
1:2 + 2.0%A	29.11
1:2 + 2.5%A	41.13
1:2 + 3.0%A	37.37
1:3 Patrón	16.11
1:3 + 2.0%A	27.75
1:3 + 2.5%A	33.77
1:3 + 3.0%A	27.83

1:4 Patrón	12.34
1:4 + 2.0%A	19.44
1:4 + 2.5%A	29.52
1:4 + 3.0%A	22.20

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N°8.6 se muestran los resultados del ensayo de resistencia a la tracción a los 28 días.

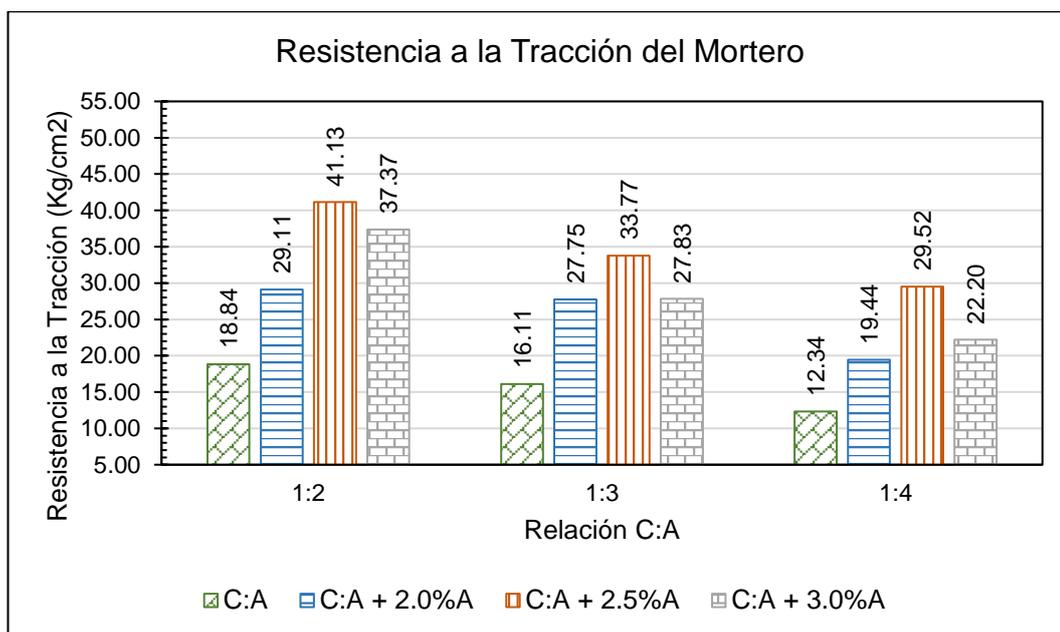


Figura N°8.6 Resistencia a la tracción del mortero a 28 días

Fuente: Elaboración propia

8.5 ENSAYO DE RETRACCIÓN

La retracción indica los cambios volumétricos en el mortero que son muy frecuentes debido al fraguado inicial y secado, esto ocasiona fallas de adherencia entre el mortero de cemento y la unidad de albañilería o estructura soporte (Mercado, 1998, p.62).

El procedimiento de ensayo se realizó de acuerdo a la ASTM C157

Procedimiento:

El mortero preparado es colocado en probetas de 1"x1"x11" con unos pernos insertados en los extremos, estos permitirán realizar las medidas de longitud en un comparador de longitudes a lo largo del proceso de curado; a las 24 se retira las muestras de los moldes, y realiza la primera medida en el comparador de longitudes. Posterior a ellos colocar las probetas en agua durante 28 días para esta investigación y al cabo de dicho período de tiempo se deberá realizar la medición correspondiente.

Materiales y equipos usados:

- Probeta de mortero para ensayo de retracción
- Máquina comparador de longitudes.

Determinación o cálculo de la retracción:

El porcentaje de retracción del mortero endurecido se calcula con la siguiente expresión:

$$R\% = (Li - Lf) * \frac{100}{Li}$$

Donde:

$R\%$: Retracción (%)

Li : Longitud inicial (mm)

Lf : Longitud final (mm)

En el Cuadro N°8.4 se muestran los resultados del ensayo de retracción del mortero a los 28 días de curado para los 12 diseños de mezcla.

Cuadro N°8. 4 Retracción del mortero a 28 días

Muestra	Retracción (%) a 28 días
1:2 Patrón	0,0245
1:2 + 2.0%A	0,0244
1:2 + 2.5%A	0,0213
1:2 + 3.0%A	0,0177
1:3 Patrón	0,0205
1:3 + 2.0%A	0,0162
1:3 + 2.5%A	0,0160
1:3 + 3.0%A	0,0158
1:4 Patrón	0,0143
1:4 + 2.0%A	0,0123
1:4 + 2.5%A	0,0109
1:4 + 3.0%A	0,0098

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N°8.7 se muestran los resultados del ensayo de retracción a los 28 días para cada mortero patrón con sus respectivos porcentajes de aditivos.

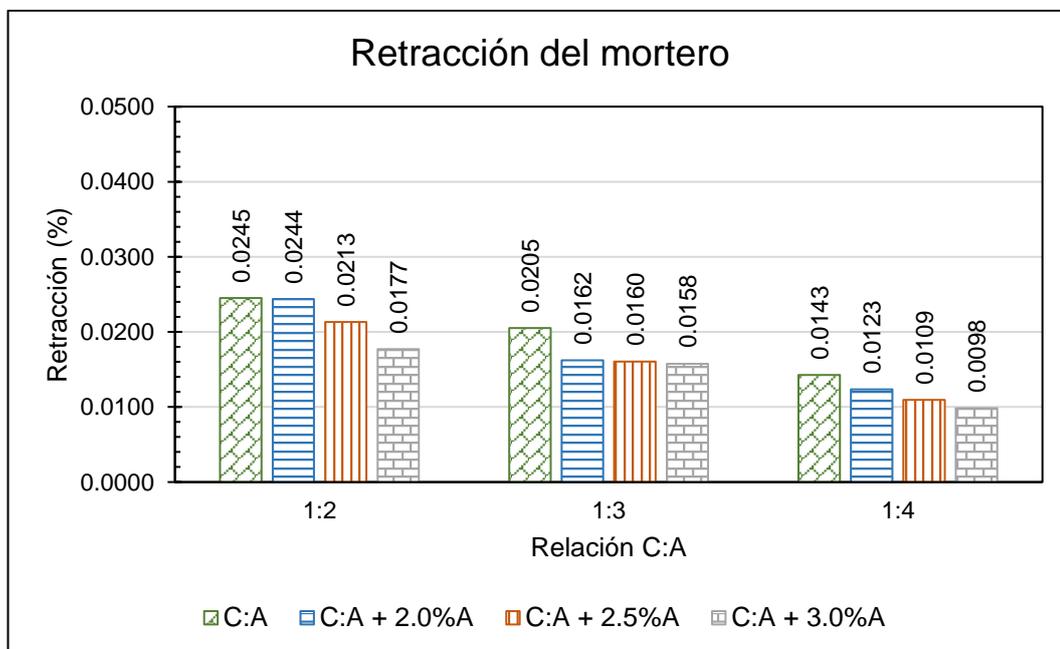


Figura N°8.7 Retracción del mortero a 28 días

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IX: ANÁLISIS DE RESULTADOS

9.1 GENERALIDADES

En este capítulo se muestra el análisis de los resultados del mortero fresco (capítulo VII) y mortero endurecido (capítulo VIII), comparando el mortero patrón con los morteros con aditivo impermeabilizante en estudio.

Los materiales utilizados en este estudio son los siguientes:

- Cemento Portland SOL Tipo I
- Agregado Fino, procedente de la cantera de Zapallal
- Aditivo Impermeabilizante Crystal Admix.

En la investigación se realiza 12 diseños de mezcla, tres morteros patrón de relación C:A de 1:2 , 1:3 y 1:4 ; y para cada relación de C:A se le dosifica tres porcentajes de aditivo 2.0%, 2.5% y 3.0% en peso de cemento del aditivo impermeabilizante en estudio.

Las propiedades del mortero en estado fresco fueron: Fluidez, Peso Unitario, Exudación y Tiempo de Fraguado; y en estado endurecido fueron: Absorción, Resistencia a la compresión, Resistencia a la tracción y Retracción.

9.2 AGREGADOS

El agregado fino (arena fina) utilizado es procedente de la cantera de Zapallal, y se le realizaron análisis físicos y químicos.

Los análisis químicos se realizaron a 2 muestras de arena: arena lavada y arena sin lavar.

La cantidad de cloruros de la arena sin lavar y arena lavada es 177.31 y 106.41 ppm respectivamente, el valor de la muestra lavada representa un 60.01% del valor de la muestra sin lavar.

La cantidad de sulfatos de la arena sin lavar y arena lavada es 409.68 y 38.75 ppm respectivamente, el valor de la muestra lavada representa 9.46% del valor de la muestra sin lavar.

La cantidad de sales de la arena sin lavar y arena lavada es 592.34 y 165 ppm respectivamente, el valor de la muestra lavada representa un 27.86% del valor de la muestra sin lavar.

En todos los casos la cantidad de sales, cloruros y sulfatos disminuye debido a que, al lavar la arena fina varias veces, el agua disuelve las sales solubles, los cloruros y sulfatos que se encuentran en la superficie de los granos de arena. La agitación durante el lavado ayuda a liberar sales adheridas a los granos de arena, facilitando su disolución en el agua. Con cada ciclo de lavado, las sales disueltas son desplazadas y eliminadas, siendo reemplazadas por agua limpia, lo cual gradualmente reduce la concentración de sales en la arena.

Este proceso mejora la calidad del mortero al eliminar contaminantes y asegurar una mezcla más pura.

9.3 ADITIVO

Según los resultados obtenidos, el aditivo Crystal Admix reduce significativamente el contenido de agua en las mezclas con una menor proporción de cemento. A medida que aumenta el porcentaje del aditivo en cada mezcla de mortero estándar, también aumenta la cantidad de agua que se logra reducir.

En el Cuadro N°9.1 se muestra los resultados de variación de agua respecto a la muestra de mortero patrón.

Cuadro N°9.1 Variación del agua respecto al patrón

Muestra	Cantidad de agua (ml)	Variación (%)	Observación
1:2 Patrón	284.20	100.00	Valor Base
1:2 + 2.0%A	278.37	97.95	disminuye en 2.05%
1:2 + 2.5%A	276.04	97.13	disminuye en 2.87%
1:2 + 3.0%A	274.63	96.63	disminuye en 3.37%
1:3 Patrón	395.00	100.00	Valor Base
1:3 + 2.0%A	384.18	97.26	disminuye en 2.74%
1:3 + 2.5%A	381.06	96.47	disminuye en 3.53%
1:3 + 3.0%A	379.28	96.02	disminuye en 3.98%

1:4 Patrón	515.00	100.00	Valor Base
1:4 + 2.0%A	498.78	96.85	disminuye en 3.15%
1:4 + 2.5%A	496.00	96.31	disminuye en 3.69%
1:4 + 3.0%A	493.78	95.88	disminuye en 4.12%

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N°9.1 se observa que la reducción de agua para la relación C:A de 1:2 varía desde 2.05% hasta 3.37%; para la relación de C:A de 1:3 varía desde 2.74% hasta 3.98% y para la relación de C:A de 1:4 varía desde 3.15% hasta 4.12%. Estas reducciones de agua se obtuvieron manteniendo constante la relación c:a del mortero patrón y la fluidez dentro del rango 110+/-5%

El agua añadida a la mezcla puede distribuirse de manera más uniforme y eficiente, mejorando así su capacidad para reaccionar con los materiales del cemento y otros componentes del mortero, sin quedar atrapada en poros no ocupados.

En todos los casos las reducciones de agua se encuentran en el rango especificado por la ficha técnica del fabricante de 2% a 7%.

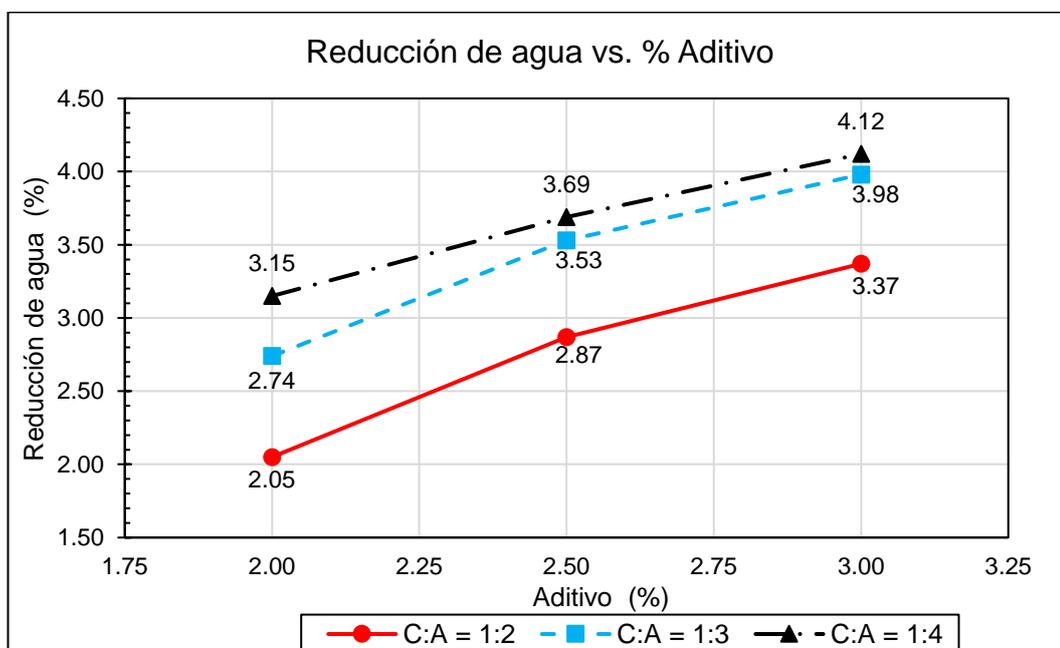


Figura N°9.1 Reducción de agua vs. Aditivo

Fuente: Elaboración propia

9.4 ANÁLISIS Y RESULTADOS DEL MORTERO AL ESTADO FRESCO

9.4.1 Fluidiez

Se diseña el mortero patrón de tal manera que la fluidez se encuentre en el rango de 110+/-5% según lo indicado en la NTP 334.051:2022. De acuerdo a las especificaciones del producto, Crystal Admix aumenta la trabajabilidad del mortero fresco, incrementando su fluidez; para cumplir con las especificaciones, se ajustan las cantidades de agua en cada diseño con aditivo. Estas reducciones se mostraron en el ítem anterior (9.3 Aditivo)

En el Cuadro N°9.2 se muestra la fluidez de cada mezcla, todas dentro del rango establecido por la norma técnica, considerando al mortero patrón como un valor base (100%).

Se obtuvo una fluidez máxima de 114.81% para la relación de C:A de 1:2 y una fluidez mínima de 108.17% para la relación de C:A de 1:3 + 3.0%A.

Cuadro N°9.2 Variación de la fluidez respecto al patrón

Muestra	Fluidez (%)	Variación (%)	Comentario
1:2 Patrón	114,81	100,00	Valor Base
1:2 + 2.0%A	112,84	98,29	disminuye
1:2 + 2.5%A	112,11	97,64	disminuye
1:2 + 3.0%A	111,61	97,21	disminuye
1:3 Patrón	109,15	100,00	Valor Base
1:3 + 2.0%A	108,66	99,55	disminuye
1:3 + 2.5%A	108,42	99,32	disminuye
1:3 + 3.0%A	108,17	99,10	disminuye
1:4 Patrón	110,88	100,00	Valor Base
1:4 + 2.0%A	110,63	99,78	disminuye
1:4 + 2.5%A	109,40	98,67	disminuye
1:4 + 3.0%A	108,66	98,00	disminuye

Fuente: Elaboración propia

En el Figura N°9.2 se muestran los resultados del ensayo de fluidez del mortero en estado fresco.

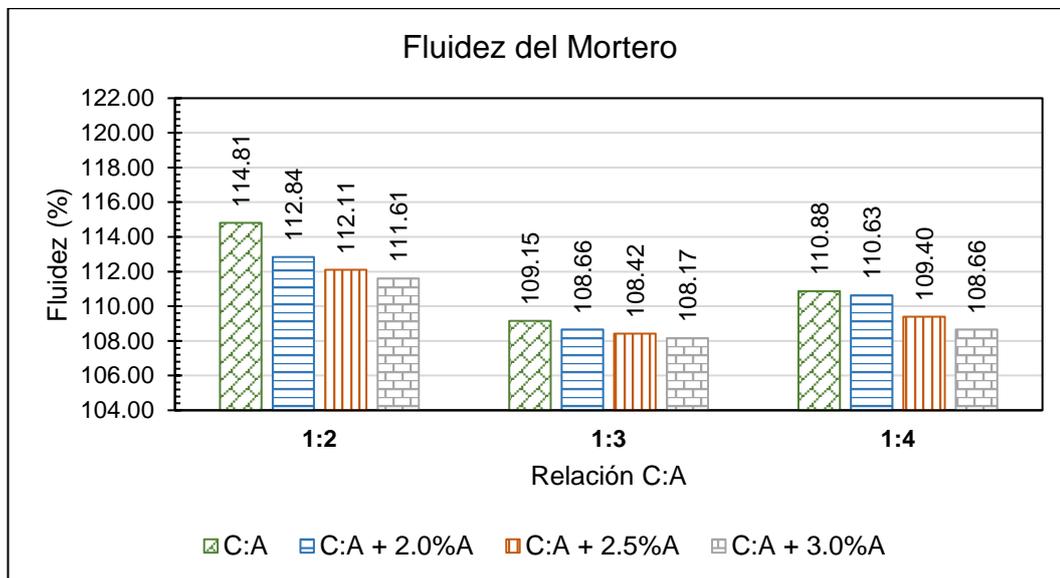


Figura N°9.2 Variación (%) de la fluidez respecto al patrón

Fuente: Elaboración propia

9.4.2 Peso Unitario

Según el Cuadro N°9.3 y la Figura N°9.3, se observa que a medida que se aumenta la cantidad de aditivo, el peso unitario del mortero fresco experimenta aumentos leves. En promedio, se puede concluir que los valores de las mezclas con aditivo representan aproximadamente el 101.71%, 101.98% y 101.69% del peso unitario del mortero patrón para las relaciones de C:A de 1:2, 1:3 y 1:4 respectivamente. Estos incrementos no muestran variaciones significativas.

Cuadro N°9.3 Variación del Peso Unitario respecto al patrón

Muestra	Peso Unitario (kg/m ³)	Variación (%)	Observación
1:2 Patrón	2096.58	100.00	Valor Base
1:2 + 2.0%A	2108.92	100.59	aumenta
1:2 + 2.5%A	2111.17	100.70	aumenta
1:2 + 3.0%A	2114.42	100.85	aumenta
1:3 Patrón	2029.42	100.00	Valor Base
1:3 + 2.0%A	2048.33	100.93	aumenta

1:3 + 2.5%A	2048.50	100.94	aumenta
1:3 + 3.0%A	2051.08	101.07	aumenta
1:4 Patrón	1987.58	100.00	Valor Base
1:4 + 2.0%A	1996.42	100.44	aumenta
1:4 + 2.5%A	2000.58	100.65	aumenta
1:4 + 3.0%A	2007.00	100.98	aumenta

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N°9.3 se muestra las tendencias del ensayo de peso unitario del mortero en estado fresco.

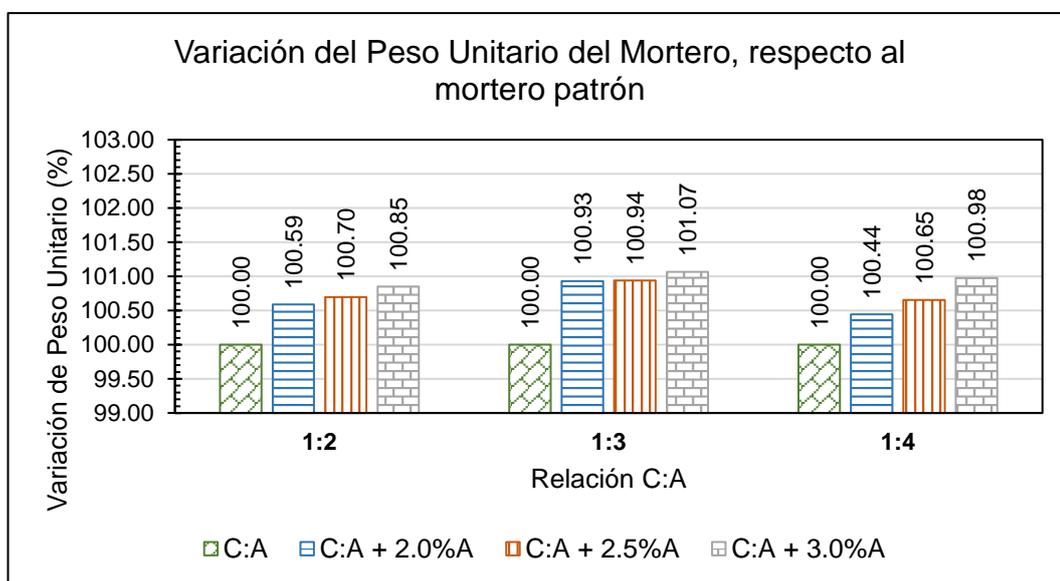


Figura N°9.3 Variación (%) del peso unitario respecto al patrón

Fuente: Elaboración propia

La Figura N°9.4 muestra los valores del peso unitario para cada porcentaje de aditivo, y se observa que a medida que aumenta la dosificación, también se incrementa ligeramente el peso unitario, esto debido a la reducción de agua.

De todos los datos obtenidos, se muestra que los morteros con mayor proporción de cemento tienden a tener mayor peso unitario tanto para el mortero patrón como para el mortero con aditivo; esto se debe a que un mortero con más cemento tendrá una mayor densidad y peso unitario debido a la naturaleza más compacta y pesada de la mezcla

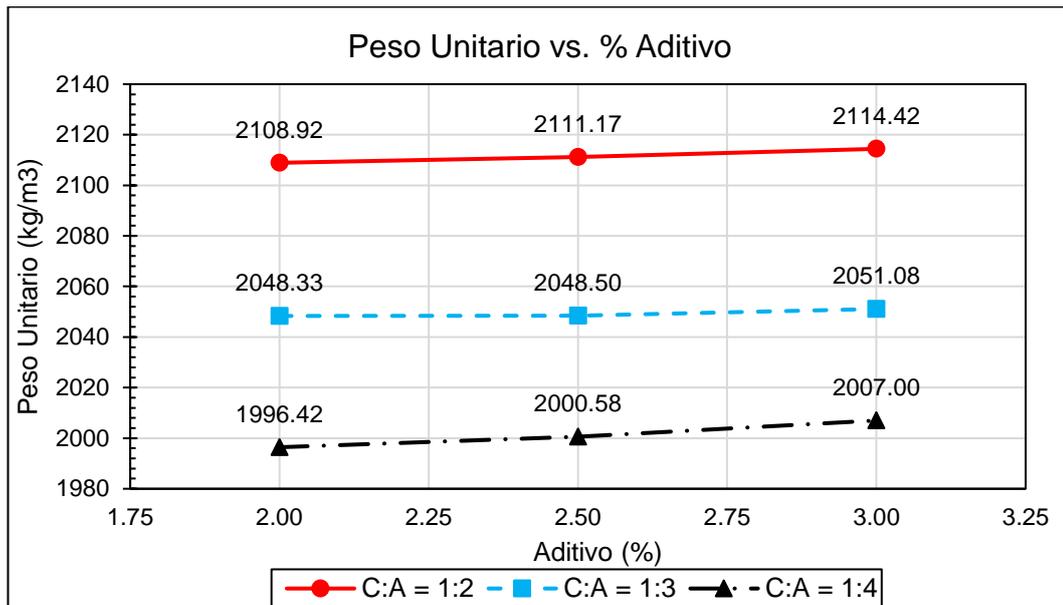


Figura N°9.4 Peso Unitario vs. porcentaje de aditivo

Fuente: Elaboración propia

9.4.3 Exudación

En el cuadro N°9.4 se observa que la exudación del mortero tiene una tendencia a aumentar al dosificarle el aditivo Crystal Admix con respecto al mortero patrón, estos aumentos se presentan con mayor notoriedad en los morteros con mayor cantidad de cemento. La máxima variación se da para la relación de C:A de 1:2 + 2.0% aditivo en donde el valor de exudación representa el 163.734% del mortero patrón C:A de 1:2 y la variación mínima ocurre para una relación de C:A de 1:4 + 3.0% aditivo donde el valor del peso unitario representa el 100.058% del mortero patrón C:A de 1:4.

En promedio se puede concluir que los valores de exudación de las mezclas con aditivo representan el 137.62%, 131.95% y 103.76% del valor de exudación del mortero patrón para las relaciones de C:A de 1:2 , 1:3 y 1:4 respectivamente.

Cuando se agrega un aditivo impermeabilizante a una mezcla generalmente se espera que disminuya la exudación, sin embargo, en este estudio bajo las condiciones planteadas la tendencia es a aumentarla. Este aumento podría atribuirse significativamente a las condiciones ambientales durante el proceso de mezclado y colocación del mortero, factores como temperatura elevada y baja

humedad ambiental puede haber acelerador la evaporación de agua superficial en la mezcla

Cuadro N°9.4 Variación del porcentaje de exudación respecto al patrón

Muestra	Exudación (%)	Variación (%)	Comentarios
1:2 Patrón	2.88	100.00	Valor Base
1:2 + 2.0%A	4.72	163.73	aumenta
1:2 + 2.5%A	3.97	137.84	aumenta
1:2 + 3.0%A	3.21	111.29	aumenta
1:3 Patrón	8.08	100.00	Valor Base
1:3 + 2.0%A	12.12	150.06	aumenta
1:3 + 2.5%A	10.00	123.77	aumenta
1:3 + 3.0%A	9.85	122.02	aumenta
1:4 Patrón	16.18	100.00	Valor Base
1:4 + 2.0%A	17.93	110.84	aumenta
1:4 + 2.5%A	16.24	100.39	aumenta
1:4 + 3.0%A	16.19	100.06	aumenta

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N°9.5 se muestra las tendencias de variación del ensayo de exudación del mortero en estado fresco.

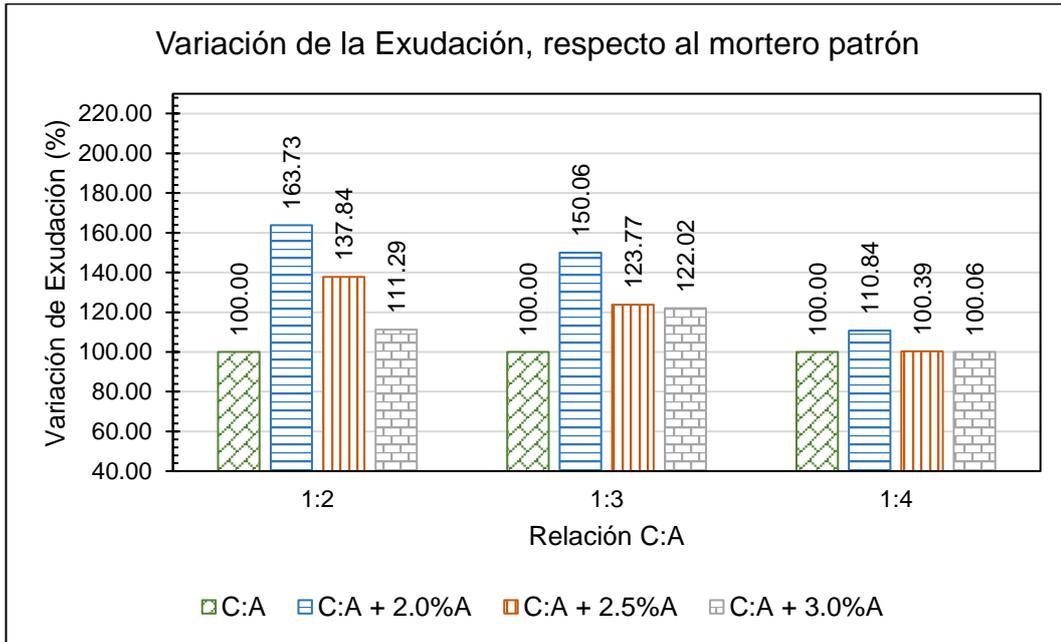


Figura N°9.5 Variación (%) de la exudación respecto al patrón

Fuente: Elaboración propia

La Figura N°9.6 muestra los valores de exudación para cada porcentaje de aditivo y se observa que se produce un mayor porcentaje de exudación al dosificarle 2.0% de Crystal Admix en peso de cemento, luego la exudación disminuye progresivamente al dosificar 2.5% y 3.0%.

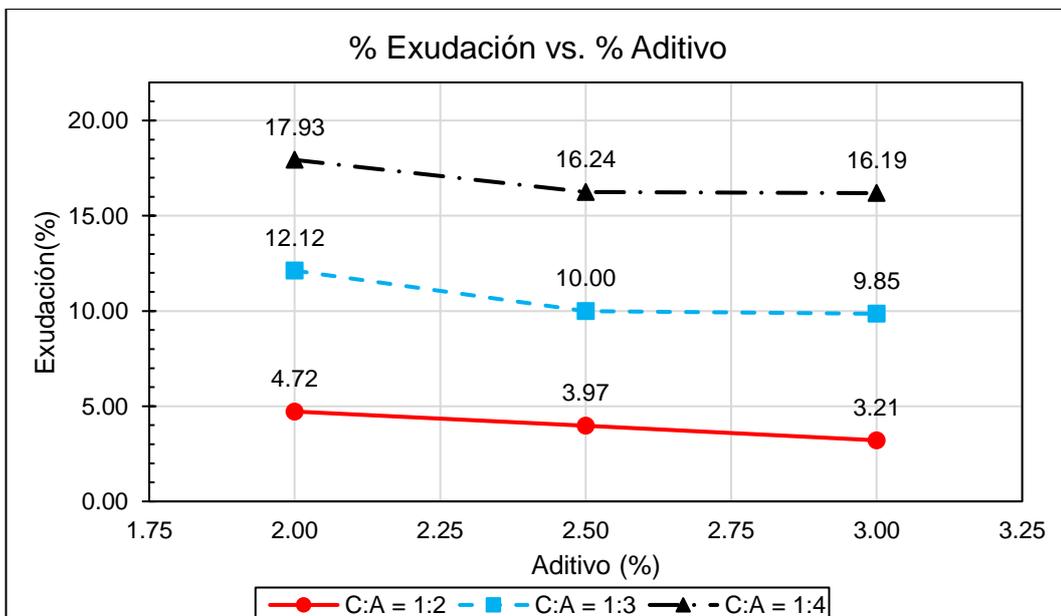


Figura N°9.6 Porcentaje de exudación vs. porcentaje de aditivo

Fuente: Elaboración propia

9.4.4 Tiempo de Fraguado

Los tiempos de fragua inicial y final de morteros en todas las relaciones de C:A estudiadas se incrementan al adicionarle aditivo impermeabilizante, posiblemente esto debido a que a que los cristales hidrofílicos que se forman dentro de la mezcla absorben agua, lo que hace que la reacción química del cemento para endurecer ocurra de forma más lenta. Además, estos cristales continúan creciendo a medida que avanza el proceso de endurecimiento, prolongando aún más el tiempo necesario para que el mortero alcance su completa rigidez.

Del Cuadro N°9.5 se observa que para la mezcla de relación de C:A de 1:2 (patrón) el tiempo de fragua inicial se dio a las 3 horas y 17 minutos, variando en 15 minutos (menor) del tiempo de fragua inicial de la mezcla de relación de C:A de 1:3 (patrón) y 66 minutos menos al tiempo de fragua de la mezcla de mortero de relación de C:A de 1:4 (patrón).

Cuadro N°9.5 Variación del tiempo de fragua inicial respecto al patrón

Muestra	TFI (h:m)	Variación (%)	Observación
1:2 Patrón	03:17	100.00	Valor Base
1:2 + 2.0%A	03:18	100.51	aumenta
1:2 + 2.5%A	03:43	113.20	aumenta
1:2 + 3.0%A	04:06	124.87	aumenta
1:3 Patrón	03:32	100.00	Valor Base
1:3 + 2.0%A	04:01	113.68	aumenta
1:3 + 2.5%A	04:10	117.92	aumenta
1:3 + 3.0%A	05:06	144.34	aumenta
1:4 Patrón	04:23	100.00	Valor Base
1:4 + 2.0%A	04:52	111.03	aumenta
1:4 + 2.5%A	04:54	111.79	aumenta
1:4 + 3.0%A	05:22	122.43	aumenta

Fuente: Elaboración propia

Del Cuadro N°9.6 se observa que para la mezcla la relación de C:A de 1:2 (patrón) el tiempo de fragua final se dio a las 4 horas y 37 minutos, variando en 68 minutos

(menor) del tiempo de fragua final de la mezcla de la relación de C:A de 1:3 (patrón) y 2 horas 50 minutos menos al tiempo de fragua final de la mezcla de mortero de relación de C:A de 1:4 (patrón).

Cuadro N°9.6 Variación del tiempo de fragua final respecto al patrón

Muestra	TFF (h:m)	Variación (%)	Observación
1:2 Patrón	04:37	100.00	Valor Base
1:2 + 2.0%A	04:42	101.81	aumenta
1:2 + 2.5%A	05:13	113.00	aumenta
1:2 + 3.0%A	06:14	135.02	aumenta
1:3 Patrón	05:45	100.00	Valor Base
1:3 + 2.0%A	06:15	108.70	aumenta
1:3 + 2.5%A	06:29	112.75	aumenta
1:3 + 3.0%A	07:26	129.28	aumenta
1:4 Patrón	07:27	100.00	Valor Base
1:4 + 2.0%A	07:51	105.37	aumenta
1:4 + 2.5%A	08:06	108.72	aumenta
1:4 + 3.0%A	08:32	114.54	aumenta

Fuente: Elaboración propia

De la Figura N°9.7 se observa que el tiempo de fragua inicial aumenta conforme aumenta el porcentaje de aditivo; para el tiempo de fragua inicial la máxima variación se da para la relación de C:A de 1:3 + 3.0% aditivo en donde el valor del TTI representa el 144.34% del mortero patrón C:A de 1:3 y la variación mínima para una relación de C:A de 1:2 + 2.0% aditivo donde el valor del TTI representa el 100.51% del mortero patrón C:A de 1:2.

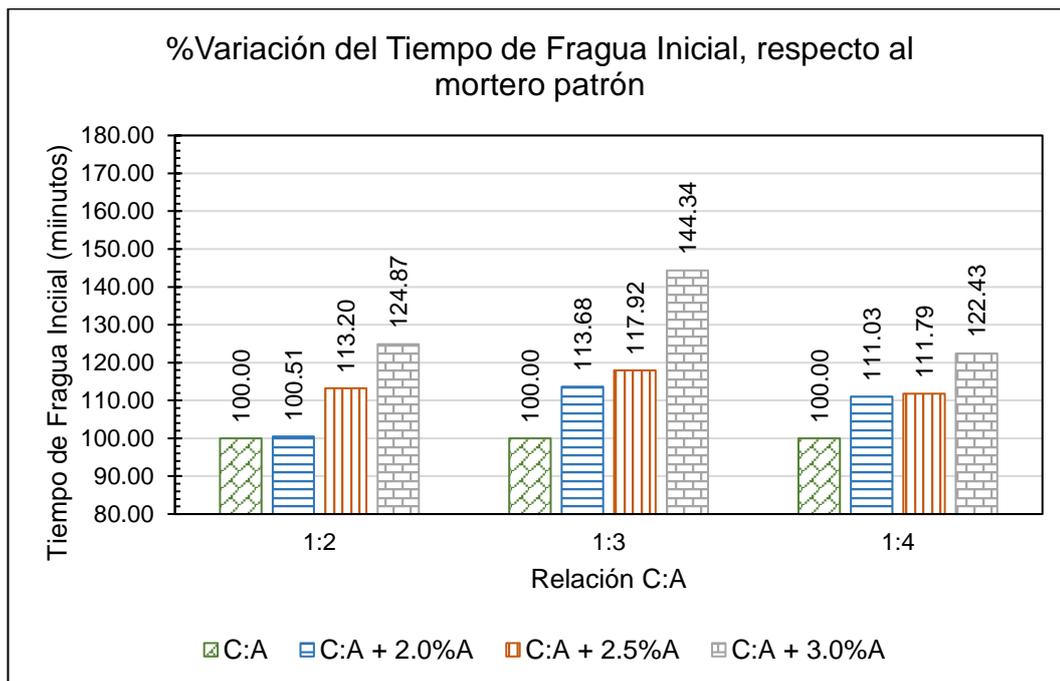


Figura N°9.7 Variación (%) del ensayo de TTI, respecto al patrón

Fuente: Elaboración propia

De la Figura N°9.8 se observa que la máxima variación de tiempo de fragua final se da para la relación de C:A de 1:2 + 3.0% aditivo en donde el valor del TTF representa el 135.02% del mortero patrón C:A de 1:2 y la variación mínima ocurre para una relación de C:A de 1:2 + 2.0% aditivo donde el valor del TTF representa el 101.81% del mortero patrón C:A de 1:2

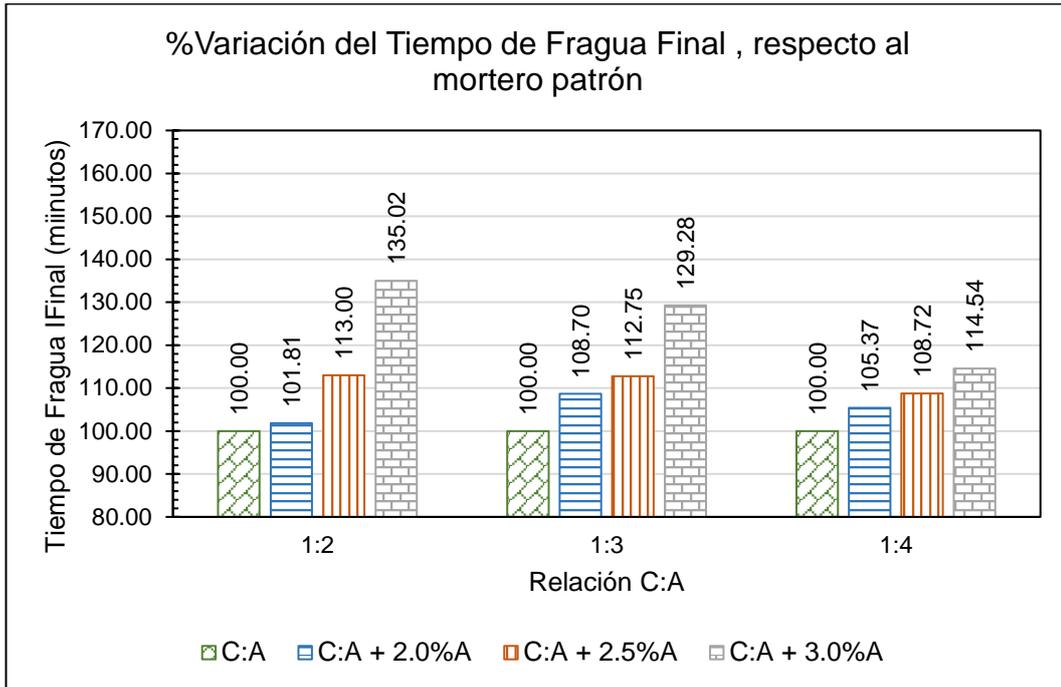


Figura N°9.8 Variación (%) del ensayo de TTF, respecto al patrón

Fuente: Elaboración propia

La Figura N°9.9 muestra los valores del TFI para cada porcentaje de aditivo y se observa que la mezcla con mayor cantidad de cemento presenta menores tiempos de fraguado inicial.

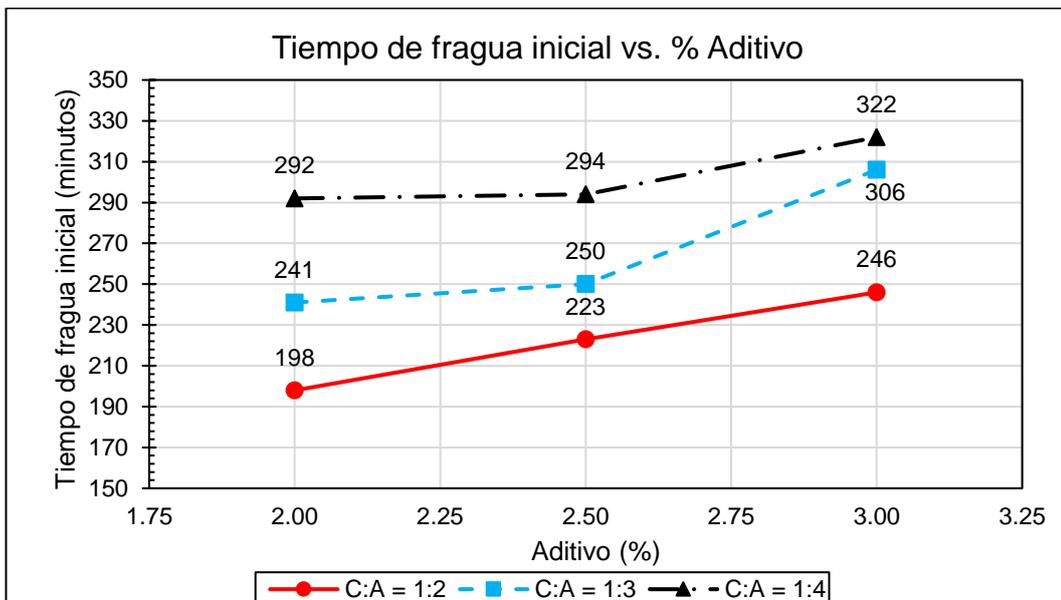


Figura N°9.9 Tiempo de fragua inicial vs. porcentaje de aditivo

Fuente: Elaboración propia

La Figura N°9.10 muestra los valores del TFF para cada porcentaje de aditivo y se observa que la mezcla con mayor cantidad de cemento presenta menores tiempos de fraguado final.

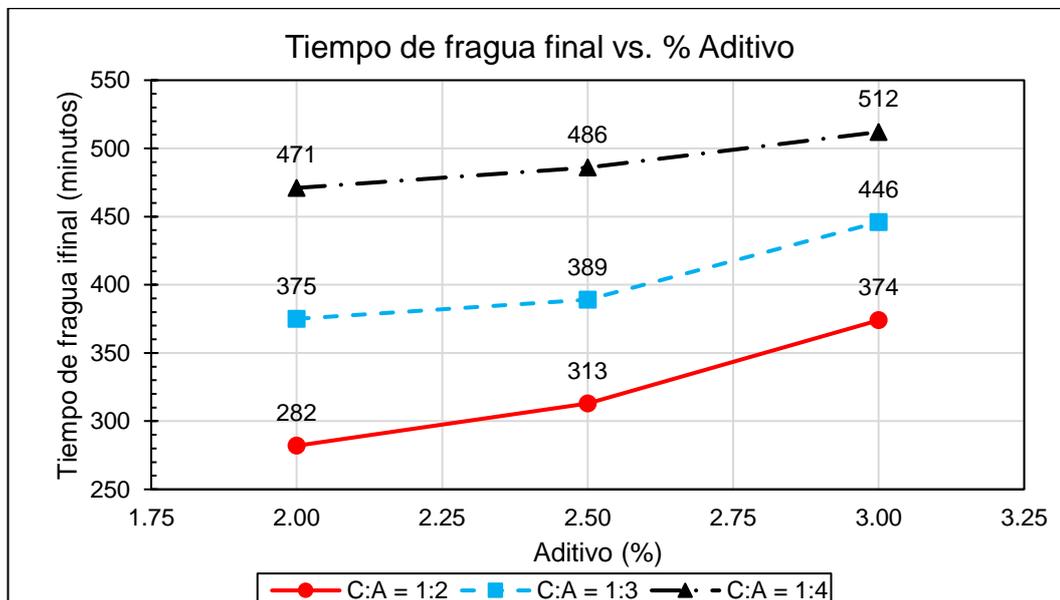


Figura N°9.10 Tiempo de fraguado final vs. porcentaje de aditivo

Fuente: Elaboración propia

9.5 ANÁLISIS Y RESULTADOS DEL MORTERO AL ESTADO ENDURECIDO

9.5.1 Ensayo de Absorción

Al dosificar el aditivo impermeabilizante Crystal Admix a la muestra patrón se observa que los especímenes presentan el comportamiento adecuado, reduciendo los valores del porcentaje de absorción.

Del Cuadro N°9.7 se observa que a los 7 días la absorción presenta un decremento en sus valores, la máxima variación se da para la relación de C:A de 1:2 + 3.0% aditivo en donde el valor de la absorción representa el 72.18% del mortero patrón C:A de 1:2 y la variación mínima ocurre para una relación de C:A de 1:4 + 2.0% aditivo donde el valor de la absorción representa el 89.9% del mortero patrón C:A de 1:4.

Cuadro N°9.7 Variación de la absorción a 7 días respecto al patrón

Muestra	Absorción a 7 días (%)	Variación (%)	Comentarios
1:2 Patrón	13.60	100.00	Valor Base
1:2 + 2.0%A	11.00	80.94	disminuye
1:2 + 2.5%A	10.24	75.29	disminuye
1:2 + 3.0%A	9.81	72.18	disminuye
1:3 Patrón	14.12	100.00	Valor Base
1:3 + 2.0%A	12.38	87.67	disminuye
1:3 + 2.5%A	11.78	83.44	disminuye
1:3 + 3.0%A	11.51	81.51	disminuye
1:4 Patrón	15.06	100.00	Valor Base
1:4 + 2.0%A	13.54	89.90	disminuye
1:4 + 2.5%A	13.45	89.35	disminuye
1:4 + 3.0%A	13.29	88.27	disminuye

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N°9.11 se presente la tendencia de variación de la absorción respecto al mortero patrón a los 7 días de realizada la muestra.

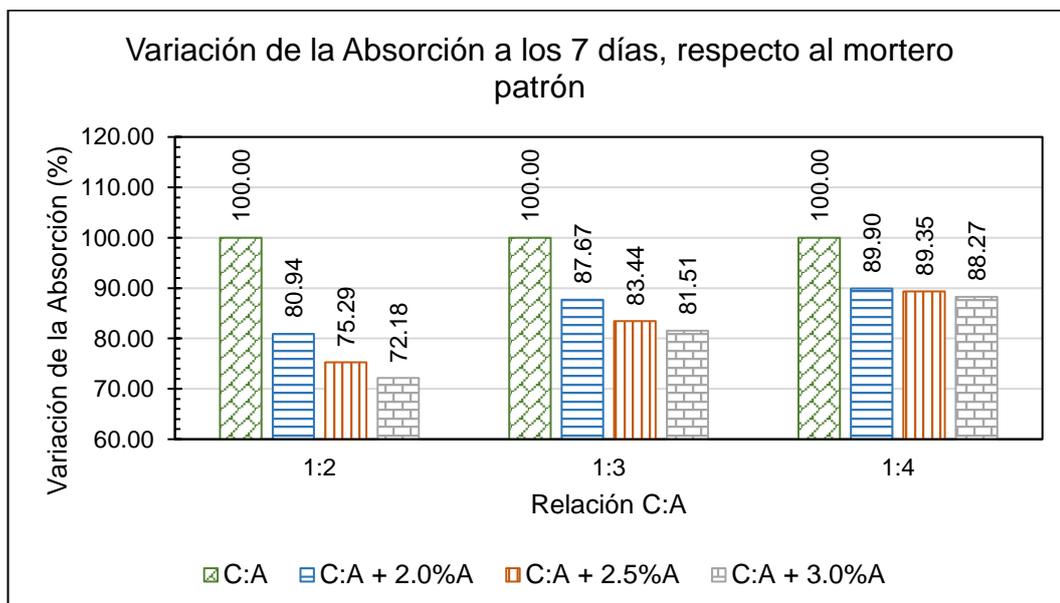


Figura N°9.11 Variación (%) de la absorción a 7 días respecto al patrón

Fuente: Elaboración propia

La Figura N°9.12 muestra los valores de absorción para cada porcentaje de aditivo a los 7 días y se observa que la absorción disminuye a medida que aumenta progresivamente el porcentaje de aditivo desde 2.0% hasta 3.0% de Crystal Admix.

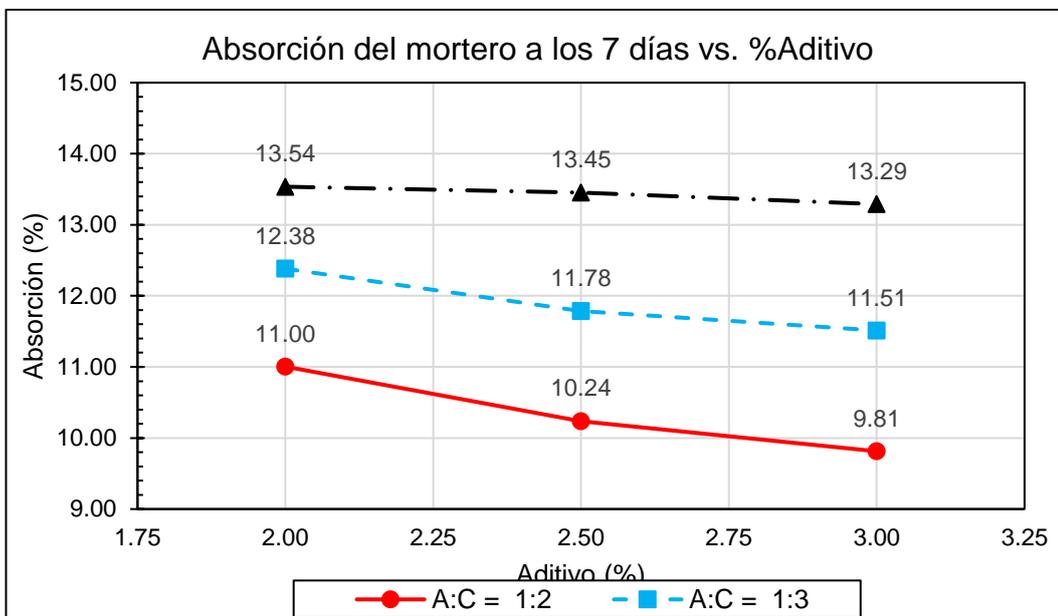


Figura N°9.12 Absorción a los 7 días vs. porcentaje de aditivo

Fuente: Elaboración propia

Del Cuadro N°9.8, se observa que a los 28 días la absorción presenta un decremento en sus valores, la máxima variación se da para la relación de C:A de 1:2 + 2.5% aditivo en donde el valor de la absorción representa el 84.75% del mortero patrón C:A de 1:2 y la variación mínima ocurre para una relación de C:A de 1:3 + 2.0% aditivo donde el valor de la absorción representa el 98.08% del mortero patrón C:A de 1:3.

Cuadro N°9.8 Variación de la absorción a 28 días respecto al patrón

Muestra	Absorción a 28 días (%)	Variación (%)	Comentarios
1:2 Patrón	11.12	100.00	Valor Base
1:2 + 2.0%A	9.46	85.07	disminuye
1:2 + 2.5%A	9.42	84.75	disminuye
1:2 + 3.0%A	9.69	87.18	disminuye
1:3 Patrón	12.48	100.00	Valor Base

1:3 + 2.0%A	12.24	98.08	disminuye
1:3 + 2.5%A	10.96	87.80	disminuye
1:3 + 3.0%A	11.51	92.22	disminuye
1:4 Patrón	14.53	100.00	Valor Base
1:4 + 2.0%A	13.53	93.08	disminuye
1:4 + 2.5%A	13.31	91.60	disminuye
1:4 + 3.0%A	13.33	91.72	disminuye

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N°9.13 se presente la tendencia de variación de la absorción respecto al mortero patrón a los 28 días de realizada la muestra.

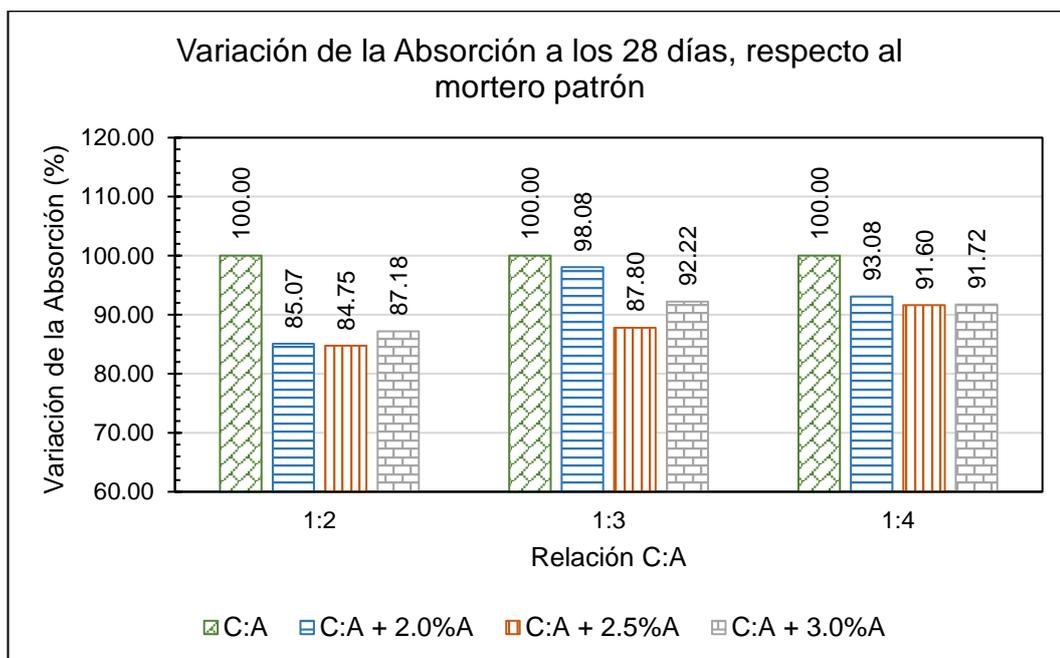


Figura N°9.13 Variación (%) de la absorción a 28 días respecto al patrón

Fuente: Elaboración propia

De la Figura N°9.14 se observa que, a la edad de 28 días, se presenta una mayor reducción en la absorción cuando se adiciona de 2.0% a 2.5% de aditivo, en comparación cuando se adiciona 3.0% de aditivo.

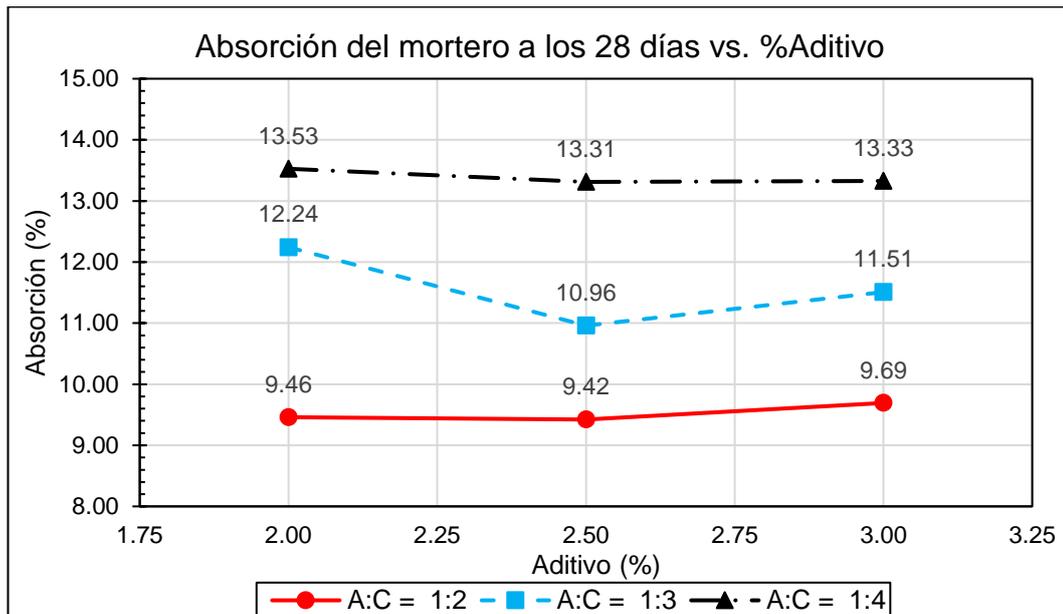


Figura N°9.14 Absorción a los 28 días vs. Porcentaje de aditivo

Fuente: Elaboración propia

Del Cuadro N°9.9, se observa que a los 60 días la absorción presenta un decremento en sus valores, la máxima variación se da para la relación de C:A de 1:3 + 2.5% aditivo en donde el valor de la absorción representa el 71.74% del mortero patrón C:A de 1:3 y la variación mínima ocurre para una relación de C:A de 1:3 + 2.0% aditivo donde el valor de la absorción representa el 96.96% del mortero patrón C:A de 1:3.

Cuadro N°9.9 Variación de la absorción a 60 días respecto al patrón

Muestra	Absorción a 60 días (%)	Variación (%)	Comentarios
1:2 Patrón	10.59	100.00	Valor Base
1:2 + 2.0%A	9.45	89.19	disminuye
1:2 + 2.5%A	7.80	73.64	disminuye
1:2 + 3.0%A	9.22	87.00	disminuye
1:3 Patrón	11.92	100.00	Valor Base
1:3 + 2.0%A	11.56	96.96	disminuye
1:3 + 2.5%A	8.55	71.74	disminuye
1:3 + 3.0%A	11.14	93.41	disminuye
1:4 Patrón	14.45	100.00	Valor Base

1:4 + 2.0%A	12.80	88.57	disminuye
1:4 + 2.5%A	10.97	75.91	disminuye
1:4 + 3.0%A	12.32	85.26	disminuye

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N°9.15 se presenta la tendencia de variación de la absorción respecto al mortero patrón a los 60 días de realizada la muestra.

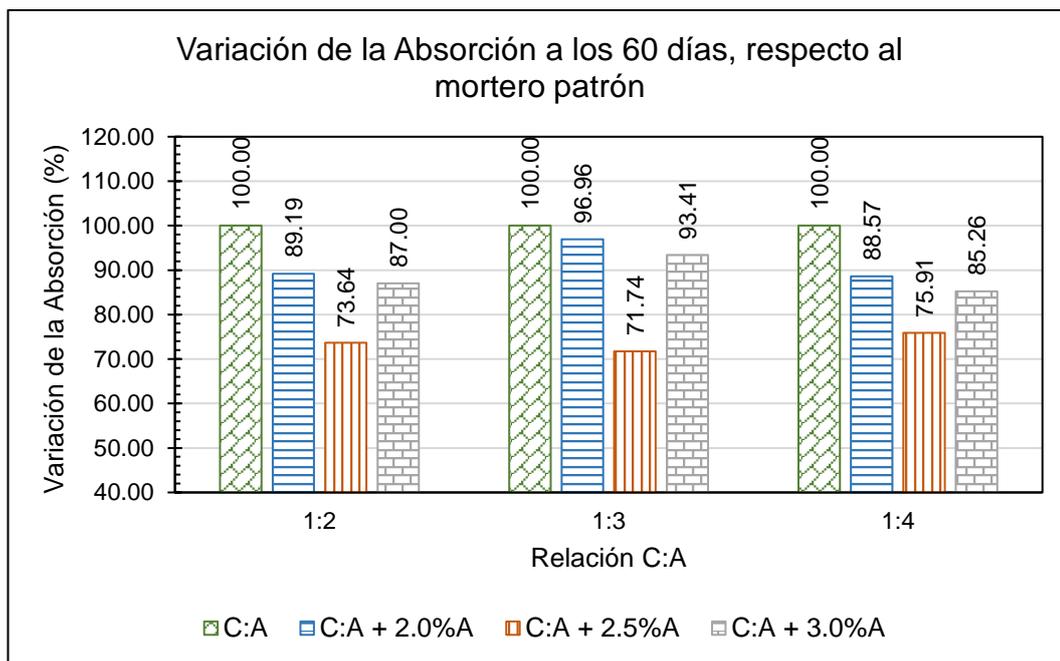


Figura N°9.15 Variación (%) de la absorción a 60 días respecto al patrón

Fuente: Elaboración propia

La Figura N°9.16 muestra los valores de absorción para cada porcentaje de aditivo a los 60 días, y se considera como punto óptimo de aditivo a la dosificación de 2.5% de Crystal Admix en peso de cemento.

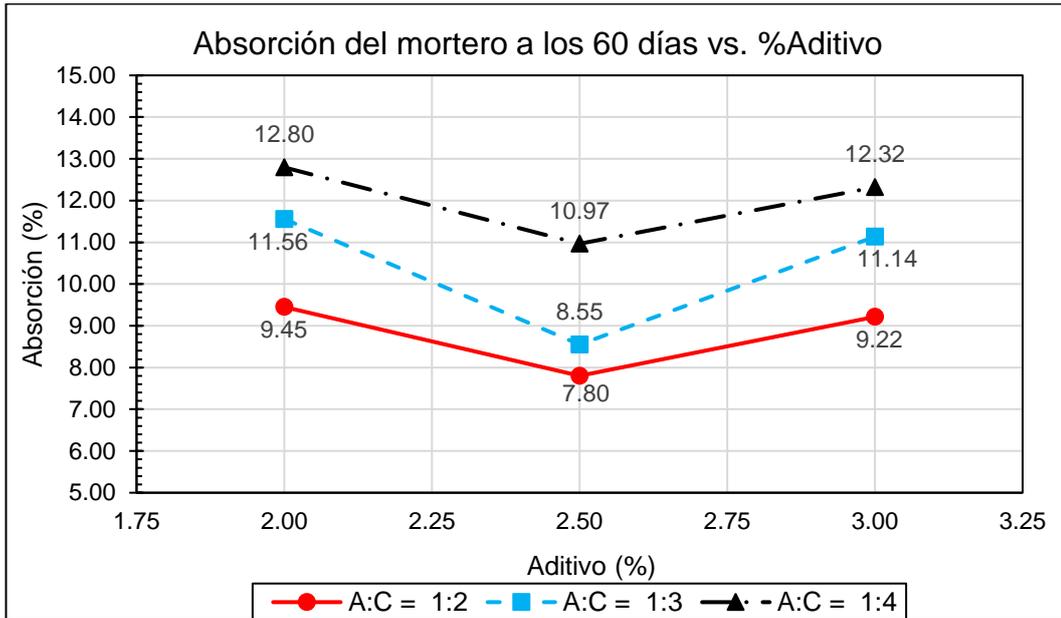


Figura N°9.16 Absorción a los 60 días vs. porcentaje de aditivo

Fuente: Elaboración propia

De las Figuras N°9.12 y N°9.14 y N°9.16 mostrados anteriormente se concluye que la mezcla con menor cantidad de cemento presenta mayores porcentajes de absorción.

De todos los datos obtenidos se observa una disminución en la absorción de agua en el mortero debido a que el aditivo impermeabilizante en estudio, al formar cristales dentro de la matriz del mortero, llena los poros y capilares, impidiendo que el agua penetre fácilmente en la estructura del mortero.

9.5.2 Ensayo de Resistencia a la Compresión

Del Cuadro N°9.10 se observa que la resistencia a la compresión a los 7 días de curado del mortero con aditivo presenta aumentos en comparación al mortero patrón, la máxima variación se da para la relación de C:A de 1:4 + 3.0% aditivo en donde el valor de la compresión representa el 127.32% del mortero patrón C:A de 1:4 y la variación mínima ocurre para una relación de C:A de 1:2 + 2.5% aditivo donde el valor de la compresión representa el 101.47% del mortero patrón C:A de 1:2.

Cuadro N°9.10 Variación de la resistencia a la compresión a 7 días respecto al patrón

Muestra	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Variación (%)	Comentarios
1:2 Patrón	368.63	100.00	Valor Base
1:2 + 2.0%A	417.48	113.25	aumenta
1:2 + 2.5%A	374.06	101.47	aumenta
1:2 + 3.0%A	396.41	107.54	aumenta
1:3 Patrón	214.88	100.00	Valor Base
1:3 + 2.0%A	268.27	124.84	aumenta
1:3 + 2.5%A	233.10	108.48	aumenta
1:3 + 3.0%A	250.17	116.42	aumenta
1:4 Patrón	130.67	100.00	Valor Base
1:4 + 2.0%A	158.89	121.60	aumenta
1:4 + 2.5%A	137.45	105.19	aumenta
1:4 + 3.0%A	166.36	127.32	aumenta

Fuente: Elaboración propia

De la Figura N°9.17 muestra la tendencia de variación de la resistencia a la compresión a los 7 días de realizada la muestra

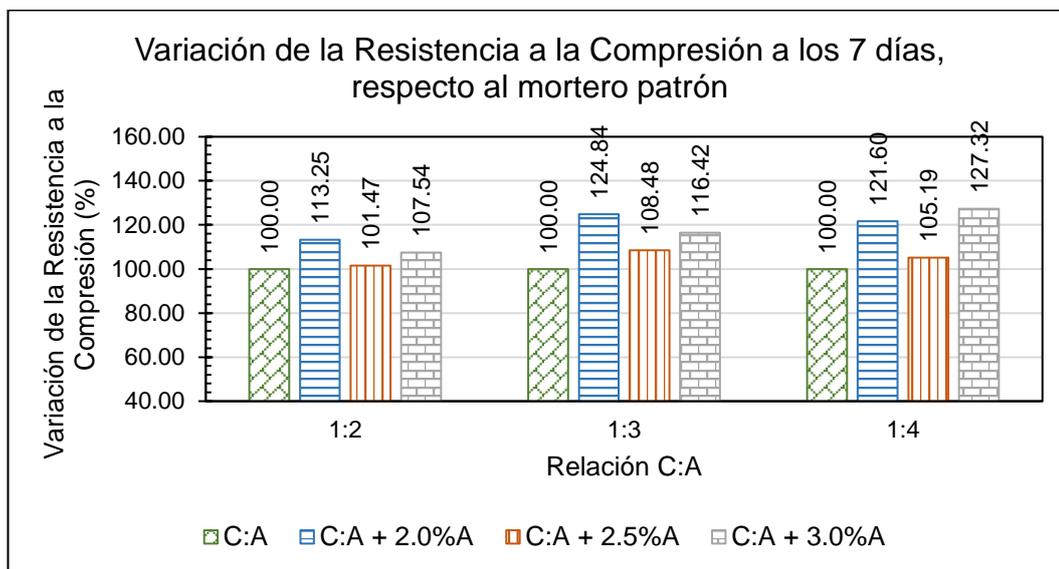


Figura N°9.17 Variación (%) de la resistencia a la compresión a 7 días respecto al patrón

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N°9.18 se observa que la resistencia a la compresión es mayor cuando se adiciona 2% de Crystal Admix, en peso de cemento para la relación de C:A de 1:2 y 1:3 , y 3.0% para la relación de C:A de 1:4

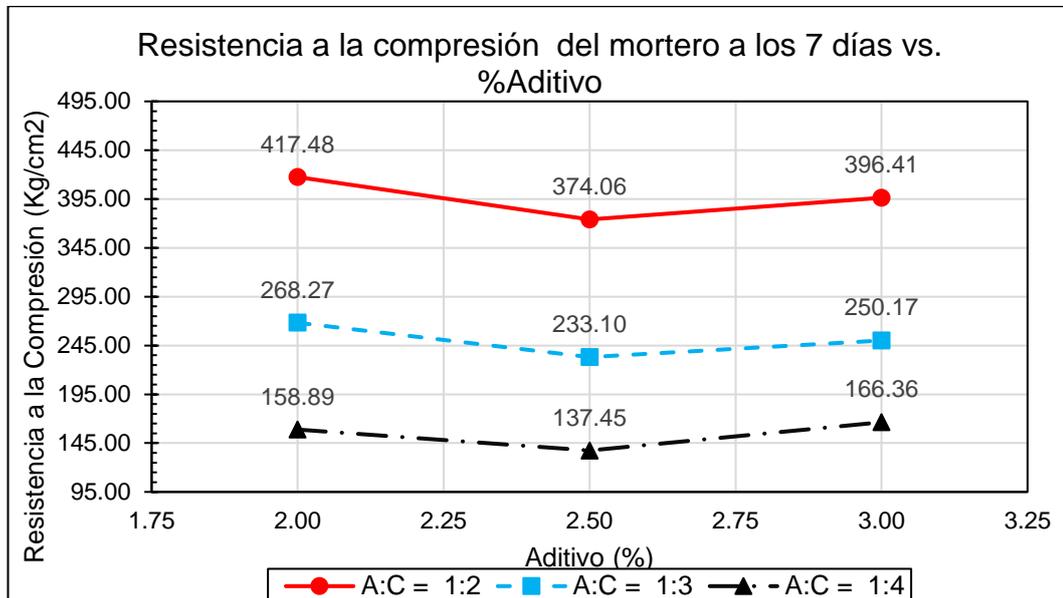


Figura N°9.18 Resistencia a la compresión a los 7 días vs. porcentaje de aditivo

Fuente: Elaboración propia

El Cuadro N°9.11 muestra que, a los 28 días, las muestras con aditivo presentan una tendencia creciente en resistencia a la compresión en comparación con el mortero patrón. La mayor mejora se observa en la relación de C:A de 1:3 + 2.5% de aditivo, donde la resistencia a la compresión representa el 134.59% del mortero patrón C:A de 1:3. La menor variación se registra en la relación de C:A de 1:2 + 3.0% de aditivo, con una resistencia que representa el 101.47% del mortero patrón C:A de 1:2

Cuadro N°9.11 Variación de la resistencia a la compresión a 28 días respecto al patrón

Muestra	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Variación (%)	Comentarios
1:2 Patrón	427.65	100.00	Valor Base
1:2 + 2.0%A	446.33	104.37	aumenta
1:2 + 2.5%A	453.82	106.12	aumenta
1:2 + 3.0%A	433.92	101.47	aumenta
1:3 Patrón	256.98	100.00	Valor Base

1:3 + 2.0%A	291.55	113.45	aumenta
1:3 + 2.5%A	345.85	134.59	aumenta
1:3 + 3.0%A	293.18	114.09	aumenta
1:4 Patrón	152.74	100.00	Valor Base
1:4 + 2.0%A	178.23	116.69	aumenta
1:4 + 2.5%A	196.08	128.37	aumenta
1:4 + 3.0%A	193.77	126.86	aumenta

Fuente: Elaboración propia

De la Figura N°9.19 muestra la tendencia de variación de la resistencia a la compresión a los 28 días de realizada la muestra.

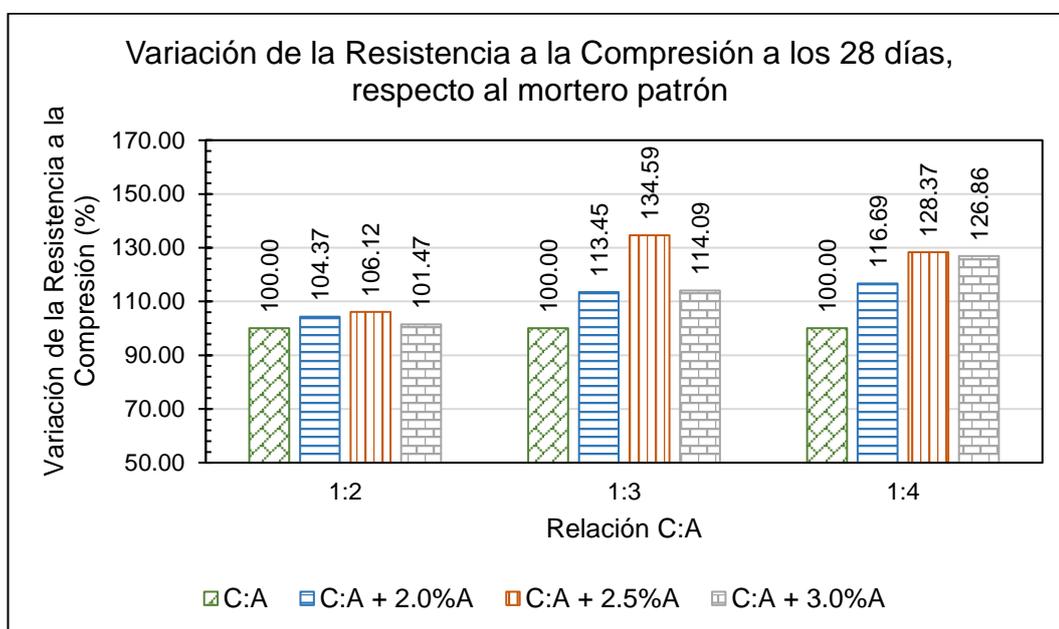


Figura N°9.19 Variación (%) de la resistencia a la compresión a 28 días respecto al patrón

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N°9.20 se muestran los valores de las resistencias a las compresión a los 28 días cuando se adiciona los tres porcentajes de aditivo 2.0%, 2.5% y 3.0%, y se observa que la resistencia a la compresión es mayor cuando se adiciona 2.5% de Crystal Admix en peso de cemento para las 3 relaciones de C:A.

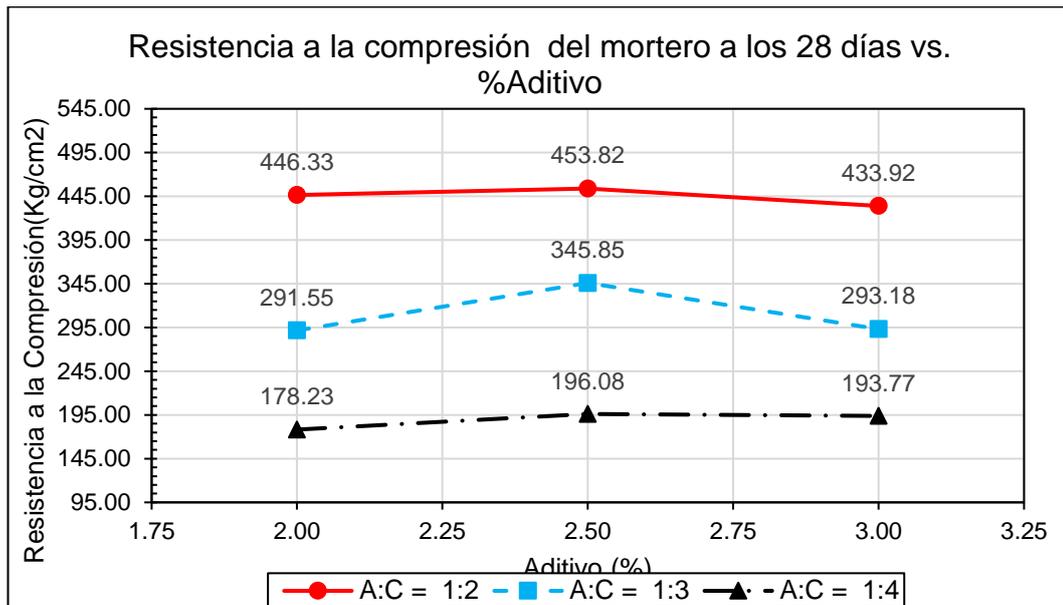


Figura N°9.20 Resistencia a la compresión a los 28 días vs. porcentaje de aditivo

Fuente: Elaboración propia

Los datos indican que la resistencia a la compresión del mortero aumenta de manera notable con la adición del aditivo; esta tendencia es consistente a través de las diferentes relaciones de C:A ensayadas.

Una interpretación es que este aumento en la resistencia se debe a la mejora en la micro estructura del mortero. El aditivo promueve una hidratación más completa del cemento y una distribución más uniforme de los productos, como el gel de C-S-H, lo que refuerza la matriz del mortero. Además, la reducción de poros y microfisuras aumenta la densidad y cohesión del mortero, contribuyendo a su mayor resistencia.

9.5.3 Ensayo de Resistencia a la Tracción

Del Cuadro N°9.12 se observa que el mortero con aditivo presenta un aumento de su resistencia a la tracción a los 28 días en comparación con el mortero patrón, la máxima variación se da para la relación de C:A de 1:4 + 2.5% aditivo en donde el valor de la tracción representa el 239.19% del mortero patrón C:A de 1:4 y la variación mínima ocurre para una relación de C:A de 1:2 + 2.0% aditivo donde el valor de la tracción representa el 154.47% del mortero patrón C:A de 1:2.

Cuadro N°9.12 Variación de la resistencia a la tracción a 28 días respecto al patrón

Muestra	Resistencia a la tracción (kg/cm ²)	Variación (%)	Comentarios
1:2 Patrón	18.84	100.00	Valor Base
1:2 + 2.0%A	29.11	154.47	aumenta
1:2 + 2.5%A	41.13	218.27	aumenta
1:2 + 3.0%A	37.37	198.35	aumenta
1:3 Patrón	16.11	100.00	Valor Base
1:3 + 2.0%A	27.75	172.23	aumenta
1:3 + 2.5%A	33.77	209.56	aumenta
1:3 + 3.0%A	27.83	172.69	aumenta
1:4 Patrón	12.34	100.00	Valor Base
1:4 + 2.0%A	19.44	157.53	aumenta
1:4 + 2.5%A	29.52	239.19	aumenta
1:4 + 3.0%A	22.20	179.87	aumenta

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N°9.21 se presente la tendencia de variación de la resistencia a la tracción respecto al mortero patrón a los 28 días de realizada la muestra.

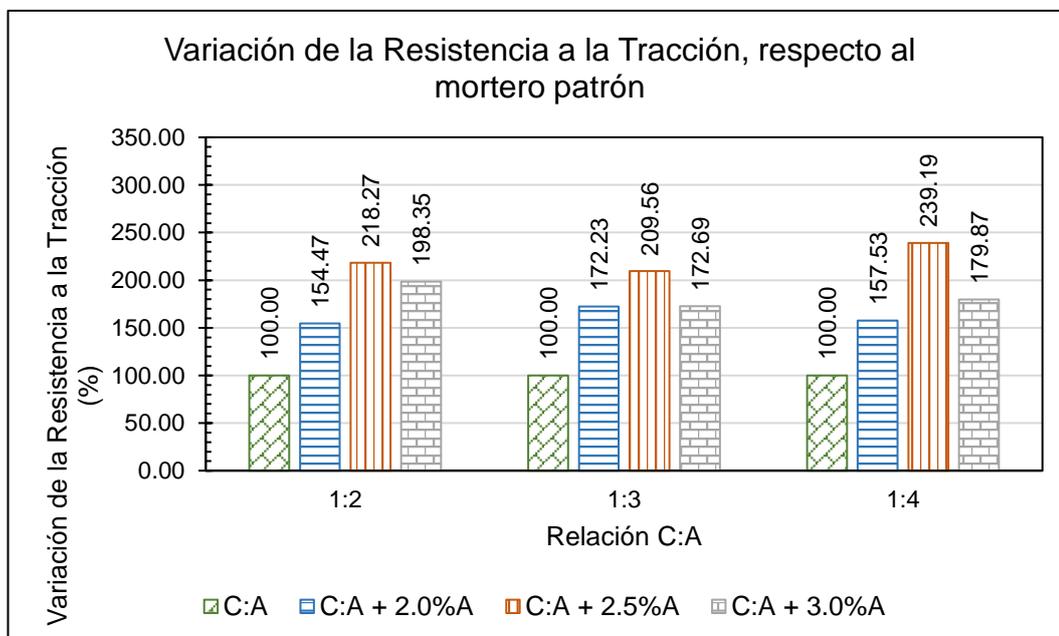


Figura N°9.21 Variación (%) de la resistencia a la tracción a 28 días respecto al patrón

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N°9.22 se observa que a la edad de 28 días, la resistencia a la tracción es mayor cuando se adiciona 2.5% de aditivo Crystal Admix para las 3 relaciones de C:A

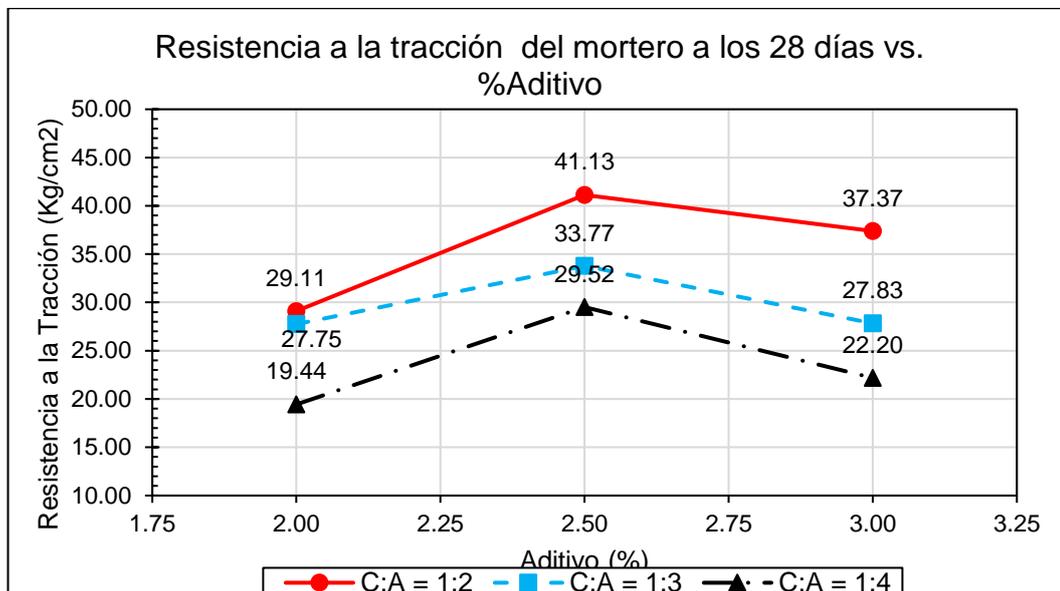


Figura N°9.22 Resistencia a la tracción a los 28 días vs. porcentaje de aditivo

Fuente: Elaboración propia

La resistencia a la tracción tanto del mortero sin aditivo como del mortero con aditivo es generalmente baja, ya que estos materiales están diseñados principalmente para resistir fuerzas de compresión. Sin embargo, con el uso del aditivo se presenta un aumento en esta propiedad, debido a que el aditivo impermeabilizante, al reducir la porosidad y formar una matriz estructural más densa, mejora la adherencia de los materiales dentro del mortero. Esto fortalece la unión entre ellos y contribuye a una estructura más resistente.

9.5.4 Ensayo de Retracción

Del Cuadro N°9.13 se observa que el mortero con aditivo presenta una retracción menor en comparación al mortero patrón, es decir que al adicionar aditivo a la mezcla disminuye la contracción; la máxima variación se da para la relación de C:A de 1:4 + 3.0% aditivo en donde el valor de la tracción representa el 68.9% del mortero patrón C:A de 1:4 y la variación mínima ocurre para una relación de C:A de 1:2 + 2.0% aditivo donde el valor de la compresión representa el 99.6% del mortero patrón C:A de 1:2.

Cuadro N°9.13 Variación de la retracción a 28 días respecto al patrón

Muestra	Retracción (%) a 28 días	Variación (%)	Comentarios
1:2 Patrón	0,0245	100,00	Valor Base
1:2 + 2.0%A	0,0244	99,56	disminuye
1:2 + 2.5%A	0,0213	87,07	disminuye
1:2 + 3.0%A	0,0177	72,24	disminuye
1:3 Patrón	0,0205	100,00	Valor Base
1:3 + 2.0%A	0,0162	79,06	disminuye
1:3 + 2.5%A	0,0160	78,08	disminuye
1:3 + 3.0%A	0,0158	76,79	disminuye
1:4 Patrón	0,0143	100,00	Valor Base
1:4 + 2.0%A	0,0123	86,45	disminuye
1:4 + 2.5%A	0,0109	76,64	disminuye
1:4 + 3.0%A	0,0098	68,90	disminuye

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N°9.23 se presente la tendencia de variación de la retracción respecto al mortero patrón a los 60 días de realizada la muestra.

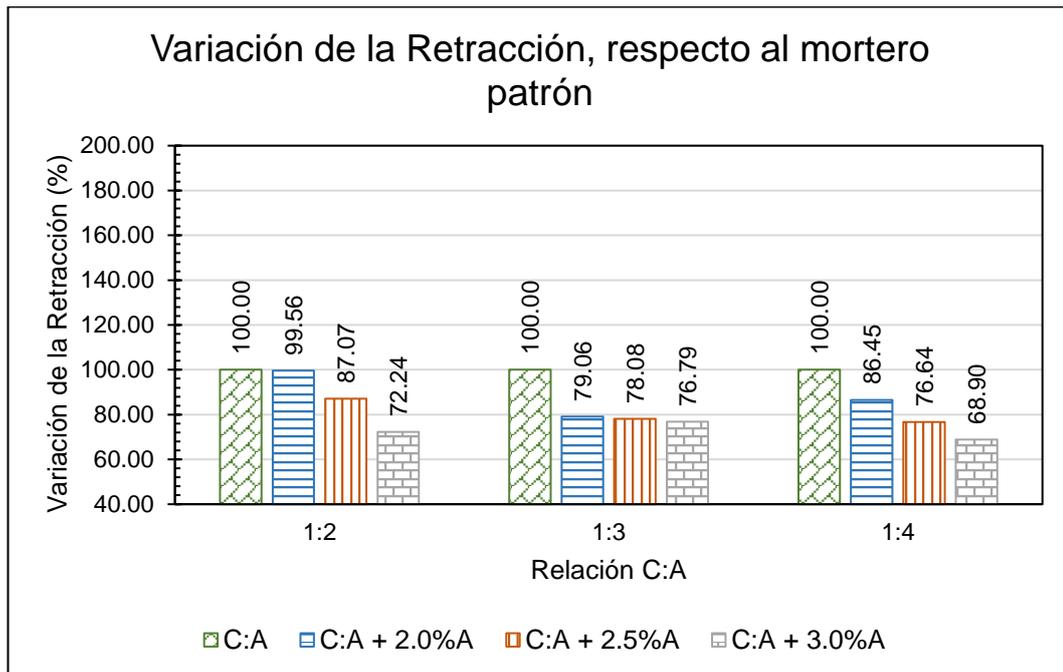


Figura N°9.23 Variación (%) de la retracción a 28 días respecto al patrón

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N°9.24 se presenta los valores de retracción del mortero para cada porcentaje de aditivo y se observa que a la edad de 28, la retracción es mayor cuando se adiciona 2.0% de aditivo Crystal Admix para las 3 relaciones de C:A, también se observa que las mezclas con mayor cantidad de cemento, presentaron mayor retracción según los ensayos de laboratorio.

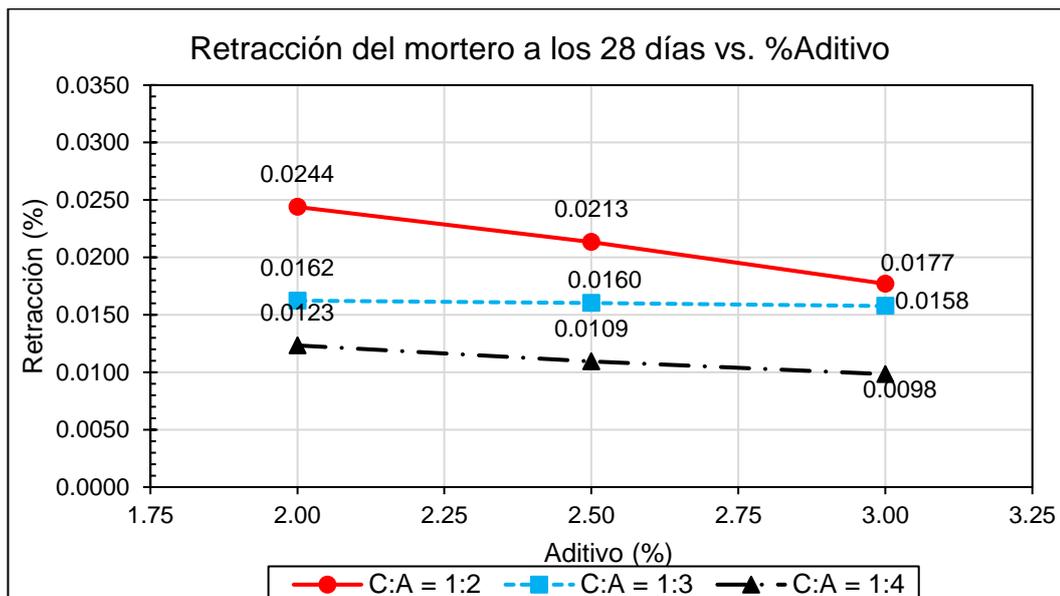


Figura N°9.24 Retracción a los 28 días vs. Porcentaje de aditivo

Fuente: Elaboración propia

Los datos indican que la retracción del mortero disminuye de manera notable con la adición del aditivo; esta tendencia es consistente a través de las diferentes relaciones de C:A ensayadas. Estos aditivos la mejorar la cohesión interna del mortero y la adhesión entre la matriz del cemento y agregado contribuye a una estructura más resistente a tensiones internas que provocan la retracción.

CONCLUSIONES

Se cumplieron los objetivos generales y específicos propuestos en esta investigación. Además, se demostró de forma satisfactoria la hipótesis planteada, evidenciando que Crystal Admix reduce la absorción del mortero hasta un 16.75% sin comprometer las propiedades mecánicas del material, validando así la efectividad del aditivo en aplicaciones prácticas.

Las conclusiones que se citan a continuación se basan en el análisis de los resultados de los ensayos realizados.

La incorporación de aditivos impermeabilizantes en mortero de revestimiento proporciona ventajas clave en ambientes de alta humedad como Lima. Estos aditivos disminuyen la porosidad y la absorción de agua, previniendo problemas como el deterioro por humedad, moho y hongos. Al sellar los poros, mejoran la durabilidad del revestimiento, manteniendo su integridad estética y funcional. Esto resulta en mayor resistencia a condiciones adversas, prolongando la vida útil del revestimiento y reduciendo la necesidad de mantenimiento.

Al realizar el procedimiento de lavado de arena fina, disminuyó el porcentaje de cloruros, sulfatos y sales totales, representando valores de 60.01%, 9.46% y 27.86% de las muestras iniciales.

La adición de Crystal Admix varió moderadamente las propiedades del estado fresco del mortero de revestimiento:

- Fluidez: No varió significativamente, se mantuvo en el rango 110+/-5%
- Peso Unitario: No varió significativamente
- Exudación: Aumentó moderadamente
- Tiempo de Fraguado: Aumentó moderadamente

La absorción promedio de los diseños con aditivo impermeabilizante Crystal Admix a los 60 días son 8.82%, 10.42% y 12.03% para las relaciones de C:A de 1:2, 1:3 y 1:4 respectivamente. Esto representa una reducción de 16.72%, 12.63% y 16.75% en promedio en comparación con el mortero patrón para las mismas relaciones especificadas y se debe a que la formación de cristales obstruye los poros impidiendo la penetración fácil del agua en el mortero.

La resistencia a la compresión promedio de los diseños con aditivo impermeabilizante Crystal Admix a los 28 días son 444.69 kg/cm², 310.19 kg/cm² y 189.36 kg/cm² para las relaciones de C:A de 1:2, 1:3 y 1:4 respectivamente. Esto representa un aumento 3.98%, 20.71% y 23.97% en promedio en comparación con el mortero patrón para las mismas relaciones especificadas y se debe a que Crystal Admix reduce la porosidad del mortero y mejora la cohesión de la mezcla.

La resistencia a la tracción promedio de los diseños con aditivo impermeabilizante Crystal Admix a los 28 días son 35.87 kg/cm², 29.78 kg/cm² y 23.10 kg/cm² para las relaciones de C:A de 1:2, 1:3 y 1:4 respectivamente. Esto representa un aumento de 90.36%, 84.83% y 92.20% en promedio en comparación con el mortero patrón para las mismas relaciones especificadas.

La retracción promedio de los diseños con aditivo impermeabilizante Crystal Admix a los 28 días son 0.0211%, 0.0160% y 0.0110% para las relaciones de C:A de 1:2, 1:3 y 1:4 respectivamente. Esto representa una reducción de 13.71%, 22.03% y 22.67% en promedio en comparación con el mortero patrón para las mismas relaciones especificadas.

En resumen, se puede indicar que con el uso de cualquier porcentaje (%) de aditivo impermeabilizante Crystal Admix se obtienen mejores valores de las propiedades de absorción, resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y retracción.

Los estudios comparativos muestran que el aditivo Crystal Admix, en contraste con el estudiado por Zorrilla (1997), produce efectos distintos en las propiedades del mortero. Zorrilla observó un aumento de la absorción y una reducción en la compresión bajo las condiciones de su estudio. En cambio, Crystal Admix redujo la absorción y aumentó la compresión. No obstante, las absorciones con Crystal Admix siguen siendo mayores que las reportadas por Zorrilla. Estos resultados subrayan la importancia de seguir investigando y eligiendo aditivos según las necesidades.

RECOMENDACIONES

A continuación, se presentan recomendaciones basadas en los hallazgos de esta investigación, con el objetivo de mejorar la aplicación y efectividad del aditivo impermeabilizante Crystal Admix en mortero de revestimiento.

Al realizar el ensayo de tiempo de fragua se recomienda controlar rigurosamente las condiciones ambientales, incluyendo temperatura y humedad relativa, durante la realización del ensayo de tiempo de fraguado. Estos factores tienen un impacto significativo en los resultados del ensayo, y su adecuada regulación es esencial para obtener mediciones precisas y consistentes.

Se recomienda usar una dosificación de 2.5% de aditivo impermeabilizante Crystal Admix ya que se obtienen menores porcentajes de absorción del mortero y a su vez mejora otras propiedades mecánicas del mortero como compresión y tracción de acuerdo a las condiciones de este estudio.

Se recomienda utilizar el aditivo Crystal Admix en estructuras que están expuestas a la humedad ya sea en estructuras que funcionan como almacén de agua o en el caso de viviendas localizadas en zonas cercanas al mar donde el porcentaje de humedad es alto, ya que se demuestra experimentalmente que el aditivo cristal Admix tiene buenos resultados al colocarlo en el mortero.

Para una visión más completa de cómo el aditivo Crystal Admix afecta la permeabilidad en diferentes mezclas, se recomienda realizar estudios comparativos con otras marcas de cemento. Esto permitirá evaluar la influencia del aditivo en una variedad de mezclas y optimizar su uso en diferentes aplicaciones.

Se recomienda realizar estudios adicionales para evaluar la adherencia del mortero con aditivo Crystal Admix a estructuras de concreto o mampostería. Aunque en esta tesis se priorizó el análisis de la absorción debido a la naturaleza del aditivo y su impacto en la impermeabilidad, una evaluación de la adherencia proporcionaría una visión más completa sobre la interacción del mortero con diferentes sustratos

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aite, A. (2017). *Estudio de las propiedades del concreto con aditivo reductor de permeabilidad y cemento Portland Tipo V* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional UNI. <https://cybertesis.uni.edu.pe/handle/20.500.14076/15703>
- American Concrete Institute. (2010). *ACI 212.3R-10: Report on chemical admixtures for concrete*. Farmington Hills, MI: American Concrete Institute.
- Asociación Nacional de Fabricantes de Mortero. (2006). *Morteros de revestimiento* (1ra ed.). Madrid, España.
- ASTM International. (2007). *ASTM C232: Standard test method for bleeding of concrete*. West Conshohocken, PA: ASTM International.
- ASTM International. (2014). *ASTM D638: Standard test method for tensile properties of plastics*. West Conshohocken, PA: ASTM International.
- ASTM International. (2017). *ASTM C157/C157M: Standard test method for length change of hardened hydraulic-cement mortar and concrete*. West Conshohocken, PA: ASTM International.
- ASTM International. (2017). *ASTM C494/C494M: Standard specification for chemical admixtures for concrete*. West Conshohocken, PA: ASTM International.
- Crystal Admix. (s. f.). *Ficha técnica del Crystal Admix* [Ficha técnica].
- Crystal Admix. (2019). *Ficha de seguridad del producto Crystal Admix* [Ficha de seguridad].
- Caldas, E. (2022). *Análisis comparativo del mortero de revestimiento utilizando aditivo acelerador de fragua* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional UNI. <https://cybertesis.uni.edu.pe/handle/20.500.14076/22084>
- Cárdenas, M. (1999). *Mortero de revestimiento de baja permeabilidad utilizando aditivo retardador de fraguado, entrampador de aire y plastificante* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería].

- Contreras, O. (2016). *Comparación de metodologías en la aplicación de materiales flexibles y aditivos en morteros para impermeabilizar losas y muros* [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala].
- Gratwick, R. T. (1971). *Humedad en la construcción*. Barcelona, España: Técnicos Asociados.
- Hermida, G. (2014). *Concreto impermeable*. Medellín, Colombia: Sika.
- Instituto Nacional de Calidad. (2018). *Cementos. Método de ensayo para determinar la densidad del cemento Portland (NTP 334.005)* (4ta ed.). INACAL.
<https://salalecturavirtual.inacal.gob.pe:8098/detalle.aspx?id=28288&idtv=7159>
- Instituto Nacional de Calidad. (2019). *Cementos. Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento Portland (NTP 334.057)* (4ta ed.). INACAL.
<https://salalecturavirtual.inacal.gob.pe:8098/detalle.aspx?id=31447&idtv=7940>
- Instituto Nacional de Calidad. (2019). *Cementos. Determinación del tiempo de fraguado del cemento hidráulico con aguja de Vicat (NTP 334.006)* (4ta ed.). INACAL.
<https://salalecturavirtual.inacal.gob.pe:8098/detalle.aspx?id=31644&idtv=8111>
- Instituto Nacional de Calidad. (2020). *Agregados. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados (NTP 400.017)* (4ta ed.). INACAL.
<https://salalecturavirtual.inacal.gob.pe:8098/detalle.aspx?id=31763&idtv=8200>
- Instituto Nacional de Calidad. (2020). *Agregados. Determinación de materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 µm (No. 200) por lavado en agregados. Método de ensayo (NTP 400.018)* (4ta ed.). INACAL.
<https://salalecturavirtual.inacal.gob.pe:8098/detalle.aspx?id=32570&idtv=8708>

- Instituto Nacional de Calidad. (2021). *Agregados. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo (NTP 400.022) (4ta ed.)*. INACAL.
<https://salalecturavirtual.inacal.gob.pe:8098/detalle.aspx?id=33405&idtv=9223>
- Instituto Nacional de Calidad. (2021). *Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso. Método de ensayo (NTP 400.012) (4ta ed.)*. INACAL.
<https://salalecturavirtual.inacal.gob.pe:8098/detalle.aspx?id=33404&idtv=9222>
- Instituto Nacional de Calidad. (2022). *Cementos. Determinación de la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado. Método de ensayo (NTP 334.051) (7ma ed.)*. INACAL.
<https://salalecturavirtual.inacal.gob.pe:8098/detalle.aspx?id=34697&idtv=9466>
- Instituto Nacional de Calidad. (2023). *Cementos. Procedimiento para la obtención de pastas y morteros de consistencia plástica por mezcla mecánica (NTP 334.003) (5ta ed.)*. INACAL.
<https://salalecturavirtual.inacal.gob.pe:8098/detalle.aspx?id=37302&idtv=10463>
- Laboratorio de Ensayos de Materiales-FIC-UNI. (n. d.). *Tecnología del concreto para residentes, supervisores y proyectistas*.
- López, J. (2004). *Porosidad del concreto* [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala].
- Mercado, R. (1998). *Comportamiento del mortero con aditivo expansivo para resane* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional UNI.
<https://cybertesis.uni.edu.pe/handle/20.500.14076/19226>
- Mehta, K., & Monteiro, P. (1998). *Estructura, propiedades y materiales*.
- Muñoz, M. (2004). *Patologías en la edificación de viviendas sociales, especialmente con la humedad I* [Tesis de pregrado, Universidad Austral de Chile].

- Neville, A. (2013). *Tecnología del concreto* (1ra ed.). México: Pearson.
- Tacusi, M. (2016). *Estudio de concreto con aditivo impermeabilizante y cemento Portland Tipo I* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional UNI.
<https://cybertesis.uni.edu.pe/handle/20.500.14076/5544>
- Zorrilla, R. (1997). *Estudio del mortero de revestimiento utilizando aditivo impermeabilizante y cemento tipo I* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional UNI.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia.....	124
Anexo 2: Propiedades Físicas de los Agregados.....	125
Anexo 3: Propiedades al Estado Fresco del Mortero.....	129
Anexo 4: Propiedades al Estado Endurecido.....	158
Anexo 5: Panel Fotográfico.....	198
Anexo 6: Ficha Técnicas y Certificados.....	204

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	OPERACIONALIZACION			METODOLOGIA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	
¿Cómo afecta el uso del aditivo impermeabilizante Crystal Admix a la permeabilidad de los morteros de revestimiento?	Analizar el uso del aditivo impermeabilizante Crystal Admix y cuantificar la variabilidad de la permeabilidad en morteros de revestimiento.	El uso del aditivo impermeabilizante Crystal Admix disminuye la permeabilidad en morteros de revestimientos.	Relación C:A	Proporción de Mezcla	1:2	Tipo de Investigación: Experimental
					1:3	
					1:4	
			Incorporación de Aditivo Crystal Admix	Dosificación	2.0%	Nivel de Investigación: Aplicada
					2.5%	
					3.0%	
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVO ESPECIFICO	HIPOTESIS ESPECIFICO	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	Método de Investigación:
¿Cómo aplicamos las NTP, para evaluar las propiedades del mortero de revestimiento al estado fresco y endurecido?	Determinar las propiedades en estado fresco y endurecido del mortero de revestimiento con y sin aditivo impermeabilizante.	Se espera que las propiedades en estado fresco y endurecido del mortero de revestimiento mejoren significativamente con la adición del aditivo Crystal Admix, en relaciones de cemento:arena de 1:2, 1:3 y 1:4.	Propiedades al Estado Fresco	Fluidez	%	Instrumentos Mesa de Flujo, balanzas, Aparato Vicat, Horno eléctrico, Máquina Versa Tester, Máquina TENSILE TEST MACHINE, Máquina comparador de longitudes
				Peso Unitario	kg/m ³	
¿Cuál es la diferencia en las propiedades en estado fresco y endurecido del mortero de revestimiento entre las mezclas patrón y aquellas con aditivo Crystal Admix con concentraciones de aditivo?	Comparar las propiedades del mortero de revestimiento con y sin aditivo, haciendo énfasis en las propiedades que determinen variación de la permeabilidad.	Morteros de revestimiento con adición de Crystal Admix a diferentes concentraciones (2%, 2.5% y 3% en peso de cemento) mostrarán una disminución de la absorción de agua, en comparación con morteros sin aditivo.		Exudación	%	
				Tiempo de Fragua	min	
			Propiedades al Estado Endurecido	Resistencia a la Compresión	kg/cm ²	Fuentes: NTP, Tesis, Libros, Revistas
				Resistencia a la Tracción	kg/m ²	
				Retracción	%	
				Absorción	%	

ANEXO 2: Propiedades Físicas de los Agregados

Ensayo de Peso Específico de masa, peso específico de masa superficialmente seco y peso específico aparente.

Descripción	M1	M2	M3	
Peso de la arena superficialmente seca	500.00	500.00	500.00	gr
Peso de la arena superficialmente seca + peso del balón + peso del agua	952.90	953.20	952.60	gr
Peso del balón	142.00	142.00	142.00	gr
Peso del agua W	310.90	311.60	310.30	gr
Peso de la arena seca al horno A	494.50	494.80	494.40	gr
Volumen del balón V	500.00	500	500.00	gr

Cálculo

Descripción	M1	M2	M3	M
Peso específico de masa A/(V-W)	2.62	2.63	2.61	2.62
Peso específico de masa superficialmente seco 500/(V-W)	2.64	2.65	2.64	2.64
Peso específico aparente A/(V-W)-(500-A)	2.69	2.70	2.69	2.69

Ensayo de peso unitario suelto de la arena fina

Descripción	Ensayo	
Peso del molde (Pm)	1577.20	gr.
Volumen del molde (Vm)	2831.68	cm3
Peso arena + molde (P1)	5751.50	gr.
Peso arena + molde (P2)	5675.00	gr.
Peso arena + molde (P3)	5678.50	gr.
Peso promedio (P prom)	5701.67	gr.

Cálculo

Descripción	Ensayo	
P.U.S. = $(P_{prom} - P_m) * 1000 / V_m$	1456.54	kg/m3

Ensayo de peso unitario compactado de la arena fina

Descripción	Ensayo	
Peso del molde (Pm)	1577.20	gr.
Volumen del molde (Vm)	2831.68	cm ³
Peso arena + molde (P1)	6083.00	gr.
Peso arena + molde (P2)	6115.00	gr.
Peso arena + molde (P3)	6107.00	gr.
Peso promedio (P prom)	6101.67	gr.

Cálculo

Descripción	Ensayo	
$P.U.C. = (P_{prom} - P_m) * 1000 / V_m$	1597.80	kg/m ³

Ensayo de absorción de la arena fina

Descripción	Ensayo	
Peso Sat. Superf. Seco (Psss)	500.00	gr.
Peso Seco (Ps1)	494.50	gr.
Peso Seco (Ps2)	494.50	gr.
Peso Promedio Seco (Pm)	494.50	gr.

Cálculo

Descripción	Ensayo	
$ABS = (P_{sss} - P_m) * 100 / P_m$	1.11	%

Ensayo de contenido de humedad de la arena fina

Descripción	Ensayo	
Peso de arena natural (Pnat)	500.00	gr.
Peso Seco (Ps1)	496.10	gr.
Peso Seco (Ps2)	496.30	gr.
Peso Promedio Seco (Pm)	496.20	gr.

Cálculo

Descripción	Ensayo	
$CH = (Pnat - Pm) * 100 / Pm$	0.77	%

Ensayo de material que pasa la Malla N°200

Descripción	Ensayo	
Peso seco inicial (Ps)	500.00	gr.
Peso seco final (Pf1)	481.30	gr.
Peso seco final (Pf2)	482.50	gr.
Peso seco final promedio (Pfm)	481.90	

Cálculo

Descripción	Ensayo	
$CF = (Ps - Pfm) * 100 / Ps$	3.62	%

Ensayo de Granulometría de la Arena fina sin Lavar

Tamiz	Agregado Fino						
N°	M-1	M-2	M-3	Prom Ret.(g r)	%Parcial Ret.	%Acum. Ret.	%Acum. Pasa
3/8"	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 16	1.43	1.20	1.26	1.3	0.22	0.22	99.78
N° 30	8.60	7.50	9.10	8.4	1.40	1.62	98.38
N° 50	74.50	70.80	69.50	72	12.00	13.62	86.38
N° 100	378.30	380.30	385.60	381.4	63.57	77.18	22.82
Fondo	135.30	137.80	137.60	136.9	22.82	100.00	0.00

Ensayo de Granulometría de la Arena fina lavada

Tamiz	Agregado Fino						
N°	M-1	M-1	M-3	Prom Ret.(gr)	%Parcia l Ret.	%Acum. Ret.	%Acum. Pasa
3/8"	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100
N° 4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100
N° 8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100
N° 16	1.18	1.21	1.20	1.20	0.20	0.20	99.80
N° 30	6.10	6.80	6.30	6.40	1.070	1.27	98.73
N° 50	79.40	75.3	74.20	76.30	12.72	13.98	86.02
N° 100	386.20	387.25	386.50	386.65	64.44	78.43	21.58
Fond o	132.05	128.70	127.60	129.45	21.58	100.00	0.00

ANEXO 3: Propiedades al Estado Fresco del Mortero

Ensayo de peso unitario del mortero en estado fresco

ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL MORTERO FRESCO						
Muestra	Peso 1(A)	Peso 1(B)	Peso 1(C)	Peso 2	Volumen(cm ³)	P.U. (kg/m ³)
1:2 Patrón	1598.20	1595.10	1601.70	759.70	400.00	2096.58
1:2 + 2.0%A	1603.50	1602.60	1603.70	759.70	400.00	2108.92
1:2 + 2.5%A	1603.80	1603.90	1604.80	759.70	400.00	2111.17
1:2 + 3.0%A	1608.10	1598.10	1610.20	759.70	400.00	2114.42
1:3 Patrón	1570.20	1573.40	1570.80	759.70	400.00	2029.42
1:3 + 2.0%A	1577.60	1583.90	1575.60	759.70	400.00	2048.33
1:3 + 2.5%A	1578.90	1579.20	1579.20	759.70	400.00	2048.50
1:3 + 3.0%A	1581.10	1579.90	1579.40	759.70	400.00	2051.08
1:4 Patrón	1547.10	1556.00	1561.10	759.70	400.00	1987.58
1:4 + 2.0%A	1554.10	1557.50	1563.20	759.70	400.00	1996.42
1:4 + 2.5%A	1562.70	1557.90	1559.20	759.70	400.00	2000.58
1:4 + 3.0%A	1562.40	1559.10	1566.00	759.70	400.00	2007.00

Ensayo de Exudación, mortero patrón C:A = 1:2

ENSAYO DE EXUDACIÓN DEL MORTERO FRESCO					
Relación C:A = 1:2 Patrón					
Hora de inicio : 09:00:00 a.m.					
Hora (hora:minuto)	Tiempo (minutos)	Volumen parcial exudado(ml)	Volumen acumulado exudado(ml)	Exudación por unidad de área (ml/cm ²)	Velocidad de Exudación (ml/min)
09:00 a.m.	inicio	0.00	0.00	0.00	
09:10 a.m.	10	0.30	0.30	0.00	0.03
09:20 a.m.	10	0.80	1.10	0.01	0.08
09:30 a.m.	10	1.00	2.10	0.01	0.10
09:40 a.m.	10	1.20	3.30	0.01	0.12
10:10 a.m.	30	1.80	5.10	0.02	0.06
10:40 a.m.	30	2.90	8.00	0.04	0.10

11:10 a.m.	30	2.90	10.90	0.04	0.10
11:40 p.m.	30	3.40	14.30	0.04	0.113
12:10 p.m.	30	0.10	14.40	0.00	0.00
12:40 p.m.	30	0.00	14.40	0.00	0.000

Área de la superficie libre del recipiente	81.10	cm ²
Peso del recipiente	202.90	gr
Peso del mortero	3339.20	gr
Peso de la tanda	1784.20	gr
Cantidad de agua en la tanda	284.20	ml
Volumen de agua exudado	14.40	ml
%Exudación	2.88	%

Ensayo de Exudación, mortero patrón C:A = 1:2 más 2.0% aditivo

ENSAYO DE EXUDACIÓN DEL MORTERO FRESCO					
Relación C:A = 1:2 + 2% Aditivo					
Hora de inicio : 08:20:00 a.m.					
Tiempo (hora:minuto)	Tiempo (minutos)	Volumen parcial exudado(ml)	Volumen acumulado exudado(ml)	Exudación por unidad de área (ml/cm ²)	Velocidad de Exudación (ml/cm ²)
08:20 a.m.	inicio	0.00	0.00	0.00	
08:30 a.m.	10	0.50	0.50	0.01	0.05
08:40 a.m.	10	0.80	1.30	0.01	0.08
08:50 a.m.	10	1.00	2.30	0.01	0.10
09:20 a.m.	10	1.70	4.00	0.02	0.17
09:50 a.m.	30	2.20	6.20	0.03	0.07
10:20 a.m.	30	2.30	8.50	0.03	0.08
10:50 a.m.	30	2.40	10.90	0.03	0.08
11:20 p.m.	30	2.80	13.70	0.03	0.09
11:50 p.m.	30	3.10	16.80	0.04	0.10
12:20 p.m.	30	2.20	19.00	0.03	0.07
12:50 p.m.	30	1.90	20.90	0.02	0.06
01:20 p.m.	30	1.80	22.70	0.02	0.06

01:50 p.m.	30	0.90	23.60	0.01	0.03
02:20 p.m.	30	0.00	23.60	0.00	0.00

Área de la superficie libre del recipiente	81.10	cm ²
Peso del recipiente	204.10	gr
Peso del mortero	3416.60	gr
Peso de la tanda	1788.37	gr
Cantidad de agua en la tanda	278.37	ml
Volumen de agua exudado	23.60	ml
%Exudación	4.72	%

Ensayo de Exudación, mortero patrón C:A = 1:2 más 2.5% aditivo

ENSAYO DE EXUDACIÓN DEL MORTERO FRESCO					
Relación C:A = 1:2 + 2.5% Aditivo					
Hora de inicio : 09:20:00 a.m.					
Tiempo (hora:minuto)	Tiempo (minutos)	Volumen parcial exudado(ml)	Volumen acumulado exudado(ml)	Exudación n por unidad de área (ml/cm ²)	Velocidad de Exudación (ml/cm ²)
09:20 a.m.	inicio	0.00	0.00	0.00	
09:30 a.m.	10	0.60	0.60	0.01	0.06
09:40 a.m.	10	0.70	1.30	0.01	0.07
09:50 a.m.	10	1.90	3.20	0.02	0.19
10:00 a.m.	30	2.30	5.50	0.03	0.08
10:30 a.m.	30	2.40	7.90	0.03	0.08
11:00 a.m.	30	3.00	10.90	0.04	0.10
11:30 a.m.	30	3.10	14.00	0.04	0.10
12:00 p.m.	30	1.80	15.80	0.02	0.06
01:00 p.m.	30	1.60	17.40	0.02	0.05
01:30 p.m.	30	1.40	18.80	0.02	0.05
02:00 p.m.	30	0.90	19.70	0.01	0.03
02:30 p.m.	30	0.00	19.70	0.00	0.00

Área de la superficie libre del recipiente	81.10	cm ²
--	-------	-----------------

Peso del recipiente	204.10	gr
Peso del mortero	3416.60	gr
Peso de la tanda	1788.54	gr
Cantidad de agua en la tanda	276.04	ml
Volumen de agua exudado	19.70	ml
%Exudación	3.97	%

Ensayo de Exudación, mortero patrón C:A = 1:2 más 3.0% aditivo

ENSAYO DE EXUDACIÓN DEL MORTERO FRESCO					
Relación C:A = 1:2 + 3% Aditivo					
Hora de inicio : 09:40:00 a.m.					
Tiempo (hora:minuto)	Tiempo (minutos)	Volumen parcial exudado(ml)	Volumen acumulado exudado(ml)	Exudación por unidad de área (ml/cm ²)	Velocidad de Exudación (ml/cm ²)
09:40 a.m.	inicio	0.00	0.00	0.00	
09:50 a.m.	10	0.30	0.30	0.00	0.03
10:00 a.m.	10	0.70	1.00	0.01	0.07
10:10 a.m.	10	1.00	2.00	0.01	0.10
10:20 a.m.	10	1.10	3.10	0.01	0.11
10:50 a.m.	30	1.20	4.30	0.01	0.04
11:20 a.m.	30	2.10	6.40	0.03	0.07
11:50 a.m.	30	2.40	8.80	0.03	0.08
12:20 p.m.	30	1.70	10.50	0.02	0.06
12:50 p.m.	30	1.30	11.80	0.02	0.04
01:20 p.m.	30	1.20	13.00	0.01	0.04
01:50 p.m.	30	1.20	14.20	0.01	0.04
02:20 p.m.	30	1.10	15.30	0.01	0.04
02:50 p.m.	30	0.40	15.70	0.00	0.01
03:20 p.m.	30	0.20	15.90	0.00	0.01
03:50 p.m.	30	0.00	15.90	0.00	0.00

Área de la superficie libre del recipiente	81.10	cm ²
--	-------	-----------------

Peso del recipiente	200.10	gr
Peso del mortero	3430.20	gr
Peso de la tanda	1789.62	gr
Cantidad de agua en la tanda	274.62	ml
Volumen de agua exudado	15.90	ml
%Exudación	3.21	%

Ensayo de Exudación, mortero patrón C:A = 1:3

ENSAYO DE EXUDACIÓN DEL MORTERO FRESCO					
Relación C:A = 1:3 Patrón					
Hora de inicio : 10:20:00 a.m.					
Tiempo (hora:minuto)	Tiempo (minutos)	Volumen parcial exudado(ml)	Volumen acumulado exudado(ml)	Exudación por unidad de área (ml/cm ²)	Velocidad de Exudación (ml/cm ²)
10:20 a.m.	inicio	0.00	0.00	0.00	
10:30 a.m.	10	1.00	1.00	0.01	0.10
10:40 a.m.	10	1.60	2.60	0.02	0.16
10:50 a.m.	10	2.30	4.90	0.03	0.23
11:00 a.m.	10	5.30	10.20	0.07	0.53
11:30 a.m.	30	6.50	16.70	0.08	0.22
12:00 a.m.	30	8.30	25.00	0.10	0.28
12:30 a.m.	30	9.20	34.20	0.11	0.31
01:00 p.m.	30	5.10	39.30	0.06	0.17
01:30 p.m.	30	2.00	41.30	0.02	0.07
02:00 p.m.	30	1.10	42.40	0.01	0.04
02:30 p.m.	30	0.10	42.50	0.00	0.00
03:00 p.m.	30	0.00	42.50	0.00	0.00

Área de la superficie libre del recipiente	81.10	cm ²
Peso del recipiente	202.90	gr
Peso del mortero más recipiente	3393.80	gr
Peso de la tanda	2395.00	gr
Cantidad de agua en la tanda	395.00	ml

Volumen de agua exudado	42.58	ml
%Exudación	8.08	%

Ensayo de Exudación, mortero patrón C:A = 1:3 más 2.0% aditivo

ENSAYO DE EXUDACIÓN DEL MORTERO FRESCO					
Relación C:A = 1:3 + 2% Aditivo					
Hora de inicio : 11:40:00 a.m.					
Tiempo (hora:minuto)	Tiempo (minutos)	Volumen parcial exudado(ml)	Volumen acumulado exudado(ml)	Exudación por unidad de área (ml/cm ²)	Velocidad de Exudación (ml/cm ²)
11:40 a.m.	inicio	0.00	0.00	0.00	
11:50 a.m.	10	1.10	1.10	0.01	0.11
12:00 a.m.	10	1.30	2.40	0.02	0.13
12:10 a.m.	10	2.40	4.80	0.03	0.24
12:20 a.m.	10	2.90	7.70	0.04	0.29
12:50 a.m.	30	5.10	12.80	0.06	0.17
01:20 a.m.	30	5.40	18.20	0.07	0.18
01:50 a.m.	30	5.90	24.10	0.07	0.20
02:20 p.m.	30	5.00	29.10	0.06	0.17
02:50 p.m.	30	5.00	34.10	0.06	0.17
03:20 p.m.	30	4.70	38.80	0.06	0.16
03:50 p.m.	30	3.90	42.70	0.05	0.13
04:20 p.m.	30	3.90	46.60	0.05	0.13
04:50 p.m.	30	3.40	50.00	0.04	0.11
05:20 p.m.	30	3.20	53.20	0.04	0.11
05:50 p.m.	30	2.80	56.00	0.03	0.09
06:20 p.m.	30	1.80	57.80	0.02	0.06
06:50 p.m.	30	0.00	57.80	0.00	0.00

Área de la superficie libre del recipiente	81.10	cm ²
Peso del recipiente	204.10	gr
Peso del mortero más recipiente	3176.50	gr
Peso de la tanda	2394.18	gr

Cantidad de agua en la tanda	384.18	ml
Volumen de agua exudado	57.80	ml
%Exudación	12.12	%

Ensayo de Exudación, mortero patrón C:A = 1:3 más 2.5% aditivo

ENSAYO DE EXUDACIÓN DEL MORTERO FRESCO					
Relación C:A = 1:3 + 2.5% Aditivo					
Hora de inicio : 09:20:00 a.m.					
Tiempo (hora:minuto)	Tiempo (minutos)	Volumen parcial exudado(ml)	Volumen acumulado exudado(ml)	Exudación por unidad de área (ml/cm ²)	Velocidad de Exudación (ml/cm ²)
09:20 a.m.	inicio	0.00	0.00	0.00	
09:30 a.m.	10	0.90	0.90	0.01	0.09
09:40 a.m.	10	1.20	2.10	0.01	0.12
09:50 a.m.	10	1.30	3.40	0.02	0.13
10:00 a.m.	10	1.90	5.30	0.02	0.19
10:30 a.m.	30	2.50	7.80	0.03	0.08
11:00 a.m.	30	3.20	11.00	0.04	0.11
11:30 a.m.	30	4.30	15.30	0.05	0.14
12:00 p.m.	30	5.60	20.90	0.07	0.19
12:30 p.m.	30	5.40	26.30	0.07	0.18
01:00 p.m.	30	4.90	31.20	0.06	0.16
01:30 p.m.	30	4.20	35.40	0.05	0.14
02:00 p.m.	30	3.80	39.20	0.05	0.13
02:30 p.m.	30	3.70	42.90	0.05	0.12
03:00 p.m.	30	2.90	45.80	0.04	0.10
03:30 p.m.	30	1.50	47.30	0.02	0.05
04:00 p.m.	30	0.00	47.30	0.00	0.00

Área de la superficie libre del recipiente	81.10	cm ²
Peso del recipiente	204.10	gr
Peso del mortero más recipiente	3176.50	gr
Peso de la tanda	2393.56	gr

Cantidad de agua en la tanda	381.06	ml
Volumen de agua exudado	47.30	ml
%Exudación	10.00	%

Ensayo de Exudación, mortero patrón C:A = 1:3 más 3.0% aditivo

ENSAYO DE EXUDACIÓN DEL MORTERO FRESCO					
Relación C:A = 1:3 + 3% Aditivo					
Hora de inicio : 08:20:00 a.m.					
Tiempo (hora:minuto)	Tiempo (minutos)	Volumen parcial exudado(ml)	Volumen acumulado exudado(ml)	Exudación por unidad de área (ml/cm ²)	Velocidad de Exudación (ml/cm ²)
08:20 a.m.	inicio	0.00	0.00	0.00	
08:30 a.m.	10	2.00	2.00	0.02	0.20
08:40 a.m.	10	1.70	3.70	0.02	0.17
08:50 a.m.	10	2.10	5.80	0.03	0.21
09:00 a.m.	10	2.10	7.90	0.03	0.21
09:50 a.m.	30	3.20	11.10	0.04	0.11
10:00 a.m.	30	4.70	15.80	0.06	0.16
10:30 a.m.	30	4.60	20.40	0.06	0.15
11:00 p.m.	30	4.60	25.00	0.06	0.15
11:30 p.m.	30	4.10	29.10	0.05	0.14
12:00 p.m.	30	3.10	32.20	0.04	0.10
12:30 p.m.	30	2.90	35.10	0.04	0.10
01:00 p.m.	30	2.60	37.70	0.03	0.09
01:30 p.m.	30	2.40	40.10	0.03	0.08
02:00 p.m.	30	2.00	42.10	0.02	0.07
02:30 p.m.	30	1.20	43.30	0.01	0.04
03:00 p.m.	30	0.00	43.30	0.00	0.00

Área de la superficie libre del recipiente	81.10	cm ²
Peso del recipiente	200.10	gr
Peso del mortero más recipiente	2973.90	gr
Peso de la tanda	2394.28	gr

Cantidad de agua en la tanda	379.28	ml
Volumen de agua exudado	43.30	ml
%Exudación	9.85	%

Ensayo de Exudación, mortero patrón C:A = 1:4

ENSAYO DE EXUDACIÓN DEL MORTERO FRESCO					
Relación C:A = 1:4 Patrón					
Hora de inicio : 09:10:00 a.m.					
Tiempo (hora:minuto)	Tiempo (minutos)	Volumen parcial exudado(ml)	Volumen acumulado exudado(ml)	Exudación por unidad de área (ml/cm ²)	Velocidad de Exudación (ml/cm ²)
09:10 a.m.	inicio	0.00	0.00	0.00	
09:20 a.m.	10	5.30	5.30	0.07	0.53
09:30 a.m.	10	5.90	11.20	0.07	0.59
09:40 a.m.	10	7.70	18.90	0.09	0.77
09:50 a.m.	10	9.30	28.20	0.11	0.93
10:20 a.m.	30	11.30	39.50	0.14	0.38
10:50 a.m.	30	12.70	52.20	0.16	0.42
11:20 a.m.	30	18.80	71.00	0.23	0.63
11:50 p.m.	30	5.30	76.30	0.07	0.18
12:20 p.m.	30	2.10	78.40	0.03	0.07
12:50 p.m.	30	0.00	78.40	0.00	0.00

Área de la superficie libre del recipiente	81.10	cm ²
Peso del recipiente	200.60	gr
Peso del mortero más recipiente	3037.60	gr
Peso de la tanda	3015.00	gr
Cantidad de agua en la tanda	515.00	ml
Volumen de agua exudado	78.40	ml
%Exudación	16.18	%

Ensayo de Exudación, mortero patrón C:A = 1:4 más 2.0% aditivo

ENSAYO DE EXUDACIÓN DEL MORTERO FRESCO					
Relación C:A = 1:4 + 2% Aditivo					
Hora de inicio : 10:10:00 a.m.					
Tiempo (hora:minuto)	Tiempo (minutos)	Volumen parcial exudado(ml)	Volumen acumulado exudado(ml)	Exudación por unidad de área (ml/cm ²)	Velocidad de Exudación (ml/cm ²)
10:10 a.m.	inicio	0.00	0.00	0.00	
10:20 a.m.	10	2.30	2.30	0.03	0.23
10:30 a.m.	10	2.50	4.80	0.03	0.25
10:40 a.m.	10	6.60	11.40	0.08	0.66
10:50 a.m.	10	8.90	20.30	0.11	0.89
11:20 a.m.	30	11.00	31.30	0.14	0.37
11:50 a.m.	30	10.10	41.40	0.12	0.34
12:20 p.m.	30	10.10	51.50	0.12	0.34
12:50 p.m.	30	7.90	59.40	0.10	0.26
01:20 p.m.	30	6.10	65.50	0.08	0.20
01:50 p.m.	30	5.30	70.80	0.07	0.18
02:20 p.m.	30	5.20	76.00	0.06	0.17
02:50 p.m.	30	2.70	78.70	0.03	0.09
03:20 p.m.	30	2.20	80.90	0.03	0.07
03:50 p.m.	30	0.30	81.20	0.00	0.01
04:20 p.m.	30	0.00	81.20	0.00	0.00

Área de la superficie libre del recipiente	81.10	cm ²
Peso del recipiente	202.20	gr
Peso del mortero más recipiente	2933.60	gr
Peso de la tanda	3008.78	gr
Cantidad de agua en la tanda	498.78	ml
Volumen de agua exudado	81.20	ml
%Exudación	17.93	%

Ensayo de Exudación, mortero patrón C:A = 1:4 más 2.5% aditivo

ENSAYO DE EXUDACIÓN DEL MORTERO FRESCO					
Relación C:A = 1:4 + 2.5% Aditivo					
Hora de inicio : 08:40:00 a.m.					
Tiempo (hora:minuto)	Tiempo (minutos)	Volumen parcial exudado(ml)	Volumen acumulado exudado(ml)	Exudación por unidad de área (ml/cm ²)	Velocidad de Exudación (ml/cm ²)
08:40 a.m.	inicio	0.00	0.00	0.00	
08:50 a.m.	10	1.90	1.90	0.02	0.19
09:00 a.m.	10	1.30	3.20	0.02	0.13
09:10 a.m.	10	4.50	7.70	0.06	0.45
09:20 a.m.	10	7.30	15.00	0.09	0.73
09:50 a.m.	30	9.10	24.10	0.11	0.30
10:20 a.m.	30	10.00	34.10	0.12	0.33
10:50 a.m.	30	10.24	44.34	0.13	0.34
11:20 p.m.	30	8.30	52.64	0.10	0.28
11:50 p.m.	30	6.50	59.14	0.08	0.22
12:20 p.m.	30	5.10	64.24	0.06	0.17
12:50 p.m.	30	4.20	68.44	0.05	0.14
01:20 p.m.	30	2.50	70.94	0.03	0.08
01:50 p.m.	30	1.80	72.74	0.02	0.06
02:20 p.m.	30	0.40	73.14	0.00	0.01
02:50 p.m.	30	0.00	73.14	0.00	0.00

Área de la superficie libre del recipiente	81.10	cm ²
Peso del recipiente	202.20	gr
Peso del mortero más recipiente	2933.60	gr
Peso de la tanda	3008.50	gr
Cantidad de agua en la tanda	496.00	ml
Volumen de agua exudado	73.14	ml
%Exudación	16.24	%

Ensayo de Exudación, mortero patrón C:A = 1:4 más 3.0% aditivo

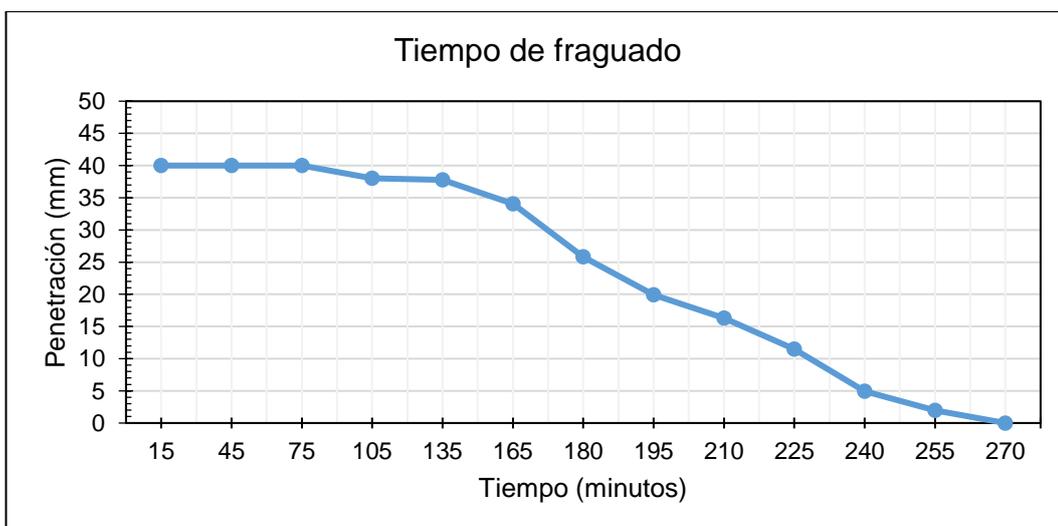
ENSAYO DE EXUDACIÓN DEL MORTERO FRESCO					
Relación C:A = 1:4 + 3% Aditivo					
Hora de inicio : 10:30:00 a.m.					
Tiempo (hora:minuto)	Tiempo (minutos)	Volumen parcial exudado(ml)	Volumen acumulado exudado(ml)	Exudación por unidad de área (ml/cm ²)	Velocidad de Exudación (ml/cm ²)
10:30 a.m.	inicio	0.00	0.00	0.00	
10:40 a.m.	10	1.90	1.90	0.02	0.19
10:50 a.m.	10	3.60	5.50	0.04	0.36
11:00 a.m.	10	4.10	9.60	0.05	0.41
11:10 a.m.	10	4.80	14.40	0.06	0.48
11:40 a.m.	30	5.90	20.30	0.07	0.20
12:10 a.m.	30	6.90	27.20	0.09	0.23
12:40 a.m.	30	7.60	34.80	0.09	0.25
01:10 p.m.	30	6.90	41.70	0.09	0.23
01:40 p.m.	30	5.80	47.50	0.07	0.19
02:10 p.m.	30	5.40	52.90	0.07	0.18
02:40 p.m.	30	4.90	57.80	0.06	0.16
03:10 p.m.	30	3.60	61.40	0.04	0.12
03:40 p.m.	30	2.70	64.10	0.03	0.09
04:10 p.m.	30	1.70	65.80	0.02	0.06
04:40 p.m.	30	0.00	65.80	0.00	0.00

Área de la superficie libre del recipiente	81.10	cm ²
Peso del recipiente	201.10	gr
Peso del mortero más recipiente	2677.90	gr
Peso de la tanda	3008.78	gr
Cantidad de agua en la tanda	493.78	ml
Volumen de agua exudado	65.80	ml
%Exudación	16.19	%

Ensayo de Tiempo de fraguado, mortero patrón C:A = 1:2

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUA DEL MORTERO				
Relación C:A = 1:2 Patrón				
Hora de inicio : 08:15:00 a.m.				
Hora (hora:minuto)	Tiempo (minutos)	Penetración Aguja Vicat A(mm)	Penetración Aguja Vicat B(mm)	Penetración Aguja Vicat Promedio(mm)
08:15 a.m.	inicio	inicio	inicio	inicio
08:30 a.m.	15	40.00	40.00	40.00
09:00 a.m.	30	40.00	40.00	40.00
09:30 a.m.	30	40.00	40.00	40.00
10:00 a.m.	30	39.00	37.00	38.00
10:30 a.m.	30	37.50	38.00	37.75
11:00 a.m.	30	34.00	34.10	34.05
11:30 a.m.	15	25.30	26.30	25.80
11:45 a.m.	15	18.20	21.60	19.90
12:00 p.m.	15	15.10	17.50	16.30
12:15 a.m.	15	10.00	13.00	11.50
12:30 p.m.	15	4.60	5.30	4.95
12:45 a.m.	15	1.50	2.40	1.95
01:00 p.m.	15	0.00	0.00	0.00

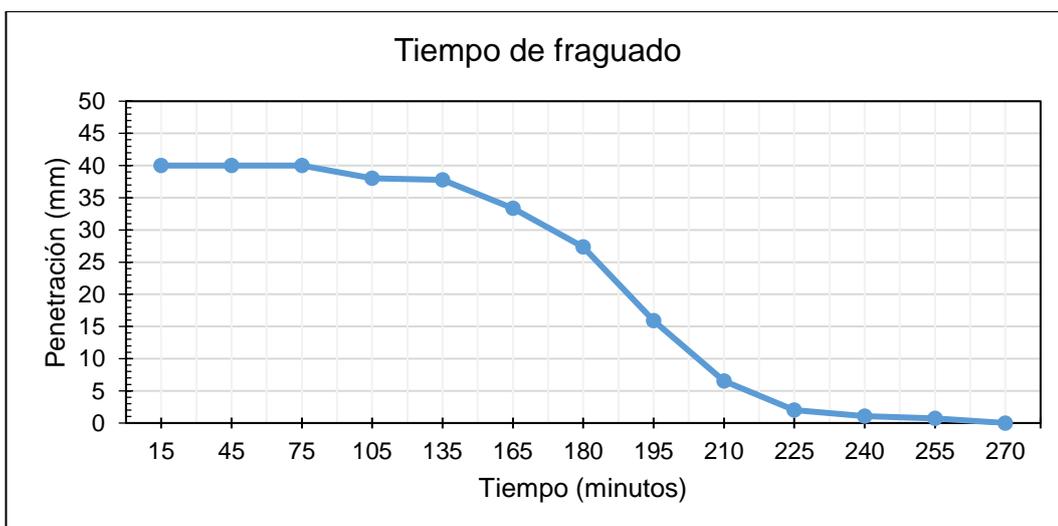
Tiempo vs. Penetración de aguja Vicat, mortero patrón C:A = 1:2



Ensayo de Tiempo de fraguado, mortero patrón C:A = 1:2 más 2.0% aditivo

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUA DEL MORTERO				
Relación C:A = 1:2 + 2% Aditivo				
Hora de inicio : 08:40:00 a.m.				
Hora (hora:minuto)	Tiempo (minutos)	Penetración Aguja Vicat A(mm)	Penetración Aguja Vicat B(mm)	Penetración Aguja Vicat Promedio(mm)
08:40 a.m.	inicio	inicio	inicio	inicio
08:55 a.m.	15	40.00	40.00	40.00
09:25 a.m.	30	40.00	40.00	40.00
09:55 a.m.	30	40.00	40.00	40.00
10:25 a.m.	30	39.00	37.00	38.00
10:55 a.m.	30	37.50	38.00	37.75
11:25 a.m.	30	32.60	34.10	33.35
11:55 a.m.	15	26.90	27.80	27.35
12:10 p.m.	15	15.60	16.20	15.90
12:25 p.m.	15	6.00	7.00	6.50
12:40 p.m.	15	2.00	2.00	2.00
12:55 p.m.	15	1.10	1.00	1.05
01:10 p.m.	15	0.80	0.60	0.70
01:25 p.m.	15	0.00	0.00	0.00

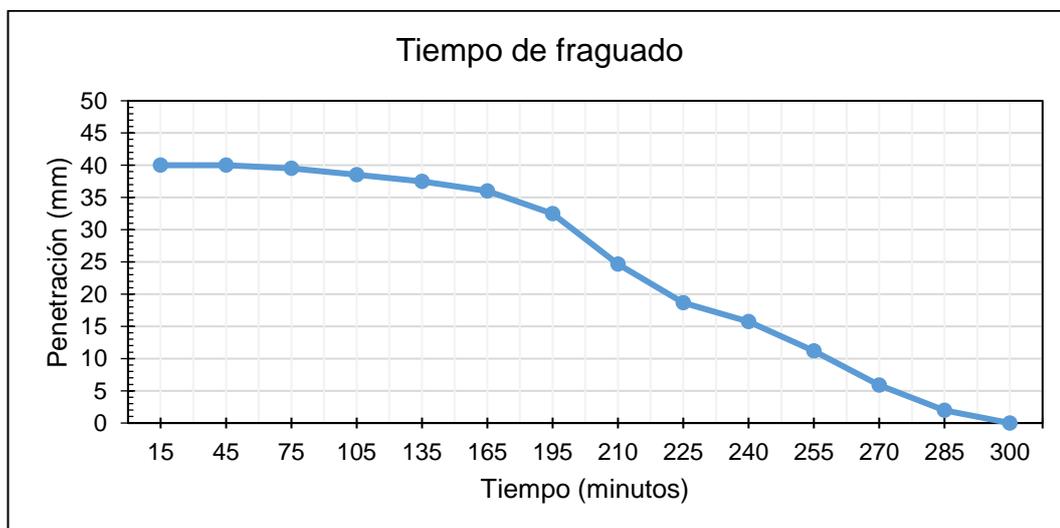
Tiempo vs. Penetración de aguja Vicat, mortero patrón C:A = 1:2 más 2%aditivo



Ensayo de Tiempo de fraguado, mortero patrón C:A = 1:2 más 2.5% aditivo

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUA DEL MORTERO				
Relación C:A = 1:2 + 2.5% Aditivo				
Hora de inicio : 08:00:00 a.m.				
Hora (hora:minuto)	Tiempo (minutos)	Penetración Aguja Vicat A(mm)	Penetración Aguja Vicat B(mm)	Penetración Aguja Vicat Promedio(mm)
08:00 a.m.	inicio	inicio	inicio	inicio
08:15 a.m.	15	40.00	40.00	40.00
08:45 a.m.	30	40.00	40.00	40.00
09:15 a.m.	30	40.00	39.00	39.50
09:45 a.m.	30	40.00	37.00	38.50
10:15 a.m.	30	39.00	36.00	37.50
10:45 a.m.	30	39.00	33.00	36.00
11:15 a.m.	30	34.00	31.00	32.50
11:45 a.m.	15	24.30	25.00	24.65
12:00 p.m.	15	18.00	19.30	18.65
12:15 p.m.	15	15.30	16.20	15.75
12:30 p.m.	15	10.40	12.00	11.20
12:45 p.m.	15	6.10	5.70	5.90
01:00 p.m.	15	2.10	1.80	1.95
01:15 p.m.	15	0.00	0.00	0.00

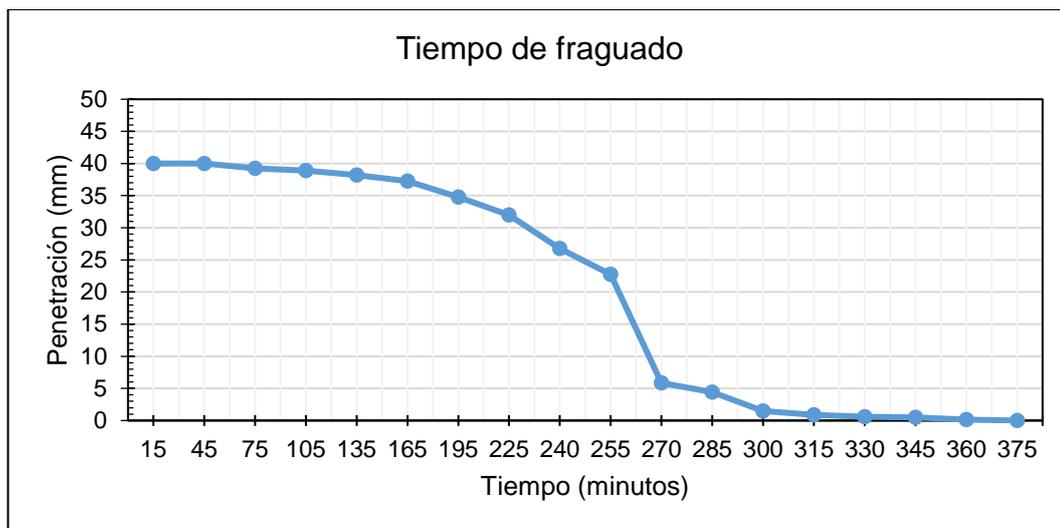
Tiempo vs. Penetración de aguja Vicat, mortero patrón C:A = 1:2 más 2.5%aditivo



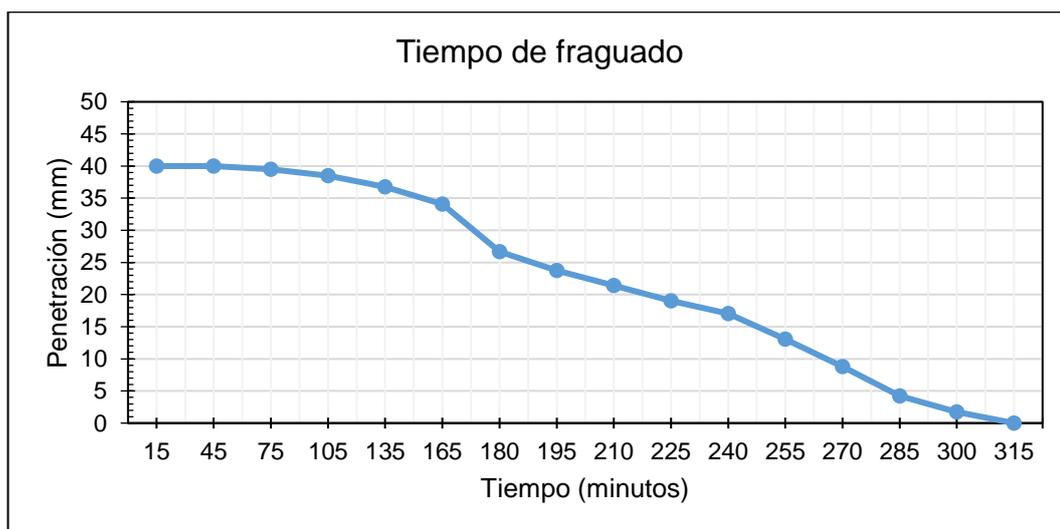
Ensayo de Tiempo de fraguado, mortero patrón C:A = 1:2 más 3.0% aditivo

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUA DEL MORTERO				
Relación C:A = 1:2 + 3% Aditivo				
Hora de inicio : 09:10:00 a.m.				
Hora (hora:minuto)	Tiempo (minutos)	Penetración Aguja Vicat A(mm)	Penetración Aguja Vicat B(mm)	Penetración Aguja Vicat Promedio(mm)
09:10 a.m.	inicio	inicio	inicio	inicio
09:25 a.m.	15	40.00	40.00	40.00
09:55 a.m.	30	40.00	40.00	40.00
10:25 a.m.	30	39.00	39.50	39.25
10:55 a.m.	30	38.80	39.00	38.90
11:25 a.m.	30	38.00	38.40	38.20
11:55 a.m.	30	37.00	37.50	37.25
12:25 p.m.	30	35.00	34.50	34.75
12:55 p.m.	30	31.00	33.00	32.00
01:10 p.m.	15	26.00	27.50	26.75
01:25 p.m.	15	22.50	23.00	22.75
01:40 p.m.	15	7.20	4.50	5.85
01:55 p.m.	15	5.80	3.00	4.40
02:10 p.m.	15	2.00	1.00	1.50
02:25 p.m.	15	1.00	0.80	0.90
02:40 p.m.	15	0.50	0.70	0.60
02:55 p.m.	15	0.30	0.70	0.50
03:10 p.m.	15	0.10	0.20	0.15
03:25 p.m.	15	0.00	0.00	0.00

Tiempo vs. Penetración de aguja Vicat, mortero patrón C:A = 1:2 más 3.0% aditivo



Tiempo vs. Penetración de aguja Vicat, mortero patrón C:A = 1:3



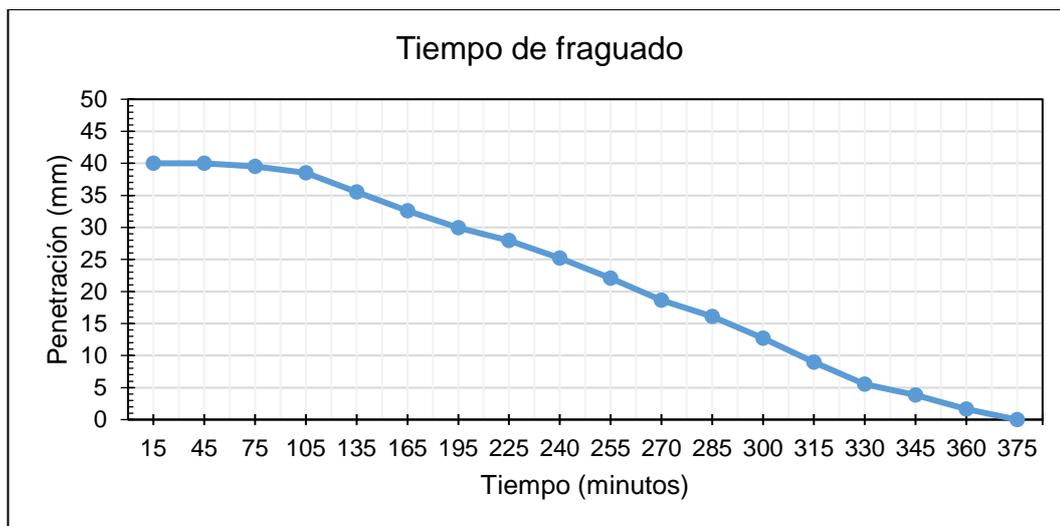
Ensayo de Tiempo de fraguado, mortero patrón C:A = 1:3

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUA DEL MORTERO				
Relación C:A = 1:3 Patrón				
Hora de inicio : 08:00:00 a.m.				
Hora (hora:minuto)	Tiempo (minutos)	Penetración Aguja Vicat A(mm)	Penetración Aguja Vicat B(mm)	Penetración Aguja Vicat Promedio(mm)
08:00 a.m.	inicio	inicio	inicio	inicio
08:15 a.m.	15	40.00	40.00	40.00
08:45 a.m.	30	40.00	40.00	40.00
09:15 a.m.	30	40.00	39.00	39.50
09:45 a.m.	30	38.00	39.00	38.50
10:15 a.m.	30	37.00	36.50	36.75
10:45 a.m.	30	35.20	33.00	34.10
11:15 p.m.	15	27.30	26.00	26.65
11:45 p.m.	15	24.50	23.00	23.75
12:00 p.m.	15	21.50	21.30	21.40
12:15 p.m.	15	19.30	18.70	19.00
12:30 p.m.	15	17.20	16.90	17.05
12:45 p.m.	15	13.60	12.50	13.05
01:00 p.m.	15	8.10	9.50	8.80
01:15 p.m.	15	3.20	5.20	4.20
01:30 p.m.	15	1.50	2.00	1.75
01:45 p.m.	15	0.00	0.00	0.00

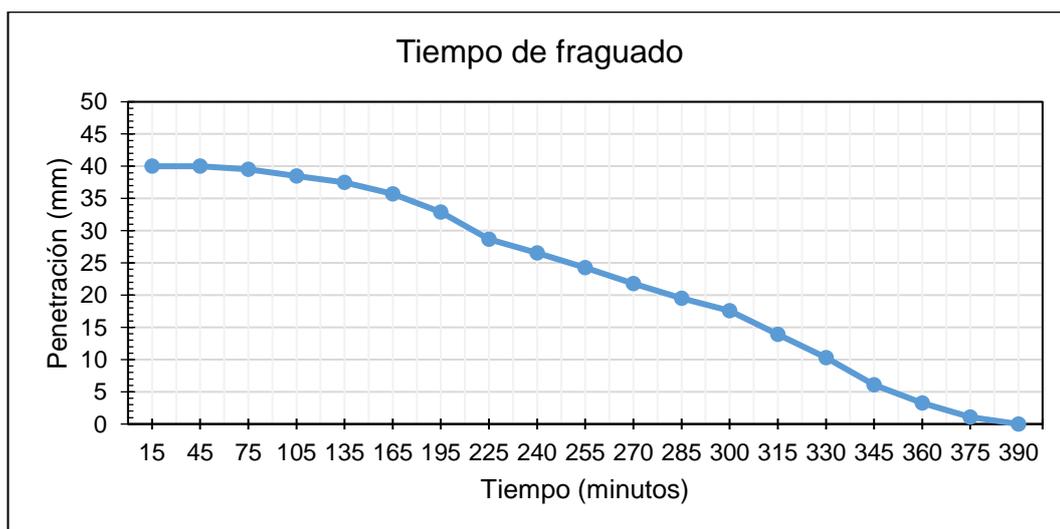
Ensayo de Tiempo de fraguado, mortero patrón C:A = 1:3 más 2.0% aditivo

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUA DEL MORTERO				
Relación C:A = 1:3 + 2% Aditivo				
Hora de inicio : 08:00:00 a.m.				
Hora (hora:minuto)	Tiempo (minutos)	Penetración Aguja Vicat A(mm)	Penetración Aguja Vicat B(mm)	Penetración Aguja Vicat Promedio(mm)
08:00 a.m.	inicio	inicio	inicio	inicio
08:15 a.m.	15	40.00	40.00	40.00
08:45 a.m.	30	40.00	40.00	40.00
09:15 a.m.	30	39.00	40.00	39.50
09:45 a.m.	30	39.00	38.00	38.50
10:15 a.m.	30	36.00	35.00	35.50
10:45 a.m.	30	32.00	33.20	32.60
11:15 p.m.	30	30.40	29.50	29.95
11:45 p.m.	30	28.50	27.40	27.95
12:00 p.m.	15	25.60	24.80	25.20
12:15 p.m.	15	22.00	22.10	22.05
12:30 p.m.	15	19.30	18.00	18.65
12:45 p.m.	15	15.70	16.50	16.10
01:00 p.m.	15	12.00	13.40	12.70
01:15 p.m.	15	8.40	9.50	8.95
01:30 p.m.	15	5.30	5.80	5.55
01:45 p.m.	15	3.20	4.50	3.85
02:00 p.m.	15	1.20	2.10	1.65
02:15 p.m.	15	0.00	0.00	0.00

Tiempo vs. Penetración de aguja Vicat, mortero patrón C:A = 1:3 más 2.0% aditivo



Tiempo vs. Penetración de aguja Vicat, mortero patrón C:A = 1:3 más 2.5% aditivo



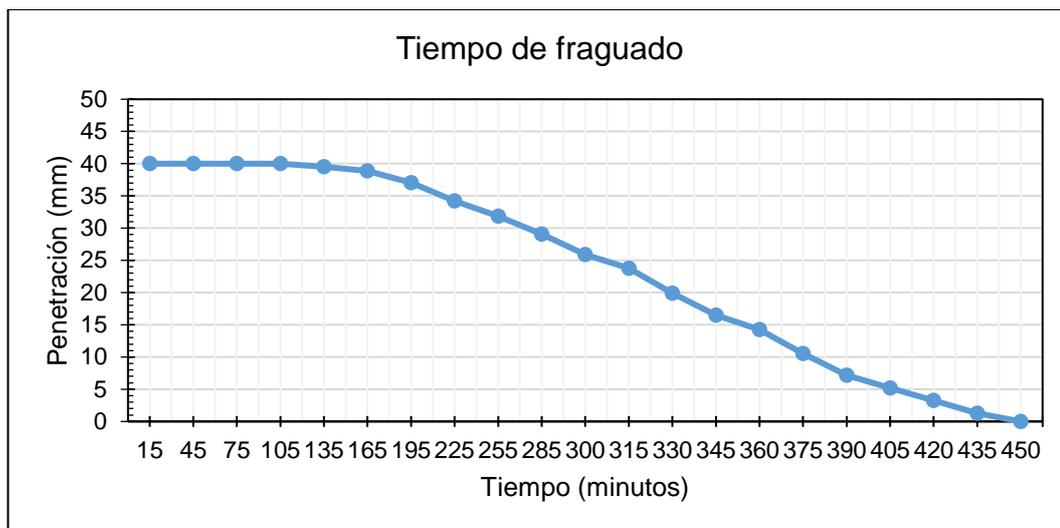
Ensayo de Tiempo de fraguado, mortero patrón C:A = 1:3 más 2.5% aditivo

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUA DEL MORTERO				
Relación C:A = 1:3 + 2.5% Aditivo				
Hora de inicio : 08:00:00 a.m.				
Hora (hora:minuto)	Tiempo (minutos)	Penetración Aguja Vicat A(mm)	Penetración Aguja Vicat B(mm)	Penetración Aguja Vicat Promedio(mm)
08:00 a.m.	inicio	inicio	inicio	inicio
08:15 a.m.	15	40.00	40.00	40.00
08:45 a.m.	30	40.00	40.00	40.00
09:15 a.m.	30	39.00	40.00	39.50
09:45 a.m.	30	38.00	39.00	38.50
10:15 a.m.	30	38.00	37.00	37.50
10:45 a.m.	30	36.20	35.20	35.70
11:15 p.m.	30	33.40	32.40	32.90
11:45 p.m.	30	28.30	29.00	28.65
12:00 p.m.	15	26.80	26.30	26.55
12:15 p.m.	15	24.50	24.00	24.25
12:30 p.m.	15	22.60	21.00	21.80
12:45 p.m.	15	20.00	19.00	19.50
01:00 p.m.	15	18.50	16.70	17.60
01:15 p.m.	15	14.60	13.20	13.90
01:30 p.m.	15	11.10	9.50	10.30
01:45 p.m.	15	6.80	5.40	6.10
02:00 p.m.	15	3.60	2.90	3.25
02:15 p.m.	15	1.80	0.40	1.10
02:30 p.m.	15	0.00	0.00	0.00

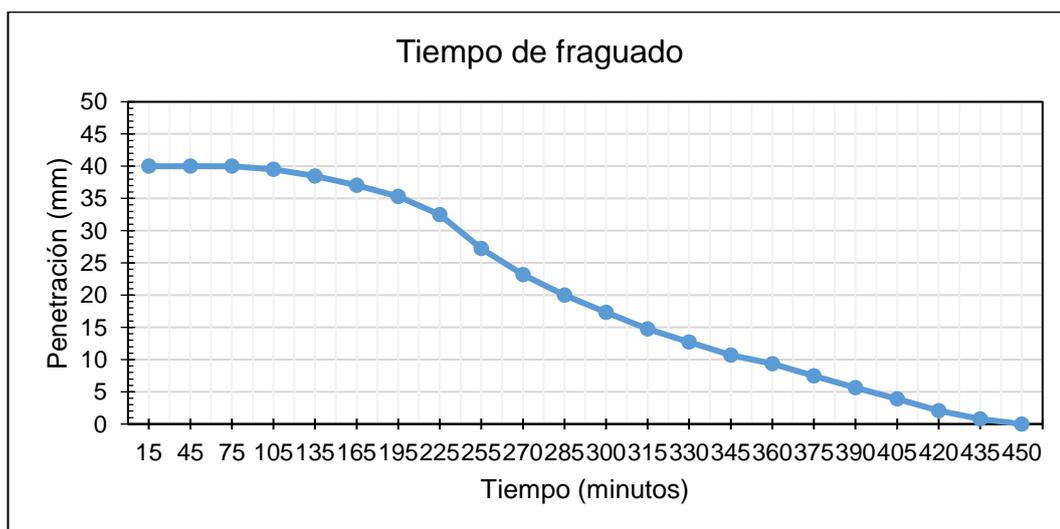
Ensayo de Tiempo de fraguado, mortero patrón C:A = 1:3 más 3.0% aditivo

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUA DEL MORTERO				
Relación C:A = 1:3 + 3% Aditivo				
Hora de inicio : 08:00:00 a.m.				
Hora (hora:minuto)	Tiempo (minutos)	Penetración Aguja Vicat A(mm)	Penetración Aguja Vicat B(mm)	Penetración Aguja Vicat Promedio(mm)
08:00 a.m.	inicio	inicio	inicio	inicio
08:15 a.m.	15	40.00	40.00	40.00
08:45 a.m.	30	40.00	40.00	40.00
09:15 a.m.	30	40.00	40.00	40.00
09:45 a.m.	30	40.00	40.00	40.00
10:15 a.m.	30	39.00	40.00	39.50
10:45 a.m.	30	39.00	38.80	38.90
11:15 p.m.	30	37.00	37.10	37.05
11:45 a.m.	30	33.80	34.60	34.20
12:15 a.m.	30	31.50	32.20	31.85
12:45 a.m.	30	28.40	29.70	29.05
01:00 p.m.	15	25.30	26.50	25.90
01:15 p.m.	15	23.50	24.00	23.75
01:30 p.m.	15	19.50	20.30	19.90
01:45 p.m.	15	15.20	17.80	16.50
02:00 p.m.	15	13.60	14.90	14.25
02:15 p.m.	15	9.80	11.30	10.55
02:30 p.m.	15	6.50	7.80	7.15
02:45 p.m.	15	5.10	5.30	5.20
03:00 p.m.	15	3.40	3.10	3.25
03:15 p.m.	15	1.50	1.10	1.30
03:30 p.m.	15	0.00	0.00	0.00

Tiempo vs. Penetración de aguja Vicat, mortero patrón C:A = 1:3 más 3.0% aditivo



Tiempo vs. Penetración de aguja Vicat, mortero patrón C:A = 1:4



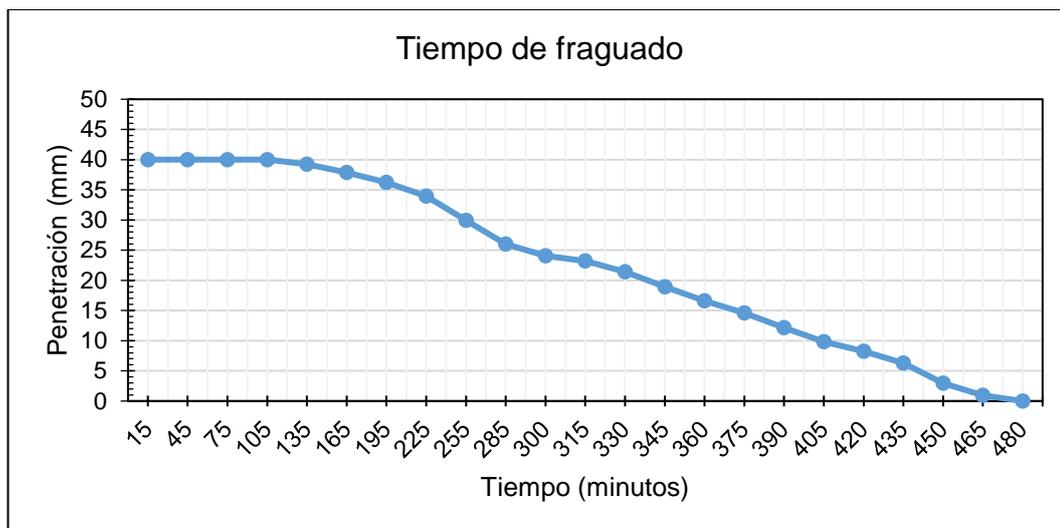
Ensayo de Tiempo de fraguado, mortero patrón C:A = 1:4

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUA DEL MORTERO				
Relación C:A = 1:4 Patrón				
Hora de inicio : 08:00:00 a.m.				
Hora (hora:minuto)	Tiempo (minutos)	Penetración Aguja Vicat A(mm)	Penetración Aguja Vicat B(mm)	Penetración Aguja Vicat Promedio(mm)
08:00 a.m.	inicio	inicio	inicio	inicio
08:15 a.m.	15	40.00	40.00	40.00
08:45 a.m.	30	40.00	40.00	40.00
09:15 a.m.	30	40.00	40.00	40.00
09:45 a.m.	30	40.00	39.00	39.50
10:15 a.m.	30	39.00	38.00	38.50
10:45 a.m.	30	37.00	37.10	37.05
11:15 p.m.	30	35.60	35.00	35.30
11:45 p.m.	30	32.00	33.00	32.50
12:15 p.m.	30	26.50	28.00	27.25
12:30 p.m.	15	22.40	24.00	23.20
12:45 p.m.	15	19.00	21.00	20.00
01:00 p.m.	15	16.30	18.40	17.35
01:15 p.m.	15	14.20	15.30	14.75
01:30 p.m.	15	12.30	13.10	12.70
01:45 p.m.	15	10.00	11.40	10.70
02:00 p.m.	15	9.20	9.50	9.35
02:15 p.m.	15	7.30	7.60	7.45
02:30 p.m.	15	5.10	6.20	5.65
02:45 p.m.	15	4.00	3.80	3.90
03:00 p.m.	15	2.60	1.50	2.05
03:15 p.m.	15	0.90	0.70	0.80
03:30 p.m.	15	0.00	0.00	0.00

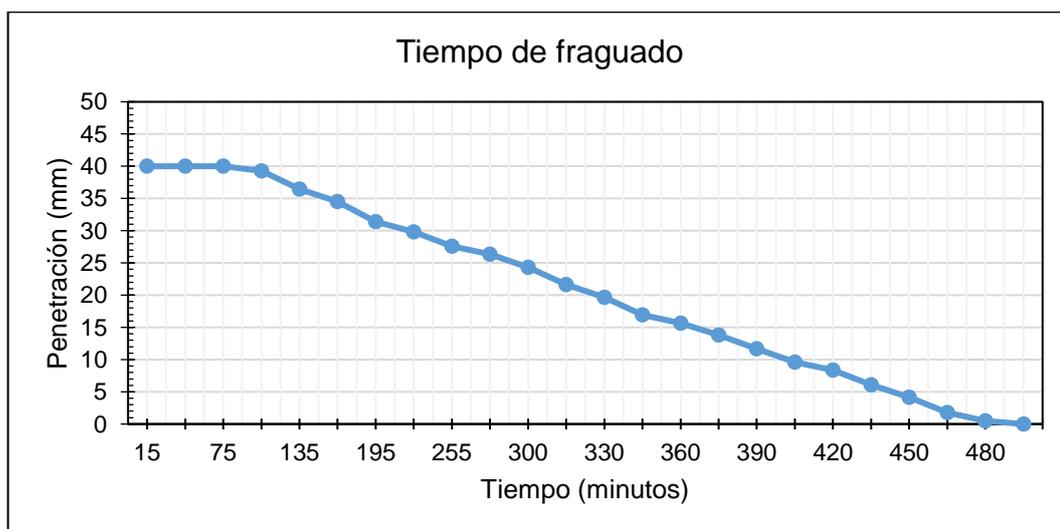
Ensayo de Tiempo de fraguado, mortero patrón C:A = 1:4 más 2.0% aditivo

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUA DEL MORTERO				
Relación C:A = 1:4 + 2% Aditivo				
Hora de inicio : 08:00:00 a.m.				
Hora (hora:minuto)	Tiempo (minutos)	Penetración Aguja Vicat A(mm)	Penetración Aguja Vicat B(mm)	Penetración Aguja Vicat Promedio(mm)
08:00 a.m.	inicio	inicio	inicio	inicio
08:15 a.m.	15	40.00	40.00	40.00
08:45 a.m.	30	40.00	40.00	40.00
09:15 a.m.	30	40.00	40.00	40.00
09:45 a.m.	30	40.00	40.00	40.00
10:15 a.m.	30	38.50	40.00	39.25
10:45 a.m.	30	36.50	39.20	37.85
11:15 p.m.	30	35.00	37.40	36.20
11:45 p.m.	30	32.70	35.20	33.95
12:15 p.m.	30	28.60	31.20	29.90
12:45 p.m.	30	25.60	26.40	26.00
01:00 p.m.	15	23.40	24.70	24.05
01:15 p.m.	15	22.60	23.80	23.20
01:30 p.m.	15	20.50	22.30	21.40
01:45 p.m.	15	18.50	19.30	18.90
02:00 p.m.	15	16.40	16.80	16.60
02:15 p.m.	15	14.50	14.70	14.60
02:30 p.m.	15	11.80	12.50	12.15
02:45 p.m.	15	9.70	10.00	9.85
03:00 p.m.	15	7.80	8.70	8.25
03:15 p.m.	15	6.20	6.40	6.30
03:30 p.m.	15	3.00	2.90	2.95
03:45 p.m.	15	1.10	0.80	0.95
04:00 p.m.	15	0.00	0.00	0.00

Tiempo vs. Penetración de aguja Vicat, mortero patrón C:A = 1:4 más 2.0% aditivo



Tiempo vs. Penetración de aguja Vicat, mortero patrón C:A = 1:4 más 2.5% aditivo



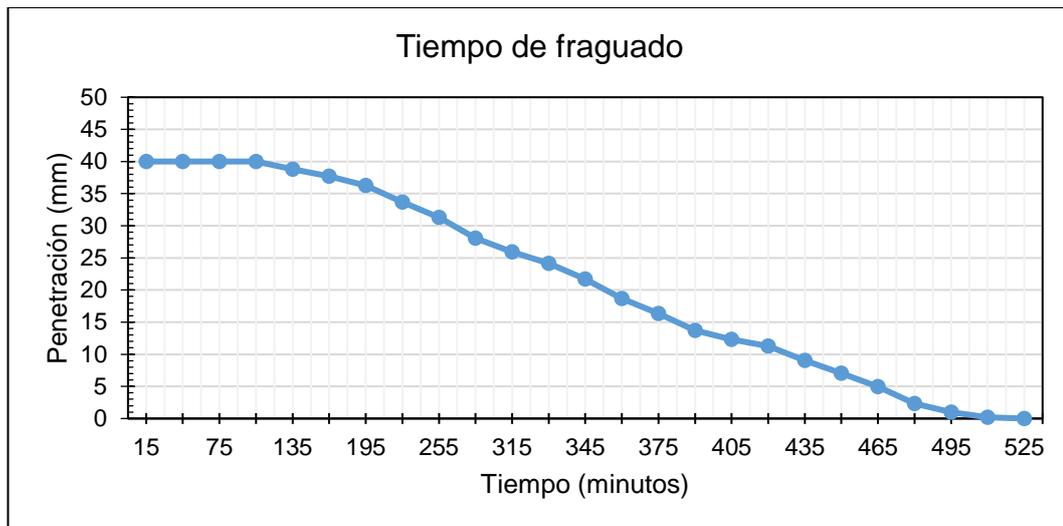
Ensayo de Tiempo de fraguado, mortero patrón C:A = 1:4 más 2.5% aditivo

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUA DEL MORTERO				
Relación C:A = 1:4 + 2.5% Aditivo				
Hora de inicio : 08:00:00 a.m.				
Hora (hora:minuto)	Tiempo (minutos)	Penetración Aguja Vicat A(mm)	Penetración Aguja Vicat B(mm)	Penetración Aguja Vicat Promedio(mm)
08:00 a.m.	inicio	inicio	inicio	inicio
08:15 a.m.	15	40.00	40.00	40.00
08:45 a.m.	30	40.00	40.00	40.00
09:15 a.m.	30	40.00	40.00	40.00
09:45 a.m.	30	38.60	40.00	39.30
10:15 a.m.	30	34.50	38.40	36.45
10:45 a.m.	30	32.80	36.20	34.50
11:15 p.m.	30	29.40	33.40	31.40
11:45 p.m.	30	28.00	31.60	29.80
12:15 p.m.	30	26.70	28.50	27.60
12:45 p.m.	30	25.90	26.80	26.35
01:00 p.m.	15	24.00	24.60	24.30
01:15 p.m.	15	21.30	22.00	21.65
01:30 p.m.	15	19.50	19.80	19.65
01:45 p.m.	15	16.40	17.50	16.95
02:00 p.m.	15	15.20	16.10	15.65
02:15 p.m.	15	13.60	14.00	13.80
02:30 p.m.	15	11.10	12.30	11.70
02:45 p.m.	15	9.20	10.00	9.60
03:00 p.m.	15	8.80	7.90	8.35
03:15 p.m.	15	6.40	5.80	6.10
03:30 p.m.	15	4.80	3.50	4.15
03:45 p.m.	15	2.40	1.10	1.75
04:00 p.m.	15	0.70	0.30	0.50
04:15 p.m.	15	0.00	0.00	0.00

Ensayo de Tiempo de fraguado, mortero patrón C:A = 1:4 más 3.0% aditivo

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUA DEL MORTERO				
Relación C:A = 1:4 + 3% Aditivo				
Hora de inicio : 08:00:00 a.m.				
Hora (hora:minuto)	Tiempo (minutos)	Penetración Aguja Vicat A(mm)	Penetración Aguja Vicat B(mm)	Penetración Aguja Vicat Promedio(mm)
08:00 a.m.	inicio	inicio	inicio	inicio
08:15 a.m.	15	40.00	40.00	40.00
08:45 a.m.	30	40.00	40.00	40.00
09:15 a.m.	30	40.00	40.00	40.00
09:45 a.m.	30	40.00	40.00	40.00
10:15 a.m.	30	39.00	38.60	38.80
10:45 a.m.	30	38.00	37.40	37.70
11:15 a.m.	30	36.50	36.00	36.25
11:45 a.m.	30	34.00	33.40	33.70
12:15 p.m.	30	32.10	30.50	31.30
12:45 p.m.	30	28.60	27.50	28.05
01:15 p.m.	30	26.10	25.80	25.95
01:30 p.m.	15	24.30	24.00	24.15
01:45 p.m.	15	22.10	21.30	21.70
02:00 p.m.	15	19.00	18.30	18.65
02:15 p.m.	15	16.50	16.20	16.35
02:30 p.m.	15	13.20	14.20	13.70
02:45 p.m.	15	11.80	12.80	12.30
03:00 p.m.	15	11.10	11.40	11.25
03:15 p.m.	15	9.20	8.90	9.05
03:30 p.m.	15	7.60	6.50	7.05
03:45 p.m.	15	5.20	4.70	4.95
04:00 p.m.	15	2.30	2.40	2.35
04:15 p.m.	15	1.10	0.90	1.00
04:30 p.m.	15	0.30	0.10	0.20
04:45 p.m.	15	0.00	0.00	0.00

Tiempo vs. Penetración de aguja Vicat, mortero patrón C:A = 1:4 más 3.0% aditivo



ANEXO 4: Propiedades al Estado Endurecido

Ensayo de Absorción a los 7 días, mortero patrón C:A = 1:2

ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO						
Relación C:A = 1:2 Patrón						
Edad de la muestra = 7 días						
Ítem	Peso Seco al horno (X) (g)	Peso saturado sup. Seco (Y) (g)	Absorción (Y-X)/X*100 (%)	Absorción Promedio (%)	Desviación Estándar (%)	Rango de la Desv. Est.(%)
1	234.60	268.70	14.54	13.60	1.03	[0.71 - 1.88]
2	248.50	279.50	12.47			
3	240.60	275.70	14.59			
4	248.90	280.10	12.54			
5	242.10	276.80	14.33			
6	248.00	279.40	12.66			
7	235.50	269.00	14.23			
8	232.50	265.50	14.19			
9	234.90	268.70	14.39			
10	248.80	278.70	12.02			

Ensayo de Absorción a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:2

ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO						
Relación C:A = 1:2 Patrón						
Edad de la muestra = 28 días						
Ítem	Peso Seco al horno (X) (g)	Peso saturado sup. Seco (Y) (g)	Absorción (Y-X)/X*100 (%)	Absorción Promedio (%)	Desviación Estándar (%)	Rango de la Desv. Est.(%)
1	255.10	283.20	11.02	11.12	0.22	[0.15 - 0.41]
2	252.40	281.40	11.49			
3	255.60	283.50	10.92			
4	257.60	286.30	11.14			
5	256.20	284.50	11.05			
6	251.40	280.10	11.42			
7	255.00	283.80	11.29			
8	253.80	281.30	10.84			
9	253.30	280.90	10.90			
10	253.40	281.60	11.13			

Ensayo de Absorción a los 60 días, mortero patrón C:A = 1:2

ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO						
Relación C:A = 1:2 Patrón						
Edad de la muestra = 60 días						
Ítem	Peso Seco al horno (X) (g)	Peso saturado sup. Seco (Y) (g)	Absorción (Y-X)/X*100 (%)	Absorción Promedio (%)	Desviación Estándar (%)	Rango de la Desv. Est.(%)
1	252.50	279.50	10.69			
2	253.70	280.60	10.60			
3	259.80	285.90	10.05			
4	257.10	285.10	10.89			
5	257.20	284.80	10.73	10.59	0.25	[0.17 - 0.46]
6	255.30	281.90	10.42			
7	256.90	284.30	10.67			
8	252.40	278.90	10.50			
9	255.60	283.50	10.92			
10	257.50	284.50	10.49			

Ensayo de Absorción a los 7 días, mortero patrón C:A = 1:2 más 2.0% aditivo

ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO						
Relación C:A = 1:2 + 2.0% Aditivo						
Edad de la muestra = 7 días						
Ítem	Peso Seco al horno (X) (g)	Peso saturado sup. Seco (Y) (g)	Absorción (Y-X)/X*100 (%)	Absorción Promedio (%)	Desviación Estándar (%)	Rango de la Desv. Est.(%)
1	255.10	283.30	11.05			
2	259.60	288.90	11.29			
3	259.20	288.30	11.23			
4	254.80	282.60	10.91			
5	256.40	283.60	10.61	11.00	0.36	[0.25 - 0.66]
6	255.40	282.50	10.61			
7	256.30	284.50	11.00			
8	256.10	284.80	11.21			
9	257.50	284.50	10.49			
10	255.80	285.60	11.65			

Ensayo de Absorción a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:2 más 2.0% aditivo

ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO						
Relación C:A = 1:2 + 2.0% Aditivo						
Edad de la muestra = 28 días						
Ítem	Peso Seco al horno (X) (g)	Peso saturado sup. Seco (Y) (g)	Absorción (Y-X)/X*100 (%)	Absorción Promedio (%)	Desviación Estándar (%)	Rango de la Desv. Est.(%)
1	255.10	280.10	9.80	9.46	0.25	[0.18 - 0.47]
2	256.50	279.80	9.08			
3	254.70	279.40	9.70			
4	260.10	284.30	9.30			
5	256.30	280.60	9.48			
6	254.00	277.80	9.37			
7	256.40	279.80	9.13			
8	255.80	280.60	9.70			
9	256.20	280.10	9.33			
10	254.80	279.50	9.69			

Ensayo de Absorción a los 60 días, mortero patrón C:A = 1:2 más 2.0% aditivo

ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO						
Relación C:A = 1:2 + 2.0% Aditivo						
Edad de la muestra = 60 días						
Ítem	Peso Seco al horno (X) (g)	Peso saturado sup. Seco (Y) (g)	Absorción (Y-X)/X*100 (%)	Absorción Promedio (%)	Desviación Estándar (%)	Rango de la Desv. Est.(%)
1	261.20	286.50	9.69	9.45	0.43	[0.30 - 0.79]
2	259.10	284.70	9.88			
3	258.90	284.70	9.97			
4	261.60	285.10	8.98			
5	263.90	286.40	8.53			
6	258.20	283.20	9.68			
7	260.00	284.52	9.43			
8	259.70	284.43	9.52			
9	259.40	283.45	9.27			
10	259.60	284.40	9.55			

Ensayo de Absorción a los 7 días, mortero patrón C:A = 1:2 más 2.5% aditivo

ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO						
Relación C:A = 1:2 + 2.5% Aditivo						
Edad de la muestra = 7 días						
Ítem	Peso Seco al horno (X) (g)	Peso saturado sup. Seco (Y) (g)	Absorción (Y-X)/X*100 (%)	Absorción Promedio (%)	Desviación Estándar (%)	Rango de la Desv. Est.(%)
1	257.50	283.40	10.06	10.24	0.15	[0.11 - 0.28]
2	255.70	282.50	10.48			
3	258.30	284.60	10.18			
4	256.80	283.20	10.28			
5	256.70	283.30	10.36			
6	257.30	283.80	10.30			
7	257.10	283.10	10.11			
8	257.90	284.70	10.39			
9	256.80	283.00	10.20			
10	257.10	282.80	10.00			

Ensayo de Absorción a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:2 más 2.5% aditivo

ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO						
Relación C:A = 1:2 + 2.5% Aditivo						
Edad de la muestra = 28 días						
Ítem	Peso Seco al horno (X) (g)	Peso saturado sup. Seco (Y) (g)	Absorción (Y-X)/X*100 (%)	Absorción Promedio (%)	Desviación Estándar (%)	Rango de la Desv. Est.(%)
1	260.10	283.20	8.88	9.42	0.64	[0.44 - 1.18]
2	248.40	275.30	10.83			
3	254.40	280.10	10.10			
4	258.00	280.60	8.76			
5	256.80	281.90	9.77			
6	256.10	279.50	9.14			
7	256.30	280.00	9.25			
8	257.50	280.40	8.89			
9	254.70	278.60	9.38			
10	256.20	279.80	9.21			

Ensayo de Absorción a los 60 días, mortero patrón C:A = 1:2 más 2.5% aditivo

ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO						
Relación C:A = 1:2 + 2.5% Aditivo						
Edad de la muestra = 60 días						
Ítem	Peso Seco al horno (X) (g)	Peso saturado sup. Seco (Y) (g)	Absorción (Y-X)/X*100 (%)	Absorción Promedio (%)	Desviación Estándar (%)	Rango de la Desv. Est.(%)
1	261.40	282.70	8.15	7.80	0.43	[0.29 - 0.78]
2	266.00	284.60	6.99			
3	264.30	283.40	7.23			
4	261.60	283.30	8.30			
5	262.20	284.00	8.31			
6	263.50	284.00	7.78			
7	262.80	283.60	7.91			
8	264.52	285.40	7.89			
9	263.98	284.53	7.78			
10	264.70	285.00	7.67			

Ensayo de Absorción a los 7 días, mortero patrón C:A = 1:2 más 3.0% aditivo

ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO						
Relación C:A = 1:2 + 3.0% Aditivo						
Edad de la muestra = 7 días						
Ítem	Peso Seco al horno (X) (g)	Peso saturado sup. Seco (Y) (g)	Absorción (Y-X)/X*100 (%)	Absorción Promedio (%)	Desviación Estándar (%)	Rango de la Desv. Est.(%)
1	253.30	278.80	10.07	9.81	0.25	[0.17 - 0.45]
2	252.70	277.70	9.89			
3	255.80	279.30	9.19			
4	254.80	280.40	10.05			
5	255.10	280.00	9.76			
6	255.70	281.00	9.89			
7	254.80	279.60	9.73			
8	254.60	279.50	9.78			
9	255.10	280.30	9.88			
10	253.90	279.00	9.89			

Ensayo de Absorción a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:2 más 3.0% aditivo

ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO						
Relación C:A = 1:2 + 3.0% Aditivo						
Edad de la muestra = 28 días						
Ítem	Peso Seco al horno (X) (g)	Peso saturado sup. Seco (Y) (g)	Absorción (Y-X)/X*100 (%)	Absorción Promedio (%)	Desviación Estándar (%)	Rango de la Desv. Est.(%)
1	256.00	281.60	10.00	9.69	0.35	[0.24 - 0.64]
2	253.50	279.20	10.14			
3	257.60	281.60	9.32			
4	258.30	282.80	9.49			
5	257.00	280.60	9.18			
6	254.50	280.10	10.06			
7	257.20	281.70	9.53			
8	257.60	281.90	9.43			
9	256.70	281.60	9.70			
10	256.80	282.70	10.09			

Ensayo de Absorción a los 60 días, mortero patrón C:A = 1:2 más 3.0% aditivo

ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO						
Relación C:A = 1:2 + 3.0% Aditivo						
Edad de la muestra = 60 días						
Ítem	Peso Seco al horno (X) (g)	Peso saturado sup. Seco (Y) (g)	Absorción (Y-X)/X*100 (%)	Absorción Promedio (%)	Desviación Estándar (%)	Rango de la Desv. Est.(%)
1	259.00	282.40	9.03	9.22	0.37	[0.25 - 0.67]
2	256.40	280.70	9.48			
3	257.60	281.80	9.39			
4	262.70	284.80	8.41			
5	261.20	284.90	9.07			
6	258.20	282.20	9.30			
7	256.10	281.30	9.84			
8	259.70	283.70	9.24			
9	259.63	283.40	9.16			
10	260.40	284.50	9.25			

Ensayo de Absorción a los 7 días, mortero patrón C:A = 1:3

ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO						
Relación C:A = 1:3 Patrón						
Edad de la muestra = 7 días						
Ítem	Peso Seco al horno (X) (g)	Peso saturado sup. Seco (Y) (g)	Absorción (Y-X)/X*100 (%)	Absorción Promedio (%)	Desviación Estándar (%)	Rango de la Desv. Est.(%)
1	242.40	276.40	14.03	14.12	0.17	[0.12 - 0.31]
2	240.50	274.60	14.18			
3	242.40	276.30	13.99			
4	242.70	277.10	14.17			
5	240.10	274.60	14.37			
6	240.30	274.20	14.11			
7	241.20	274.58	13.84			
8	241.60	275.40	13.99			
9	241.60	276.30	14.36			
10	241.50	275.80	14.20			

Ensayo de Absorción a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:3

ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO						
Relación C:A = 1:3 Patrón						
Edad de la muestra = 28 días						
Ítem	Peso Seco al horno (X) (g)	Peso saturado sup. Seco (Y) (g)	Absorción (Y-X)/X*100 (%)	Absorción Promedio (%)	Desviación Estándar (%)	Rango de la Desv. Est.(%)
1	239.30	269.20	12.49	12.48	0.22	[0.15 - 0.40]
2	240.80	271.10	12.58			
3	242.50	273.20	12.66			
4	242.20	272.30	12.43			
5	243.10	272.80	12.22			
6	240.40	270.50	12.52			
7	242.80	272.50	12.23			
8	242.70	272.30	12.20			
9	242.80	273.40	12.60			
10	243.10	274.40	12.88			

Ensayo de Absorción a los 60 días, mortero patrón C:A = 1:3

ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO						
Relación C:A = 1:3 Patrón						
Edad de la muestra = 60 días						
Ítem	Peso Seco al horno (X) (g)	Peso saturado sup. Seco (Y) (g)	Absorción (Y-X)/X*100 (%)	Absorción Promedio (%)	Desviación Estándar (%)	Rango de la Desv. Est.(%)
1	243.30	272.90	12.17	11.92	0.29	[0.20 - 0.53]
2	244.80	272.40	11.27			
3	242.20	272.10	12.35			
4	243.10	272.60	12.13			
5	245.00	273.80	11.76			
6	244.60	273.60	11.86			
7	243.85	273.00	11.95			
8	243.60	272.70	11.95			
9	244.31	273.54	11.96			
10	243.35	272.10	11.81			

Ensayo de Absorción a los 7 días, mortero patrón C:A = 1:3 más 2.0% aditivo

ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO						
Relación C:A = 1:3 + 2.0% Aditivo						
Edad de la muestra = 7 días						
Ítem	Peso Seco al horno (X) (g)	Peso saturado sup. Seco (Y) (g)	Absorción (Y-X)/X*100 (%)	Absorción Promedio (%)	Desviación Estándar (%)	Rango de la Desv. Est.(%)
1	240.60	271.00	12.64	12.38	0.25	[0.17 - 0.46]
2	239.50	269.80	12.65			
3	239.40	269.40	12.53			
4	241.60	271.90	12.54			
5	241.30	270.90	12.27			
6	242.40	271.30	11.92			
7	245.50	275.00	12.02			
8	242.60	273.00	12.53			
9	241.80	271.60	12.32			
10	242.70	272.80	12.40			

Ensayo de Absorción a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:3 más 2.0% aditivo

ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO						
Relación C:A = 1:3 + 2.0% Aditivo						
Edad de la muestra = 28 días						
Ítem	Peso Seco al horno (X) (g)	Peso saturado sup. Seco (Y) (g)	Absorción (Y-X)/X*100 (%)	Absorción Promedio (%)	Desviación Estándar (%)	Rango de la Desv. Est.(%)
1	241.80	271.40	12.24	12.24	0.15	[0.11 - 0.28]
2	238.70	268.50	12.48			
3	240.70	270.00	12.17			
4	244.10	273.70	12.13			
5	238.50	267.60	12.20			
6	240.80	270.30	12.25			
7	239.30	268.20	12.08			
8	238.80	268.70	12.52			
9	240.30	269.30	12.07			
10	239.50	268.90	12.28			

Ensayo de Absorción a los 60 días, mortero patrón C:A = 1:3 más 2.0% aditivo

ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO						
Relación C:A = 1:3 + 2.0% Aditivo						
Edad de la muestra = 60 días						
Ítem	Peso Seco al horno (X) (g)	Peso saturado sup. Seco (Y) (g)	Absorción (Y-X)/X*100 (%)	Absorción Promedio (%)	Desviación Estándar (%)	Rango de la Desv. Est.(%)
1	244.10	273.50	12.04	11.56	0.27	[0.18 - 0.49]
2	241.00	269.30	11.74			
3	243.70	271.90	11.57			
4	245.20	272.60	11.17			
5	246.10	274.20	11.42			
6	245.70	274.00	11.52			
7	244.30	273.10	11.79			
8	252.20	280.40	11.18			
9	242.10	270.20	11.61			
10	245.20	273.50	11.54			

Ensayo de Absorción a los 7 días, mortero patrón C:A = 1:3 más 2.5% aditivo

ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO						
Relación C:A = 1:3 + 2.5% Aditivo						
Edad de la muestra = 7 días						
Ítem	Peso Seco al horno (X) (g)	Peso saturado sup. Seco (Y) (g)	Absorción (Y-X)/X*100 (%)	Absorción Promedio (%)	Desviación Estándar (%)	Rango de la Desv. Est.(%)
1	239.70	268.70	12.10	11.78	0.17	[0.12 - 0.31]
2	247.70	276.50	11.63			
3	246.20	274.80	11.62			
4	246.90	275.50	11.58			
5	245.80	274.40	11.64			
6	245.50	274.89	11.97			
7	246.30	275.60	11.90			
8	246.70	275.70	11.76			
9	245.10	274.10	11.83			
10	244.30	273.20	11.83			

Ensayo de Absorción a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:3 más 2.5% aditivo

ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO						
Relación C:A = 1:3 + 2.5% Aditivo						
Edad de la muestra = 28 días						
Ítem	Peso Seco al horno (X) (g)	Peso saturado sup. Seco (Y) (g)	Absorción (Y-X)/X*100 (%)	Absorción Promedio (%)	Desviación Estándar (%)	Rango de la Desv. Est.(%)
1	248.80	276.20	11.01	10.96	0.23	[0.16 - 0.42]
2	254.20	282.30	11.05			
3	253.40	281.00	10.89			
4	247.10	274.00	10.89			
5	253.10	279.90	10.59			
6	253.80	282.30	11.23			
7	252.70	279.70	10.68			
8	253.60	282.10	11.24			
9	253.24	281.60	11.20			
10	252.50	279.78	10.80			

Ensayo de Absorción a los 60 días, mortero patrón C:A = 1:3 más 2.5% aditivo

ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO						
Relación C:A = 1:3 + 2.5% Aditivo						
Edad de la muestra = 60 días						
Ítem	Peso Seco al horno (X) (g)	Peso saturado sup. Seco (Y) (g)	Absorción (Y-X)/X*100 (%)	Absorción Promedio (%)	Desviación Estándar (%)	Rango de la Desv. Est.(%)
1	254.80	276.50	8.52	8.55	0.22	[0.15 - 0.39]
2	254.70	275.50	8.17			
3	261.30	284.20	8.76			
4	255.60	277.10	8.41			
5	252.90	275.40	8.90			
6	254.80	276.54	8.53			
7	254.10	276.00	8.62			
8	254.30	276.50	8.73			
9	253.80	275.50	8.55			
10	255.70	277.00	8.33			

Ensayo de Absorción a los 7 días, mortero patrón C:A = 1:3 más 3.0% aditivo

ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO						
Relación C:A = 1:3 + 3.0% Aditivo						
Edad de la muestra = 7 días						
Ítem	Peso Seco al horno (X) (g)	Peso saturado sup. Seco (Y) (g)	Absorción (Y-X)/X*100 (%)	Absorción Promedio (%)	Desviación Estándar (%)	Rango de la Desv. Est.(%)
1	241.90	270.10	11.66	11.51	0.14	[0.10 - 0.25]
2	235.10	262.50	11.65			
3	242.20	269.30	11.19			
4	238.90	266.60	11.59			
5	243.70	271.60	11.45			
6	242.20	270.00	11.48			
7	241.30	269.10	11.52			
8	241.80	269.50	11.46			
9	242.50	270.40	11.51			
10	242.70	270.90	11.62			

Ensayo de Absorción a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:3 más 3.0% aditivo

ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO						
Relación C:A = 1:3 + 3.0% Aditivo						
Edad de la muestra = 28 días						
Ítem	Peso Seco al horno (X) (g)	Peso saturado sup. Seco (Y) (g)	Absorción (Y-X)/X*100 (%)	Absorción Promedio (%)	Desviación Estándar (%)	Rango de la Desv. Est.(%)
1	244.00	271.00	11.07	11.51	0.39	[0.27 - 0.70]
2	243.40	271.60	11.59			
3	245.40	273.00	11.25			
4	243.20	272.00	11.84			
5	242.50	271.60	12.00			
6	243.80	270.20	10.83			
7	243.00	272.10	11.98			
8	242.70	270.81	11.58			
9	243.90	272.20	11.60			
10	243.60	271.30	11.37			

Ensayo de Absorción a los 60 días, mortero patrón C:A = 1:3 más 3.0% aditivo

ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO						
Relación C:A = 1:3 + 3.0% Aditivo						
Edad de la muestra = 60 días						
Ítem	Peso Seco al horno (X) (g)	Peso saturado sup. Seco (Y) (g)	Absorción (Y-X)/X*100 (%)	Absorción Promedio (%)	Desviación Estándar (%)	Rango de la Desv. Est.(%)
1	244.10	271.20	11.10	11.14	0.48	[0.33 - 0.88]
2	245.40	273.20	11.33			
3	240.60	268.70	11.68			
4	242.90	270.50	11.36			
5	246.20	272.20	10.56			
6	242.80	271.20	11.70			
7	246.60	271.80	10.22			
8	246.10	273.00	10.93			
9	245.40	272.30	10.96			
10	243.80	271.87	11.51			

Ensayo de Absorción a los 7 días, mortero patrón C:A = 1:4

ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO						
Relación C:A = 1:4 Patrón						
Edad de la muestra = 7 días						
Ítem	Peso Seco al horno (X) (g)	Peso saturado sup. Seco (Y) (g)	Absorción (Y-X)/X*100 (%)	Absorción Promedio (%)	Desviación Estándar (%)	Rango de la Desv. Est.(%)
1	236.00	270.00	14.41	15.06	0.68	[0.47 - 1.24]
2	236.00	270.10	14.45			
3	231.20	269.00	16.35			
4	229.50	266.50	16.12			
5	236.50	271.90	14.97			
6	236.10	270.30	14.49			
7	236.50	271.00	14.59			
8	235.80	271.50	15.14			
9	236.40	271.90	15.02			
10	235.40	270.80	15.04			

Ensayo de Absorción a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:4

ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO						
Relación C:A = 1:4 Patrón						
Edad de la muestra = 28 días						
Ítem	Peso Seco al horno (X) (g)	Peso saturado sup. Seco (Y) (g)	Absorción (Y-X)/X*100 (%)	Absorción Promedio (%)	Desviación Estándar (%)	Rango de la Desv. Est.(%)
1	231.80	264.90	14.28	14.53	0.24	[0.16 - 0.43]
2	231.70	265.10	14.42			
3	232.20	265.80	14.47			
4	227.60	261.90	15.07			
5	235.60	269.30	14.30			
6	230.40	264.20	14.67			
7	232.00	265.55	14.46			
8	231.80	265.10	14.37			
9	232.50	266.40	14.58			
10	232.70	266.90	14.70			

Ensayo de Absorción a los 60 días, mortero patrón C:A = 1:4

ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO						
Relación C:A = 1:4 Patrón						
Edad de la muestra = 60 días						
Ítem	Peso Seco al horno (X) (g)	Peso saturado sup. Seco (Y) (g)	Absorción (Y-X)/X*100 (%)	Absorción Promedio (%)	Desviación Estándar (%)	Rango de la Desv. Est.(%)
1	228.90	263.10	14.94	14.45	0.60	[0.41 - 1.09]
2	233.00	265.00	13.73			
3	229.70	263.40	14.67			
4	228.90	263.30	15.03			
5	237.50	268.80	13.18			
6	228.40	262.50	14.93			
7	229.58	262.54	14.36			
8	230.00	263.10	14.39			
9	228.49	262.50	14.88			
10	230.50	263.58	14.35			

Ensayo de Absorción a los 7 días, mortero patrón C:A = 1:4 más 2.0% aditivo

ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO						
Relación C:A = 1:4 + 2.0% Aditivo						
Edad de la muestra = 7 días						
Ítem	Peso Seco al horno (X) (g)	Peso saturado sup. Seco (Y) (g)	Absorción (Y-X)/X*100 (%)	Absorción Promedio (%)	Desviación Estándar (%)	Rango de la Desv. Est.(%)
1	237.70	268.50	12.96	13.54	0.35	[0.24 - 0.64]
2	231.50	262.70	13.48			
3	233.20	263.50	12.99			
4	231.50	263.00	13.61			
5	230.30	261.90	13.72			
6	233.30	265.50	13.80			
7	231.90	263.60	13.67			
8	231.50	264.10	14.08			
9	232.10	263.80	13.66			
10	233.00	264.20	13.39			

Ensayo de Absorción a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:4 más 2.0% aditivo

ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO						
Relación C:A = 1:4 + 2.0% Aditivo						
Edad de la muestra = 28 días						
Ítem	Peso Seco al horno (X) (g)	Peso saturado sup. Seco (Y) (g)	Absorción (Y-X)/X*100 (%)	Absorción Promedio (%)	Desviación Estándar (%)	Rango de la Desv. Est.(%)
1	234.10	265.30	13.33	13.53	0.34	[0.24 - 0.63]
2	231.30	263.40	13.88			
3	231.50	262.70	13.48			
4	233.30	265.50	13.80			
5	231.90	262.80	13.32			
6	233.10	263.20	12.91			
7	230.00	262.00	13.91			
8	233.60	264.30	13.14			
9	233.10	265.30	13.81			
10	231.90	263.60	13.67			

Ensayo de Absorción a los 60 días, mortero patrón C:A = 1:4 más 2.0% aditivo

ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO						
Relación C:A = 1:4 + 2.0% Aditivo						
Edad de la muestra = 60 días						
Ítem	Peso Seco al horno (X) (g)	Peso saturado sup. Seco (Y) (g)	Absorción (Y-X)/X*100 (%)	Absorción Promedio (%)	Desviación Estándar (%)	Rango de la Desv. Est.(%)
1	235.40	264.60	12.40	12.80	0.38	[0.26 - 0.69]
2	238.40	268.10	12.46			
3	237.90	267.80	12.57			
4	233.70	264.00	12.97			
5	234.30	265.20	13.19			
6	234.20	265.10	13.19			
7	233.70	264.90	13.35			
8	235.50	265.80	12.87			
9	235.40	265.30	12.70			
10	236.60	265.60	12.26			

Ensayo de Absorción a los 7 días, mortero patrón C:A = 1:4 más 2.5% aditivo

ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO						
Relación C:A = 1:4 + 2.5% Aditivo						
Edad de la muestra = 7 días						
Ítem	Peso Seco al horno (X) (g)	Peso saturado sup. Seco (Y) (g)	Absorción (Y-X)/X*100 (%)	Absorción Promedio (%)	Desviación Estándar (%)	Rango de la Desv. Est.(%)
1	234.50	265.50	13.22	13.45	0.70	[0.48 - 1.29]
2	235.80	266.90	13.19			
3	234.10	265.10	13.24			
4	234.10	265.30	13.33			
5	237.30	267.00	12.52			
6	233.40	264.50	13.32			
7	230.40	264.30	14.71			
8	231.80	265.80	14.67			
9	235.90	266.30	12.89			
10	233.70	265.10	13.44			

Ensayo de Absorción a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:4 más 2.5% aditivo

ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO						
Relación C:A = 1:4 + 2.5% Aditivo						
Edad de la muestra = 28 días						
Ítem	Peso Seco al horno (X) (g)	Peso saturado sup. Seco (Y) (g)	Absorción (Y-X)/X*100 (%)	Absorción Promedio (%)	Desviación Estándar (%)	Rango de la Desv. Est.(%)
1	237.20	269.40	13.58	13.31	0.15	[0.10 - 0.28]
2	241.20	273.00	13.18			
3	238.40	269.60	13.09			
4	236.60	268.40	13.44			
5	238.20	269.90	13.31			
6	237.40	269.10	13.35			
7	237.00	268.80	13.42			
8	236.90	268.30	13.25			
9	237.10	268.80	13.37			
10	237.80	269.00	13.12			

Ensayo de Absorción a los 60 días, mortero patrón C:A = 1:4 más 2.5% aditivo

ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO						
Relación C:A = 1:4 + 2.5% Aditivo						
Edad de la muestra = 60 días						
Ítem	Peso Seco al horno (X) (g)	Peso saturado sup. Seco (Y) (g)	Absorción (Y-X)/X*100 (%)	Absorción Promedio (%)	Desviación Estándar (%)	Rango de la Desv. Est.(%)
1	243.70	271.90	11.57	10.97	1.40	[0.96 - 2.56]
2	239.20	268.40	12.21			
3	251.80	270.30	7.35			
4	243.60	272.30	11.78			
5	240.80	269.50	11.92			
6	243.50	269.20	10.55			
7	244.10	272.90	11.80			
8	243.80	270.18	10.82			
9	244.60	271.80	11.12			
10	243.70	269.40	10.55			

Ensayo de Absorción a los 7 días, mortero patrón C:A = 1:4 más 3.0% aditivo

ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO						
Relación C:A = 1:4 + 3.0% Aditivo						
Edad de la muestra = 7 días						
Ítem	Peso Seco al horno (X) (g)	Peso saturado sup. Seco (Y) (g)	Absorción (Y-X)/X*100 (%)	Absorción Promedio (%)	Desviación Estándar (%)	Rango de la Desv. Est.(%)
1	236.20	266.70	12.91	13.29	0.35	[0.24 - 0.63]
2	231.40	263.30	13.79			
3	231.80	263.20	13.55			
4	237.40	268.90	13.27			
5	233.80	266.00	13.77			
6	237.20	268.40	13.15			
7	236.50	267.30	13.02			
8	236.10	266.40	12.83			
9	236.54	267.50	13.09			
10	236.70	268.70	13.52			

Ensayo de Absorción a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:4 más 3.0% aditivo

ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO						
Relación C:A = 1:4 + 3.0% Aditivo						
Edad de la muestra = 28 días						
Ítem	Peso Seco al horno (X) (g)	Peso saturado sup. Seco (Y) (g)	Absorción (Y-X)/X*100 (%)	Absorción Promedio (%)	Desviación Estándar (%)	Rango de la Desv. Est.(%)
1	237.00	268.00	13.08	13.33	0.23	[0.16 - 0.42]
2	235.40	267.90	13.81			
3	237.00	268.40	13.25			
4	236.00	267.30	13.26			
5	232.40	263.20	13.25			
6	236.60	268.70	13.57			
7	236.80	267.70	13.05			
8	237.40	269.10	13.35			
9	237.30	268.60	13.19			
10	236.00	267.80	13.47			

Ensayo de Absorción a los 60 días, mortero patrón C:A = 1:4 más 3.0% aditivo

ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO						
Relación C:A = 1:4 + 3.0% Aditivo						
Edad de la muestra = 60 días						
Ítem	Peso Seco al horno (X) (g)	Peso saturado sup. Seco (Y) (g)	Absorción (Y-X)/X*100 (%)	Absorción Promedio (%)	Desviación Estándar (%)	Rango de la Desv. Est.(%)
1	237.60	267.10	12.42	12.32	0.33	[0.23 - 0.60]
2	240.70	270.00	12.17			
3	238.80	268.60	12.48			
4	240.90	269.80	12.00			
5	235.00	264.60	12.60			
6	236.20	264.40	11.94			
7	233.30	262.90	12.69			
8	238.20	268.00	12.51			
9	239.30	269.50	12.62			
10	242.50	271.00	11.75			

Ensayo de Resistencia a la compresión a los 7 días, mortero patrón C:A = 1:2

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO									
Relación C:A = 1:2 Patrón									
Edad de la muestra = 7 días									
Ítem	Peso (g)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Carga (KN)	f'c (Kg/cm ²)	f'c Prom. (Kg/cm ²)	Desviación Estándar (Kg/cm ²)	Rango de la Desv. Est.(Kg/cm ²)
1	273.80	5.10	5.10	5.00	103.70	406.55	368.63	40.24	[27.68 - 73.45]
2	275.61	5.20	5.10	5.05	70.84	272.38			
3	274.90	5.10	5.10	5.01	104.46	409.53			
4	275.00	5.10	5.15	5.00	100.36	389.63			
5	273.62	5.10	5.10	5.06	93.10	364.99			
6	276.10	5.11	4.98	5.10	95.60	383.07			
7	273.29	5.15	5.10	5.02	102.10	396.39			
8	274.55	5.12	5.12	5.03	88.61	344.68			
9	273.68	5.10	5.00	5.10	90.78	363.01			
10	273.65	5.15	5.16	5.00	92.80	356.09			

Ensayo de Resistencia a la compresión a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:2

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO									
Relación C:A = 1:2 Patrón									
Edad de la muestra = 28 días									
Ítem	Peso (g)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Carga (KN)	f'c (Kg/cm ²)	f'c Prom. (Kg/cm ²)	Desviación Estándar (Kg/cm ²)	Rango de la Desv. Est.(Kg/cm ²)
1	275.10	5.11	5.00	5.09	98.30	392.32	427.65	32.09	[27.68 - 73.45]
2	276.50	5.10	4.91	5.15	113.67	462.88			
3	271.60	5.00	5.11	5.11	99.32	396.39			
4	284.10	5.09	5.15	5.10	116.40	452.79			
5	280.40	4.99	5.11	5.10	113.98	455.81			
6	282.40	5.11	5.15	4.99	99.10	383.99			
7	283.40	5.11	5.12	5.05	112.96	440.26			
8	276.90	5.11	4.96	5.11	112.08	450.92			
9	277.00	5.02	5.10	5.10	98.34	391.68			
10	279.60	5.10	5.00	5.09	112.40	449.47			

Ensayo de Resistencia a la compresión a los 7 días, mortero patrón C:A = 1:2 más 2.0% aditivo

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO									
Relación C:A = 1:2 + 2.0% Aditivo									
Edad de la muestra = 7 días									
Ítem	Peso (g)	Altura (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Carga (KN)	f'c (Kg/cm ²)	f'c Prom. (Kg/cm ²)	Desviación Estándar (Kg/cm ²)	Rango de la Desv. Est.(Kg/cm ²)
1	285.20	5.00	5.10	5.10	106.28	424.99	417.48	15.89	[10.93 - 29.00]
2	284.96	5.10	5.10	5.10	100.48	393.92			
3	285.30	5.05	5.05	5.10	108.42	433.51			
4	286.75	5.10	5.10	5.10	102.30	401.06			
5	285.21	5.11	5.15	5.10	109.54	424.44			
6	285.45	5.12	5.10	5.12	102.40	399.88			
7	284.60	5.00	5.08	5.08	107.60	431.97			
8	284.40	4.99	5.12	5.09	105.90	422.67			
9	286.40	5.20	5.10	5.10	105.38	405.19			
10	285.90	5.15	5.10	5.20	112.60	437.15			

Ensayo de Resistencia a la compresión a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:2 más 2.0% aditivo

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO									
Relación C:A = 1:2 + 2.0% Aditivo									
Edad de la muestra = 28 días									
Ítem	Peso (g)	Altura (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Carga (KN)	f'c (Kg/cm ²)	f'c Prom. (Kg/cm ²)	Desviación Estándar (Kg/cm ²)	Rango de la Desv. Est.(Kg/cm ²)
1	292.80	5.08	5.10	5.21	108.42	426.72	446.33	18.86	[12.97 - 34.43]
2	289.80	5.10	5.10	5.10	110.80	434.38			
3	284.70	5.10	5.10	5.10	117.48	460.57			
4	282.70	5.09	5.11	5.05	109.83	430.58			
5	286.30	5.10	5.11	5.10	107.68	421.32			
6	284.00	5.06	5.09	5.09	118.54	469.32			
7	282.10	5.08	5.10	5.01	112.30	442.00			
8	285.30	5.10	5.00	5.10	118.86	475.30			
9	284.90	5.00	5.10	5.05	110.70	442.67			
10	286.40	5.04	5.00	5.10	113.78	460.40			

Ensayo de Resistencia a la compresión a los 7 días, mortero patrón C:A = 1:2 más 2.5% aditivo

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO									
Relación C:A = 1:2 + 2.5% Aditivo									
Edad de la muestra = 7 días									
Ítem	Peso (g)	Altura (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Carga (KN)	f'c (Kg/cm ²)	f'c Prom. (Kg/cm ²)	Desviación Estándar (Kg/cm ²)	Rango de la Desv. Est.(Kg/cm ²)
1	281.00	5.08	5.08	5.05	91.66	362.18	374.06	25.09	[17.26 - 45.81]
2	280.50	5.02	5.08	5.10	102.30	409.05			
3	281.50	5.10	5.10	5.00	84.18	330.02			
4	281.30	5.05	5.11	5.10	96.52	381.40			
5	282.00	5.05	5.12	5.10	87.78	346.18			
6	280.80	5.10	5.10	5.05	90.63	355.31			
7	281.40	5.00	5.10	5.10	97.60	390.29			
8	280.70	4.99	5.00	5.10	96.31	393.62			
9	281.90	5.03	5.11	5.10	100.10	397.12			
10	280.40	5.10	5.10	5.00	95.76	375.42			

Ensayo de Resistencia a la compresión a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:2 más 2.5% aditivo

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO									
Relación C:A = 1:2 + 2.5% Aditivo									
Edad de la muestra = 28 días									
Ítem	Peso (g)	Altura (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Carga (KN)	f'c (Kg/cm ²)	f'c Prom. (Kg/cm ²)	Desviación Estándar (Kg/cm ²)	Rango de la Desv. Est.(Kg/cm ²)
1	280.10	5.10	5.10	5.12	111.80	438.30	453.82	13.86	[9.53 - 25.31]
2	284.80	5.08	5.10	5.08	111.66	439.48			
3	282.00	5.05	5.09	5.04	121.92	483.66			
4	284.20	5.10	5.08	5.00	114.25	449.67			
5	282.00	5.11	5.05	5.10	114.70	455.02			
6	284.10	5.05	5.10	5.00	114.80	454.52			
7	283.60	5.11	5.10	5.00	115.80	453.10			
8	284.80	5.15	5.10	5.01	113.70	441.42			
9	283.60	5.05	5.05	5.10	117.20	468.62			
10	284.20	5.10	5.10	5.00	115.90	454.38			

Ensayo de Resistencia a la compresión a los 7 días, mortero patrón C:A = 1:2 más 3.0% aditivo

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO									
Relación C:A = 1:2 + 3.0% Aditivo									
Edad de la muestra = 7 días									
Ítem	Peso (g)	Altura (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Carga (KN)	f'c (Kg/cm ²)	f'c Prom. (Kg/cm ²)	Desviación Estándar (Kg/cm ²)	Rango de la Desv. Est.(Kg/cm ²)
1	277.50	5.08	5.09	5.10	96.20	379.37			
2	277.90	5.10	5.05	5.02	93.26	369.24			
3	276.40	5.01	5.09	5.07	109.72	438.74			
4	277.00	5.08	5.09	5.05	101.22	399.17			
5	276.85	5.08	5.04	5.06	99.32	395.56	396.41	18.96	[13.04 - 34.61]
6	275.38	5.10	5.05	5.05	97.58	386.34			
7	276.31	5.09	5.10	5.05	100.30	393.99			
8	276.30	5.08	5.10	5.06	104.87	412.75			
9	276.80	5.11	5.08	5.10	101.32	398.00			
10	275.80	5.10	5.10	5.00	99.73	390.98			

Ensayo de Resistencia a la compresión a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:2 más 3.0% aditivo

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO									
Relación C:A = 1:2 + 3.0% Aditivo									
Edad de la muestra = 28 días									
Ítem	Peso (g)	Altura (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Carga (KN)	f'c (Kg/cm ²)	f'c Prom. (Kg/cm ²)	Desviación Estándar (Kg/cm ²)	Rango de la Desv. Est.(Kg/cm ²)
1	280.30	5.10	5.00	5.10	110.00	439.87			
2	277.10	5.10	5.08	5.01	99.98	393.51			
3	277.80	5.08	4.98	5.05	112.82	454.74			
4	280.40	5.09	5.09	5.05	104.66	411.92			
5	278.40	5.08	5.08	5.08	116.30	459.54	433.92	24.36	[16.76 - 44.47]
6	281.70	5.10	5.09	5.09	115.12	452.20			
7	278.30	5.11	4.99	5.08	113.80	455.09			
8	281.50	5.09	5.05	5.12	101.96	404.48			
9	280.40	5.10	5.05	5.08	105.82	418.97			
10	281.60	5.15	5.10	5.04	115.63	448.92			

Ensayo de Resistencia a la compresión a los 7 días, mortero patrón C:A = 1:3

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO									
Relación C:A = 1:3 Patrón									
Edad de la muestra = 7 días									
Ítem	Peso (g)	Altura (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Carga (KN)	f'c (Kg/cm ²)	f'c Prom. (Kg/cm ²)	Desviación Estándar (Kg/cm ²)	Rango de la Desv. Est.(Kg/cm ²)
1	272.30	5.10	5.10	5.02	54.62	214.13	214.88	5.86	[4.03 - 10.70]
2	273.10	5.10	5.10	5.00	54.00	211.70			
3	272.50	5.05	5.00	5.10	52.14	210.56			
4	271.60	5.10	5.10	5.00	56.92	223.15			
5	273.50	5.09	5.05	5.10	54.65	216.80			
6	271.80	5.10	5.05	5.10	54.52	215.86			
7	271.40	5.08	5.10	5.10	53.80	211.75			
8	273.54	5.11	5.11	5.04	52.20	203.85			
9	272.00	5.10	5.10	5.02	56.87	222.95			
10	272.90	5.10	5.10	5.00	55.63	218.09			

Ensayo de Resistencia a la compresión a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:3

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO									
Relación C:A = 1:3 Patrón									
Edad de la muestra = 28 días									
Ítem	Peso (g)	Altura (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Carga (KN)	f'c (Kg/cm ²)	f'c Prom. (Kg/cm ²)	Desviación Estándar (Kg/cm ²)	Rango de la Desv. Est.(Kg/cm ²)
1	272.40	5.05	5.09	5.10	69.24	274.68	256.98	9.64	[6.63 - 17.60]
2	274.00	5.10	5.06	5.10	65.90	260.40			
3	269.40	5.10	5.10	5.10	64.20	251.69			
4	271.20	5.10	5.10	5.10	61.20	239.93			
5	274.90	5.10	5.01	5.10	64.70	258.21			
6	273.60	5.11	5.10	5.00	64.80	253.55			
7	274.90	5.05	5.10	5.02	65.30	258.54			
8	274.10	5.10	5.08	5.00	62.80	247.17			
9	273.65	5.00	5.10	5.10	66.37	265.40			
10	274.85	5.10	4.99	5.10	64.94	260.20			

Ensayo de Resistencia a la compresión a los 7 días, mortero patrón C:A = 1:3 más 2.0% aditivo

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO									
Relación C:A = 1:3 + 2.0% Aditivo									
Edad de la muestra = 7 días									
Ítem	Peso (g)	Altura (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Carga (KN)	f'c (Kg/cm ²)	f'c Prom. (Kg/cm ²)	Desviación Estándar (Kg/cm ²)	Rango de la Desv. Est.(Kg/cm ²)
1	268.50	4.95	5.10	5.09	66.84	269.98			
2	267.90	5.01	5.10	5.09	65.12	259.88			
3	268.30	5.10	5.00	5.10	66.56	266.16			
4	268.40	5.00	5.08	5.10	68.40	274.60			
5	269.10	4.98	5.11	5.10	71.58	286.82			
6	266.80	4.94	5.10	5.09	68.86	278.70	268.27	23.05	[15.86 - 42.08]
7	267.40	4.99	5.11	5.09	68.38	273.45			
8	267.12	5.10	5.10	5.05	53.44	209.51			
9	268.30	5.09	4.91	5.10	72.38	295.32			
10	268.15	5.10	5.11	5.10	68.56	268.26			

Ensayo de Resistencia a la compresión a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:3 más 2.0% aditivo

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO									
Relación C:A = 1:3 + 2.0% Aditivo									
Edad de la muestra = 28 días									
Ítem	Peso (g)	Altura (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Carga (KN)	f'c (Kg/cm ²)	f'c Prom. (Kg/cm ²)	Desviación Estándar (Kg/cm ²)	Rango de la Desv. Est.(Kg/cm ²)
1	268.60	5.00	5.10	5.10	67.98	271.84			
2	274.50	5.10	4.99	5.10	82.08	328.88			
3	270.10	4.99	5.10	5.10	72.08	288.81			
4	271.80	5.00	5.10	5.08	74.76	298.95			
5	272.40	5.00	5.10	5.10	77.82	311.19			
6	271.90	5.10	5.11	5.01	67.98	265.99	291.55	29.31	[20.16 - 53.51]
7	273.90	5.10	5.04	5.11	77.48	307.37			
8	272.30	5.10	5.10	5.00	59.08	231.62			
9	272.40	5.10	5.10	5.02	69.90	274.04			
10	269.50	5.00	5.10	5.09	79.68	318.63			

Ensayo de Resistencia a la compresión a los 7 días, mortero patrón C:A = 1:3 más 2.5% aditivo

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO									
Relación C:A = 1:3 + 2.5% Aditivo									
Edad de la muestra = 7 días									
Ítem	Peso (g)	Altura (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Carga (KN)	f'c (Kg/cm ²)	f'c Prom. (Kg/cm ²)	Desviación Estándar (Kg/cm ²)	Rango de la Desv. Est.(Kg/cm ²)
1	271.00	5.10	5.10	5.00	60.18	235.93			
2	275.60	5.10	5.10	5.10	61.98	242.99			
3	276.00	5.10	5.10	5.05	56.22	220.41			
4	275.60	5.11	5.08	5.10	59.30	232.94			
5	275.10	5.08	5.10	5.02	57.40	225.92			
6	275.80	5.10	5.11	5.02	58.32	228.19	233.10	7.11	[4.89 - 12.97]
7	276.00	5.10	5.12	5.03	60.70	237.04			
8	274.50	5.02	5.10	5.05	57.80	230.21			
9	276.30	5.12	5.00	5.10	60.82	242.26			
10	275.00	5.10	5.11	5.00	60.10	235.16			

Ensayo de Resistencia a la compresión a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:3 más 2.5% aditivo

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO									
Relación C:A = 1:3 + 2.5% Aditivo									
Edad de la muestra = 28 días									
Ítem	Peso (g)	Altura (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Carga (KN)	f'c (Kg/cm ²)	f'c Prom. (Kg/cm ²)	Desviación Estándar (Kg/cm ²)	Rango de la Desv. Est.(Kg/cm ²)
1	282.70	5.05	5.07	5.06	92.55	368.60			
2	276.20	5.08	5.10	5.08	83.36	328.09			
3	275.90	5.09	5.09	5.09	88.58	348.64			
4	274.00	5.02	5.10	5.10	82.64	329.15			
5	276.30	5.02	5.09	5.10	87.90	350.78			
6	275.95	5.10	5.05	5.10	83.65	331.19	345.85	14.44	[9.93 - 26.36]
7	276.10	5.01	5.05	5.10	88.91	358.34			
8	274.80	5.10	5.10	5.04	85.27	334.29			
9	276.50	5.15	5.10	5.02	92.90	360.67			
10	275.38	5.05	5.05	5.10	87.23	348.78			

Ensayo de Resistencia a la compresión a los 7 días, mortero patrón C:A = 1:3 más 3.0% aditivo

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO									
Relación C:A = 1:3 + 3.0% Aditivo									
Edad de la muestra = 7 días									
Ítem	Peso (g)	Altura (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Carga (KN)	f'c (Kg/cm ²)	f'c Prom. (Kg/cm ²)	Desviación Estándar (Kg/cm ²)	Rango de la Desv. Est.(Kg/cm ²)
1	268.80	4.90	5.10	5.00	62.50	255.03	250.17	13.03	[8.97 - 23.80]
2	270.70	4.90	5.11	5.08	65.28	265.85			
3	268.50	5.09	5.00	5.09	64.56	258.67			
4	268.50	5.00	5.10	5.10	55.30	221.13			
5	268.50	5.00	5.00	5.10	62.03	253.01			
6	268.70	5.05	5.12	5.10	64.70	255.16			
7	269.00	5.06	5.11	5.10	59.51	234.69			
8	268.30	5.10	5.10	5.03	64.23	251.81			
9	269.30	5.00	5.10	5.04	62.05	248.13			
10	268.10	4.80	5.08	5.10	61.75	258.23			

Ensayo de Resistencia a la compresión a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:3 más 3.0% aditivo

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO									
Relación C:A = 1:3 + 3.0% Aditivo									
Edad de la muestra = 28 días									
Ítem	Peso (g)	Altura (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Carga (KN)	f'c (Kg/cm ²)	f'c Prom. (Kg/cm ²)	Desviación Estándar (Kg/cm ²)	Rango de la Desv. Est.(Kg/cm ²)
1	270.10	5.06	5.06	5.00	77.43	308.38	293.18	18.03	[12.40 - 32.91]
2	271.30	5.10	5.00	5.09	66.68	266.64			
3	269.50	5.10	5.08	5.00	68.22	268.50			
4	269.80	5.08	5.02	5.15	78.36	313.33			
5	269.30	5.10	4.98	5.10	74.02	297.18			
6	271.50	5.10	5.02	5.10	67.70	269.64			
7	268.80	5.01	5.08	5.08	75.96	304.34			
8	269.70	5.10	5.00	5.10	75.26	300.95			
9	269.30	5.10	4.99	5.05	76.84	307.89			
10	269.41	5.10	5.10	5.00	75.23	294.93			

Ensayo de Resistencia a la compresión a los 7 días, mortero patrón C:A = 1:4

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO									
Relación C:A = 1:4 Patrón									
Edad de la muestra = 7 días									
Ítem	Peso (g)	Altura (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Carga (KN)	f'c (Kg/cm ²)	f'c Prom. (Kg/cm ²)	Desviación Estándar (Kg/cm ²)	Rango de la Desv. Est.(Kg/cm ²)
1	266.30	5.15	5.10	4.80	31.86	123.69			
2	266.40	5.10	5.10	5.05	25.20	98.79			
3	265.80	5.10	5.15	5.00	36.20	140.54			
4	267.30	5.10	5.10	5.10	40.72	159.64			
5	266.20	5.11	5.11	5.04	32.90	128.48			
6	266.80	5.09	5.10	4.98	33.70	132.38	130.67	15.33	[10.55 - 27.99]
7	266.40	5.10	5.15	5.00	34.74	134.87			
8	267.10	5.10	5.08	5.04	31.69	124.73			
9	265.90	5.15	5.10	5.00	32.64	126.72			
10	266.84	5.10	5.10	5.03	34.90	136.82			

Ensayo de Resistencia a la compresión a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:4

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO									
Relación C:A = 1:4 Patrón									
Edad de la muestra = 28 días									
Ítem	Peso (g)	Altura (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Carga (KN)	f'c (Kg/cm ²)	f'c Prom. (Kg/cm ²)	Desviación Estándar (Kg/cm ²)	Rango de la Desv. Est.(Kg/cm ²)
1	268.20	5.04	5.11	5.11	42.24	167.24			
2	267.50	5.08	5.10	5.11	40.98	161.29			
3	266.00	5.01	5.10	5.11	40.16	160.27			
4	269.00	5.10	5.08	5.09	41.42	163.02			
5	269.40	5.06	5.11	5.10	43.47	171.43			
6	268.80	5.10	5.19	5.10	36.40	140.23	152.74	15.34	[10.55 - 28.00]
7	267.00	5.10	5.12	5.10	31.28	122.15			
8	266.80	5.10	5.08	5.10	34.98	137.68			
9	267.82	5.10	5.05	5.05	38.65	153.02			
10	268.37	5.10	5.10	5.02	38.54	151.09			

Ensayo de Resistencia a la compresión a los 7 días, mortero patrón C:A = 1:4 más 2.0% aditivo

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO									
Relación C:A = 1:4 + 2.0% Aditivo									
Edad de la muestra = 7 días									
Ítem	Peso (g)	Altura (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Carga (KN)	f'c (Kg/cm ²)	f'c Prom. (Kg/cm ²)	Desviación Estándar (Kg/cm ²)	Rango de la Desv. Est.(Kg/cm ²)
1	262.80	4.98	5.10	5.10	40.40	162.20			
2	261.30	5.00	5.10	5.08	40.58	162.27			
3	266.30	5.06	5.10	5.10	42.03	166.08			
4	265.40	5.05	5.10	5.10	38.36	151.88			
5	263.70	5.05	5.11	5.11	36.42	143.91	158.89	6.82	[4.69 - 12.44]
6	261.40	4.97	5.10	5.10	41.50	166.95			
7	263.70	5.00	5.10	5.11	39.45	157.75			
8	264.50	5.06	5.12	5.10	40.21	158.27			
9	265.00	5.02	5.08	5.10	40.22	160.82			
10	264.80	5.05	5.10	5.10	40.10	158.77			

Ensayo de Resistencia a la compresión a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:4 más 2.0% aditivo

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO									
Relación C:A = 1:4 + 2.0% Aditivo									
Edad de la muestra = 28 días									
Ítem	Peso (g)	Altura (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Carga (KN)	f'c (Kg/cm ²)	f'c Prom. (Kg/cm ²)	Desviación Estándar (Kg/cm ²)	Rango de la Desv. Est.(Kg/cm ²)
1	260.10	5.10	5.02	5.12	40.30	160.51			
2	266.70	5.10	5.10	5.02	42.18	165.36			
3	265.10	5.10	5.00	5.11	48.84	195.30			
4	264.30	5.00	5.10	5.10	45.98	183.87			
5	262.10	5.01	5.11	5.10	47.78	190.31	178.23	12.61	[8.67 - 23.01]
6	264.70	5.02	5.10	5.09	44.38	176.76			
7	264.80	5.02	5.10	5.12	48.78	194.29			
8	261.20	5.00	5.10	5.10	40.94	163.71			
9	262.90	5.10	5.05	5.05	44.70	176.98			
10	263.40	5.10	5.01	5.11	43.90	175.20			

Ensayo de Resistencia a la compresión a los 7 días, mortero patrón C:A = 1:4 más 2.5% aditivo

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO									
Relación C:A = 1:4 + 2.5% Aditivo									
Edad de la muestra = 7 días									
Ítem	Peso (g)	Altura (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Carga (KN)	f'c (Kg/cm ²)	f'c Prom. (Kg/cm ²)	Desviación Estándar (Kg/cm ²)	Rango de la Desv. Est.(Kg/cm ²)
1	264.10	5.09	5.00	5.10	30.24	121.16	137.45	7.86	[5.41 - 14.36]
2	260.20	5.10	4.96	5.10	37.24	150.12			
3	261.30	5.08	4.98	5.10	35.00	141.07			
4	262.00	5.11	5.01	5.10	34.30	136.62			
5	261.40	5.08	5.02	5.10	35.70	142.75			
6	260.80	5.05	5.10	5.05	33.63	133.15			
7	262.40	5.15	5.00	5.10	32.98	130.60			
8	260.50	5.10	5.03	5.05	35.70	141.91			
9	260.80	5.09	5.10	5.00	35.46	139.29			
10	261.90	5.10	5.11	5.03	35.23	137.85			

Ensayo de Resistencia a la compresión a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:4 más 2.5% aditivo

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO									
Relación C:A = 1:4 + 2.5% Aditivo									
Edad de la muestra = 28 días									
Ítem	Peso (g)	Altura (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Carga (KN)	f'c (Kg/cm ²)	f'c Prom. (Kg/cm ²)	Desviación Estándar (Kg/cm ²)	Rango de la Desv. Est.(Kg/cm ²)
1	273.20	5.10	5.20	5.10	52.94	203.56	196.08	18.27	[12.56 - 33.35]
2	265.20	5.00	5.09	5.09	59.80	239.60			
3	268.30	5.02	5.10	5.09	46.32	184.49			
4	279.20	5.06	5.10	5.10	45.80	180.97			
5	267.50	5.10	5.08	5.10	43.64	171.76			
6	270.50	5.10	5.05	5.00	49.63	196.50			
7	269.65	5.11	5.02	5.05	48.53	192.91			
8	268.13	5.08	5.10	5.02	48.20	189.71			
9	269.80	5.05	5.05	5.10	50.64	202.48			
10	270.10	5.10	5.01	5.10	49.82	198.82			

Ensayo de Resistencia a la compresión a los 7 días, mortero patrón C:A = 1:4 más 3.0% aditivo

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO									
Relación C:A = 1:4 + 3.0% Aditivo									
Edad de la muestra = 7 días									
Ítem	Peso (g)	Altura (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Carga (KN)	f'c (Kg/cm ²)	f'c Prom. (Kg/cm ²)	Desviación Estándar (Kg/cm ²)	Rango de la Desv. Est.(Kg/cm ²)
1	261.80	5.00	5.10	5.10	38.34	153.31	166.36	6.37	[4.38 - 11.62]
2	268.50	5.00	5.00	5.10	41.56	169.51			
3	262.30	4.90	5.10	5.08	40.02	163.30			
4	265.50	5.00	5.10	5.08	40.92	163.63			
5	266.30	5.00	5.09	5.10	44.22	177.18			
6	263.30	5.10	5.00	5.09	42.82	171.23			
7	264.50	5.05	5.09	5.10	42.85	169.99			
8	265.80	5.05	5.10	5.10	42.10	166.68			
9	266.70	5.00	5.11	5.05	41.63	166.15			
10	264.00	5.02	5.08	5.08	40.67	162.62			

Ensayo de Resistencia a la compresión a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:4 más 3.0% aditivo

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO									
Relación C:A = 1:4 + 3.0% Aditivo									
Edad de la muestra = 28 días									
Ítem	Peso (g)	Altura (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Carga (KN)	f'c (Kg/cm ²)	f'c Prom. (Kg/cm ²)	Desviación Estándar (Kg/cm ²)	Rango de la Desv. Est.(Kg/cm ²)
1	265.90	5.10	5.10	5.06	44.22	173.36	193.77	12.04	[8.28 - 21.97]
2	264.90	5.01	5.10	5.10	46.76	186.61			
3	266.90	5.09	5.01	5.10	47.82	191.22			
4	267.40	5.10	5.11	4.98	50.38	197.12			
5	270.30	5.10	5.11	5.08	51.44	201.27			
6	265.70	5.10	5.16	4.96	45.44	176.07			
7	271.20	5.12	5.12	5.10	52.22	203.13			
8	266.30	5.03	5.10	5.03	53.10	211.07			
9	267.10	5.11	5.06	5.10	50.96	200.97			
10	266.20	5.10	5.01	5.10	49.34	196.91			

Ensayo de Resistencia a la tracción a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:2

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO							
Relación C:A = 1:2 Patrón							
Edad de la muestra = 28 días							
Ítem	Largo (cm)	Ancho (cm)	Carga (lb)	f'c (Kg/cm ²)	f'c Prom. (Kg/cm ²)	Desviación Estándar (Kg/cm ²)	Rango de la Desv. Est. (Kg/cm ²)
1	2.80	2.78	330.00	19.08			
2	2.80	2.80	320.00	18.37			
3	2.75	2.70	315.00	19.09			
4	2.68	2.65	300.00	19.01			
5	2.70	2.80	320.00	19.05	18.84	0.44	[0.30 - 0.80]
6	2.62	2.70	295.00	18.77			
7	2.71	2.70	298.00	18.33			
8	2.70	2.62	308.00	19.59			
9	2.70	2.80	305.00	18.15			
10	2.70	2.65	302.00	18.99			

Ensayo de Resistencia a la tracción a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:2 más 2.0% aditivo

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO							
Relación C:A = 1:2 + 2.0% Aditivo							
Edad de la muestra = 28 días							
Ítem	Largo (cm)	Ancho (cm)	Carga (lb)	f'c (Kg/cm ²)	f'c Prom. (Kg/cm ²)	Desviación Estándar (Kg/cm ²)	Rango de la Desv. Est. (Kg/cm ²)
1	2.60	2.60	423.00	28.16			
2	2.65	2.65	455.00	29.16			
3	2.60	2.70	468.00	30.00			
4	2.60	2.65	450.00	29.39			
5	2.60	2.70	430.00	27.56	29.11	0.73	[0.50 - 1.33]
6	2.55	2.70	445.00	29.08			
7	2.70	2.65	470.00	29.56			
8	2.62	2.60	450.00	29.73			
9	2.65	2.67	460.00	29.26			
10	2.70	2.60	455.00	29.17			

Ensayo de Resistencia a la tracción a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:2 más 2.5% aditivo

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO							
Relación C:A = 1:2 + 2.5% Aditivo							
Edad de la muestra = 28 días							
Ítem	Largo (cm)	Ancho (cm)	Carga (lb)	f'c (Kg/cm ²)	f'c Prom. (Kg/cm ²)	Desviación Estándar (Kg/cm ²)	Rango de la Desv. Est. (Kg/cm ²)
1	2.60	2.61	702.00	46.55	41.13	6.37	[4.38 - 11.63]
2	2.62	2.69	580.00	37.03			
3	2.64	2.70	700.00	44.19			
4	2.60	2.58	715.00	47.97			
5	2.70	2.62	470.00	29.90			
6	2.61	2.69	470.00	30.12			
7	2.62	2.70	700.00	44.53			
8	2.60	2.65	630.00	41.15			
9	2.70	2.70	690.00	42.59			
10	2.65	2.60	580.00	37.88			

Ensayo de Resistencia a la tracción a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:2 más 3.0% aditivo

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO							
Relación C:A = 1:2 + 3.0% Aditivo							
Edad de la muestra = 28 días							
Ítem	Largo (cm)	Ancho (cm)	Carga (lb)	f'c (Kg/cm ²)	f'c Prom. (Kg/cm ²)	Desviación Estándar (Kg/cm ²)	Rango de la Desv. Est. (Kg/cm ²)
1	2.70	2.68	615.00	38.25	37.37	2.63	[1.81 - 4.80]
2	2.50	2.65	610.00	41.43			
3	2.55	2.65	505.00	33.63			
4	2.60	2.62	615.00	40.63			
5	2.68	2.61	529.00	34.03			
6	2.61	2.65	590.00	38.39			
7	2.60	2.51	562.00	38.75			
8	2.78	2.61	582.00	36.10			
9	2.61	2.61	533.00	35.21			
10	2.60	2.62	565.00	37.32			

Ensayo de Resistencia a la tracción a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:3

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO							
Relación C:A = 1:3 Patrón							
Edad de la muestra = 28 días							
Ítem	Largo (cm)	Ancho (cm)	Carga (lb)	f'c (Kg/cm ²)	f'c Prom. (Kg/cm ²)	Desviación Estándar (Kg/cm ²)	Rango de la Desv. Est.(Kg/cm ²)
1	2.70	2.70	265.00	16.36	16.11	0.66	[0.45 - 1.21]
2	2.60	2.70	236.00	15.13			
3	2.60	2.62	255.00	16.85			
4	2.60	2.70	240.00	15.38			
5	2.65	2.65	265.00	16.98			
6	2.60	2.62	255.00	16.85			
7	2.70	2.68	250.00	15.55			
8	2.65	2.70	250.00	15.72			
9	2.66	2.70	255.00	15.98			
10	2.70	2.65	260.00	16.35			

Ensayo de Resistencia a la tracción a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:3 más 2.0% aditivo

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO							
Relación C:A = 1:3 + 2.0% Aditivo							
Edad de la muestra = 28 días							
Ítem	Largo (cm)	Ancho (cm)	Carga (lb)	f'c (Kg/cm ²)	f'c Prom. (Kg/cm ²)	Desviación Estándar (Kg/cm ²)	Rango de la Desv. Est.(Kg/cm ²)
1	2.70	2.61	479.00	30.59	27.75	2.98	[2.05- 5.45]
2	2.51	2.60	300.00	20.69			
3	2.69	2.60	426.00	27.41			
4	2.70	2.70	472.50	29.17			
5	2.60	2.61	435.00	28.85			
6	2.65	2.61	489.00	31.82			
7	2.70	2.62	436.00	27.74			
8	2.60	2.65	416.00	27.17			
9	2.65	2.59	402.00	26.36			
10	2.65	2.63	430.00	27.76			

Ensayo de Resistencia a la tracción a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:3 más 2.5% aditivo

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO							
Relación C:A = 1:3 + 2.5% Aditivo							
Edad de la muestra = 28 días							
Ítem	Largo (cm)	Ancho (cm)	Carga (lb)	f'c (Kg/cm ²)	f'c Prom. (Kg/cm ²)	Desviación Estándar (Kg/cm ²)	Rango de la Desv. Est.(Kg/cm ²)
1	2.72	2.65	600.00	37.46	33.77	2.38	[1.64- 4.34]
2	2.70	2.76	538.00	32.49			
3	2.70	2.60	475.00	30.45			
4	2.70	2.68	572.00	35.57			
5	2.68	2.60	524.00	33.84			
6	2.68	2.61	510.00	32.81			
7	2.65	2.72	560.00	34.96			
8	2.70	2.65	485.00	30.50			
9	2.70	2.70	535.00	33.02			
10	2.60	2.65	560.00	36.57			

Ensayo de Resistencia a la tracción a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:3 más 3.0% aditivo

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO							
Relación C:A = 1:3 + 3.0% Aditivo							
Edad de la muestra = 28 días							
Ítem	Largo (cm)	Ancho (cm)	Carga (lb)	f'c (Kg/cm ²)	f'c Prom. (Kg/cm ²)	Desviación Estándar (Kg/cm ²)	Rango de la Desv. Est.(Kg/cm ²)
1	2.60	2.53	450.00	30.78	27.83	3.60	[2.47- 6.57]
2	2.60	2.55	405.00	27.49			
3	2.61	2.56	385.00	25.93			
4	2.61	2.52	370.00	25.31			
5	2.61	2.61	490.00	32.37			
6	2.62	2.51	350.00	23.95			
7	2.62	2.53	505.00	34.28			
8	2.64	2.55	404.00	27.01			
9	2.63	2.56	350.00	23.39			
10	2.60	2.65	425.00	27.76			

Ensayo de Resistencia a la tracción a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:4

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO							
Relación C:A = 1:4 Patrón							
Edad de la muestra = 28 días							
Ítem	Largo (cm)	Ancho (cm)	Carga (lb)	f'c (Kg/cm ²)	f'c Prom. (Kg/cm ²)	Desviación Estándar (Kg/cm ²)	Rango de la Desv. Est.(Kg/cm ²)
1	2.70	2.60	216.00	13.85	12.34	1.01	[0.70 - 1.85]
2	2.80	2.70	200.00	11.90			
3	2.81	2.65	185.00	11.18			
4	2.72	2.65	205.00	12.80			
5	2.70	2.80	190.00	11.31			
6	2.80	2.75	190.00	11.10			
7	2.65	2.72	210.00	13.11			
8	2.70	2.65	215.00	13.52			
9	2.65	2.75	190.00	11.73			
10	2.70	2.65	205.00	12.89			

Ensayo de Resistencia a la tracción a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:4 más 2.0% aditivo

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO							
Relación C:A = 1:4 + 2.0% Aditivo							
Edad de la muestra = 28 días							
Ítem	Largo (cm)	Ancho (cm)	Carga (lb)	f'c (Kg/cm ²)	f'c Prom. (Kg/cm ²)	Desviación Estándar (Kg/cm ²)	Rango de la Desv. Est.(Kg/cm ²)
1	2.70	2.70	315.00	19.44	19.44	1.73	[1.19 - 3.16]
2	2.62	2.70	331.00	21.06			
3	2.68	2.68	292.00	18.29			
4	2.61	2.61	344.00	22.72			
5	2.61	2.62	311.00	20.47			
6	2.55	2.69	286.00	18.76			
7	2.64	2.55	285.00	19.05			
8	2.62	2.65	311.00	20.16			
9	2.62	2.59	254.00	16.84			
10	2.70	2.70	285.00	17.59			

Ensayo de Resistencia a la tracción a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:4 más 2.5% aditivo

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO							
Relación C:A = 1:4 + 2.5% Aditivo							
Edad de la muestra = 28 días							
Ítem	Largo (cm)	Ancho (cm)	Carga (lb)	f'c (Kg/cm ²)	f'c Prom. (Kg/cm ²)	Desviación Estándar (Kg/cm ²)	Rango de la Desv. Est. (Kg/cm ²)
1	2.60	2.60	390.00	25.96	29.52	1.89	[1.30- 3.45]
2	2.60	2.80	535.00	33.07			
3	2.63	2.60	430.00	28.30			
4	2.65	2.60	450.00	29.39			
5	2.60	2.60	435.00	28.96			
6	2.70	2.60	490.00	31.41			
7	2.65	2.73	459.00	28.55			
8	2.60	2.70	465.00	29.81			
9	2.60	2.65	452.00	29.52			
10	2.70	2.65	480.00	30.19			

Ensayo de Resistencia a la tracción a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:4 más 3.0% aditivo

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO							
Relación C:A = 1:4 + 3.0% Aditivo							
Edad de la muestra = 28 días							
Ítem	Largo (cm)	Ancho (cm)	Carga (lb)	f'c (Kg/cm ²)	f'c Prom. (Kg/cm ²)	Desviación Estándar (Kg/cm ²)	Rango de la Desv. Est. (Kg/cm ²)
1	2.66	2.60	326.00	21.21	22.20	2.81	[1.93 - 5.13]
2	2.60	2.62	297.00	19.62			
3	2.61	2.62	414.00	27.24			
4	2.68	2.60	382.00	24.67			
5	2.70	2.55	342.00	22.35			
6	2.65	2.60	388.00	25.34			
7	2.68	2.61	282.00	18.14			
8	2.61	2.68	325.00	20.91			
9	2.60	2.63	308.00	20.27			
10	2.65	2.60	340.00	22.21			

Ensayo de Retracción a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:2

ENSAYO DE RETRACCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO		
Relación C:A = 1:2 Patrón		
Edad de la muestra = 28 días		
Ítem	Retracción (%)	Retracción Promedio (%)
1	0,0248	0,0245
2	0,0252	
3	0,0235	

Ensayo de Retracción a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:2 más 2.0% aditivo

ENSAYO DE RETRACCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO		
Relación C:A = 1:2 + 2% Aditivo		
Edad de la muestra = 28 días		
Ítem	Retracción (%)	Retracción Promedio (%)
1	0,0304	0,0244
2	0,0178	
3	0,0250	

Ensayo de Retracción a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:2 más 2.5% aditivo

ENSAYO DE RETRACCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO		
Relación C:A = 1:2 + 2.5% Aditivo		
Edad de la muestra = 28 días		
Ítem	Retracción (%)	Retracción Promedio (%)
1	0,0225	0,0213
2	0,0276	
3	0,0139	

Ensayo de Retracción a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:2 más 3.0% aditivo

ENSAYO DE RETRACCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO		
Relación C:A = 1:2 + 3% Aditivo		
Edad de la muestra = 28 días		
Ítem	Retracción (%)	Retracción Promedio (%)
1	0,0192	0,0177
2	0,0147	
3	0,0192	

Ensayo de Retracción a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:3

ENSAYO DE RETRACCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO		
Relación C:A = 1:3 Patrón		
Edad de la muestra = 28 días		
Ítem	Retracción (%)	Retracción Promedio (%)
1	0,0204	0,0205
2	0,0248	
3	0,0164	

Ensayo de Retracción a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:3 más 2.0% aditivo

ENSAYO DE RETRACCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO		
Relación C:A = 1:3 + 2% Aditivo		
Edad de la muestra = 28 días		
Ítem	Retracción (%)	Retracción Promedio (%)
1	0,0092	0,0162
2	0,0236	
3	0,0159	

Ensayo de Retracción a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:3 más 2.5% aditivo

ENSAYO DE RETRACCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO		
Relación C:A = 1:3 + 2.5% Aditivo		
Edad de la muestra = 28 días		
Ítem	Retracción (%)	Retracción Promedio (%)
1	0,0144	0,0160
2	0,0160	
3	0,0177	

Ensayo de Retracción a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:3 más 3.0% aditivo

ENSAYO DE RETRACCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO		
Relación C:A = 1:3 + 3% Aditivo		
Edad de la muestra = 28 días		
Ítem	Retracción (%)	Retracción Promedio (%)
1	0,0128	0,0158
2	0,0182	
3	0,0163	

Ensayo de Retracción a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:4

ENSAYO DE RETRACCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO		
Relación C:A = 1:4 Patrón		
Edad de la muestra = 28 días		
Ítem	Retracción (%)	Retracción Promedio (%)
1	0,0156	0,0143
2	0,0142	
3	0,0130	

Ensayo de Retracción a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:4 más 2.0% aditivo

ENSAYO DE RETRACCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO Relación C:A = 1:4 + 2% Aditivo Edad de la muestra = 28 días		
Ítem	Retracción (%)	Retracción Promedio (%)
1	0,0031	0,0123
2	0,0167	
3	0,0172	

Ensayo de Retracción a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:4 más 2.5%aditivo

ENSAYO DE RETRACCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO Relación C:A = 1:4 + 2.5% Aditivo Edad de la muestra = 28 días		
Ítem	Retracción (%)	Retracción Promedio (%)
1	0,0115	0,0109
2	0,0120	
3	0,0093	

Ensayo de Retracción a los 28 días, mortero patrón C:A = 1:4 más 3.0% aditivo

ENSAYO DE RETRACCIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO Relación C:A = 1:4 + 3% Aditivo Edad de la muestra = 28 días		
Ítem	Retracción (%)	Retracción Promedio (%)
1	0,0098	0,0098
2	0,0097	
3	0,0100	

ANEXO 5: Panel Fotográfico

Materiales utilizados para la preparación del mortero.



Mezcladora para la preparación del mortero



Ensayo de Fluidez



Ensayo de Peso Unitario del mortero



Aparato Vicat para ensayo de Tiempo de Fraguado



Encofrado tipos cubos y ochos para probetas de mortero para ensayos de compresión y tracción respectivamente



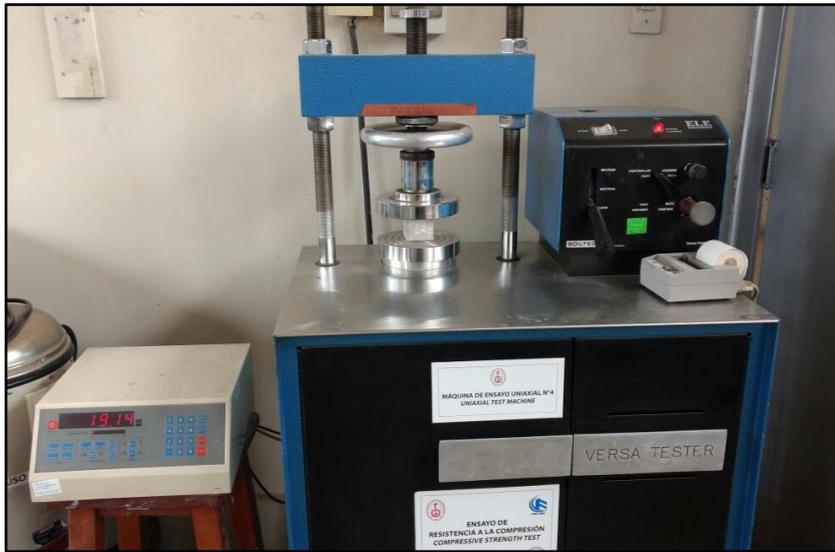
Codificación de muestras a ensayar, según diseño y porcentaje de aditivo



Barras de mortero para ensayos de retracción



Máquina de ensayo uniaxial



Pesaje de muestra para ensayo de absorción



Secado en horno de probetas para ensayo de absorción



ANEXO 6: Ficha Técnicas y Certificados

CRYSTAL ADMIX



FICHA TÉCNICA

DESCRIPCIÓN

• Crystal Admix es un material cementoso aditivado con unos principios químicos activos que añadidos a la mezcla de hormigón le confiere propiedades impermeables.

• Crystal Admix es un aditivo que hace a su hormigón impermeable, libre de corrosión y autosecante. Este aditivo químico es usado para el tratamiento de estructuras y elementos de hormigón contra las filtraciones de agua, contracción y agrietamiento, ataque químico y corrosión del acero de refuerzo.

• Crystal Admix es más seguro y rentable que cualquier sistema de impermeabilización puesto que el aditivo convierte a su hormigón impermeable en todo su espesor.

PRESENTACIÓN

Crystal Admix se suministra en baldes o sacos de 25kg.



VENTAJAS

- Detiene las filtraciones de agua en el hormigón
- Resistente a presiones hidrostáticas extremas.
- Sella e impermeabiliza fisuras de hasta 0.5 mm
- Permanece activo durante toda la vida útil del concreto.
- Protege a las armaduras contra la corrosión
- Impermeabilización total y permanente, forma parte integral del hormigón
- La protección impermeable se incrementa con el tiempo
- Confiere al hormigón una excelente resistencia al ataque de sulfatos y cloruros.
- No le afecta al desgaste o abrasión superficial.
- Impermeabiliza tanto a presión hidrostática
- Permeable al vapor de agua
- Apto para su uso en contacto con agua potable.
- Totalmente sustitutivo de los sistemas de impermeabilización

RECOMENDADO PARA

- Cimentaciones
- Sótanos y parkings
- Túneles
- Muelles y puentes
- Obras marítimas
- Fosos de ascensor
- Muros pantalla
- Losas o soleras de hormigón
- Estructuras hidráulicas
- Piscinas y acuarios
- Depuradoras
- Desaladoras
- Canales y acueductos
- Depósitos de agua potable
- Prefabricados de hormigón
- Hormigón gunitado

ESPECIFICACIÓN Y APLICACIÓN

El hormigón es un material poroso por naturaleza, con microfisuras, vacíos, poros y capilares que principalmente se forman en las primeras etapas de curado. Cuanto mejor conectados están estos huecos, más permeable es el hormigón y más propenso es a los daños causados por la entrada de agua y agentes corrosivos. Sin embargo, la tecnología Crystal Admix permite prácticamente eliminar la porosidad del hormigón y muchas de sus debilidades inherentes, con lo cual se incrementa su durabilidad.

Crystal Admix actúa por cristalización, es hidrofílico. Los ingredientes activos reaccionan con agua y partículas del hormigón para formar hidratos de silicato de calcio y/o precipitados que bloquean los poros y capilares del hormigón. Estos depósitos cristalinos se convierten en parte integral de la pasta hidratada. El hormigón resultante tiene una capacidad significativamente mayor de resistir la penetración de agua bajo presión hidrostática,

Crystal Admix es un aditivo en polvo que se añade al hormigón al 2% sobre el contenido en cemento del hormigón hasta un máximo de 6 kg de Crystal Admix por metro cúbico de hormigón. Actúa como reductor de agua entre un 2-7%, la relación agua cemento (a/c) deberá ser 0.5 o menor. Crystal Admix es compatible con todo tipo de aditivos, aunque siempre es recomendable hacer una prueba de mezclado previa.

Agregue el Crystal Admix directamente a la mezcla o a la hormigonera durante el amasado del hormigón. Crystal Admix puede ser añadido durante el proceso de amasado en cualquier momento. Sin embargo la adición puede afectar a las propiedades plásticas del hormigón, razón por la cual recomendamos realizar pruebas de mezclado previas.

Recomendamos agregar el Crystal Admix 10 minutos antes del vertido del hormigón con agitación previa entre mediana y alta velocidad. Las juntas entre los diferentes elementos de hormigón que forman la estructura deben tratarse conforme se describe en nuestros boletines.

CONSUMO

2% sobre el contenido en cemento del hormigón con una dosificación máxima de 6 kg/m³.

- **Hormigón gunitado:** 5 kg/m³.
- **Morteros:** 2% sobre el contenido en cemento.

Generalmente, Crystal Admix se recomienda para hormigones con más de 300 kg de materiales cementosos por metro cúbico. Consulte con un representante Crystal para mezclas con contenido inferior de materiales cementosos.

DATOS TÉCNICOS

Color	Gris
Textura	Polvo
Densidad de la mezcla	1.2 g/ cm ³
Granulometría	40 - 150 micras
pH	13
Resistencia a la presión hidrostática	120 mca
Contenido en sólidos	100%
Dosificación	3% sobre el contenido de cemento
Autosellado de fisuras	< 0.5 mm

ALMACENAMIENTO

- Proteger el producto de la radiación solar y de temperaturas extremas.
- En climas tropicales el producto debe almacenarse en un lugar fresco. En climas fríos el producto debe almacenarse a una temperatura > 5°C. Tiene una duración de 24 meses si se almacena correctamente.

SEGURIDAD Y SALUD

Crystal Admix es altamente alcalino, contiene cemento.

Indicaciones de peligro

- H315 Provoca irritación cutánea.
- H318 Provoca lesiones oculares graves.
- H335 Puede irritar las vías respiratorias.

Consejos de prudencia

P280 Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección.

P302 + P350 EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL: Lavar suavemente con agua y jabón abundantes.

P305 + P351 + P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.

Para más información ver la ficha de seguridad.

GARANTÍA

La empresa Crystal garantiza la calidad de sus productos. En caso alguno de los productos presente defectos de manufactura, nuestra responsabilidad se limitará a la reposición del mismo. El usuario será responsable de determinar la aptitud del producto y su aplicación para el uso deseado

	
Crystal Technology, S.A. C/ Alfred Nobel 18 03203 Elche (Alicante)	
17	
1170/CPR/AT.04078	
Producto: Crystal Admix	Dosificación: 2% sobre peso cemento
Aditivo en polvo para morteros y hormigones. EN 934-2. Tabla 9. Aditivo hidrófugo de masa	
Certificado de ensayos	Nº 16/11749-230 de fecha 22/06/2016
Ensayos	Resultados
<ul style="list-style-type: none"> • Consistencia Abrams • Resistencia a compresión a 28 días • Contenido de aire ocluido en el hormigón fresco • Absorción capilar 	Cumple satisfactoriamente con los requisitos de la norma EN 934-2

ADVERTENCIA

Las indicaciones anteriormente citadas, aunque correspondan a nuestra mejor experiencia, se deben considerar como meramente indicativas y deberán ser confirmadas por exhaustivas aplicaciones prácticas; por tanto, antes de emplear el producto, quien vaya a utilizarlo está obligado a establecer de antemano si es adecuado o no para el uso previsto, y en cualquier caso asume toda la responsabilidad que pueda derivarse de su utilización. (Mayo de 2019).

Representante Exclusivo en Perú UNO CRYSTAL PERÚ SAC

Mz. D Lote 24 Villas de Oquendo - Callao

Telf: (+51) 981223510 - plamadrid@crystal-peru.com / info@crystal-peru.com
www.crystal-peru.com



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO QUÍMICO FIC
ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

SOLICITANTE : KATERINE CAHUANCAMA MENDOZA
REGISTRO : LQU24-603
PROYECTO : TESIS " EFECTOS DE UN ADITIVO IMPERMEABILIZANTE SOBRE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO"
RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 25-09-2024

ANÁLISIS DE:		ALCALINIDAD TOTAL NaHCO ₃ ASTM D 1067	pH NTP: 339.073
TIPO DE EXPLORACIÓN:		mg/L	
TIPO DE MUESTRA:	AGUA	241	7,63
FUENTE:	AGUA DE POZO		
FECHA Y HORA DEL MUESTREO:	25/09/2024 14:35:00		

Lima, 30 de setiembre del 2024


CARMEN M. REYES CUBAS
Dra. JEFA (e) DEL LABORATORIO
Laboratorio de Química de la UNI-FIC

El Laboratorio no responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra

Av. Tupac Amaru 210, Código Postal: 15333, Perú
Apartado Postal 1301 Lima 100 - Perú / Telefax: (511) 481 - 9845
Central Telefónica: 481-1070/Anexos: 4020 - 4003

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
Accreditation
Commission



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO QUÍMICO FIC
ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

SOLICITANTE : KATERINE CAHUANCAMA MENDOZA
REGISTRO : LQU24-603
PROYECTO : TESIS " EFECTOS DE UN ADITIVO IMPERMEABILIZANTE SOBRE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO"
RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 25-09-2024

ANÁLISIS DE:		SULFATOS (SO ₄) ⁼	CLORUROS Cl ⁻	SALES SOLUBLES TOTALES
		NTP: 339.178	NTP: 339.177	NTP: 339.152
TIPO DE EXPLORACIÓN:		mg/L	mg/L	mg/L
TIPO DE MUESTRA:	AGUA			
FUENTE:	AGUA DE POZO	2 386	68	2 485
FECHA Y HORA DEL MUESTREO:	25/09/2024 14:35:00			

Lima, 30 de setiembre del 2024

CARMEN M. REYES CUBAS
Dra. JEFA (e) DEL LABORATORIO
Laboratorio de Química de la UNI-FIC

El Laboratorio no responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra

Av. Tupac Amaru 210, Código Postal: 15333, Perú
Apartado Postal 1301 Lima 100 - Perú / Telefax: (511) 481 - 9845
Central Telefónica: 481-1070/Anexos: 4020 - 4003

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
Accreditation
Commission