



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**EVALUACIÓN DE LA MEJORA EN LAS PROPIEDADES
FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO DE
RESISTENCIA ACELERADA INCORPORANDO EL
ADITIVO SIKAPLAST 700**

PRESENTADA POR

OSCAR ALBERTO NUÑEZ ARANGURI

JORGE ALFREDO VILLANUEVA PAREDES

ASESOR

JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARÍA

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

LIMA – PERÚ

2018



**Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada
CC BY-NC-ND**

Los autores permiten que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTIN DE PORRES

**FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**EVALUACIÓN DE LA MEJORA EN LAS PROPIEDADES
FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA
ACELERADA INCORPORANDO EL ADITIVO SIKAPLAST 700**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADA POR

NUÑEZ ARANGURI, OSCAR ALBERTO

VILLANUEVA PAREDES, JORGE ALFREDO

LIMA, PERÚ

2018

Dedicatoria

La presente se la dedico a Dios, por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para seguir adelante.

A mis padres, Octavio y Guadalupe, quienes han creído en mí siempre, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio; enseñándome a valorar todo lo que tengo.

Oscar Alberto Nuñez Aranguri

Dedicatoria

Dedico esta tesis a Dios, por la vida y salud que me brindó para alcanzar mis objetivos.

A mi familia, en especial a mis padres, Carlos Alfredo y María Rosario, por su amor y apoyo incondicional, tanto formativa como ética.

Jorge Alfredo Villanueva Paredes

Agradecimiento

Nuestro agradecimiento a la Universidad San Martín de Porres; a maestros y asesores, por la colaboración en el afianzamiento de nuestros conocimientos. Un especial reconocimiento y gratitud a los ingenieros Juan Manuel Oblitas S. M. y Alexis Samohod R. por ilustrarnos con criterios metodológicos para el desarrollo de la investigación.

A nuestros familiares, por su amor y apoyo incondicional para superarnos en cada etapa de nuestras vidas.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Situación problemática	1
1.2 Formulación del problema	2
1.3 Objetivos	3
1.4 Justificación	3
1.5 Alcances y limitaciones	4
1.6 Viabilidad del estudio	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	6
2.1 Antecedentes de la investigación	6
2.2 Bases teóricas	9
2.3 Definición de términos básicos	53
CAPÍTULO III. HIPÓTESIS Y VARIABLES	57
3.1 Hipótesis y variables	57
CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA	60
4.1 Diseño metodológico	60

4.2	Población y muestra	62
4.3	Materiales y equipos	63
4.4	Técnicas de investigación	63
4.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	64
4.6	Procesamiento y análisis estadístico de los datos	64
4.7	Prueba de hipótesis	65
	CAPÍTULO V. RESULTADOS	67
5.1	Análisis e interpretación de la investigación	67
	CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN	107
6.1	Discusión	107
	CONCLUSIONES	110
	RECOMENDACIONES	113
	FUENTES DE INFORMACIÓN	115
	ANEXOS	119

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tolerancia para asentamiento especificado	11
Tabla 2: Tolerancia para asentamientos nominales	11
Tabla 3: Número de capas requerida por espécimen	25
Tabla 4: Diámetro de varilla y número de varillados al moldear especímenes de concreto	26
Tabla 5: Tolerancias de ensayo en la edad correspondiente	28
Tabla 6: Esquemas de los patrones de tipos de fracturas	29
Tabla 7: Esquemas de los patrones de tipos de fracturas	30
Tabla 8: Límites granulométricos del agregado fino	33
Tabla 9: Límites granulométricos del agregado grueso	33
Tabla 10: Materias primas usuales para la obtención de los óxidos componente	37
Tabla 11: Porcentaje típico de los óxidos componentes del cemento	38
Tabla 12: Límites permisibles para el agua de mezcla y curado	41
Tabla 13: Operacionalización de variables	62
Tabla 14: Análisis granulométrico del agregado fino	68
Tabla 15: Peso unitario suelto del agregado fino	69
Tabla 16: Peso unitario compactado del agregado fino	69
Tabla 17: Pesos específicos y absorción del agregado fino	70
Tabla 18: Contenido de humedad del agregado fino	70
Tabla 19: Análisis granulométrico del agregado grueso	71
Tabla 20: Peso unitario suelto del agregado grueso	72
Tabla 21: Peso unitario compactado del agregado grueso	73
Tabla 22: Pesos específicos y absorción del agregado grueso	73
Tabla 23: Contenido de humedad del agregado grueso	74
Tabla 24: Diseños de concreto a comparar	75

Tabla 25: Propiedades de los materiales para el diseño de mezcla	75
Tabla 26: Diseño en estado saturado superficialmente seco 210 kg/cm ²	78
Tabla 27: Pesos corregidos por humedad f'c=210 kg/cm ²	79
Tabla 28: Dosificación para la tanda de prueba f'c=210 kg/cm ²	79
Tabla 29: Diseño en estado saturado superficialmente seco 280 kg/cm ²	82
Tabla 30: Pesos corregidos por humedad f'c=280 kg/cm ²	83
Tabla 31: Dosificación para la tanda de prueba f'c=280 kg/cm ²	83
Tabla 32: Diseño en estado saturado superficialmente seco 350 kg/cm ²	86
Tabla 33: Pesos corregidos por humedad f'c=350 kg/cm ²	87
Tabla 34: Dosificación para la tanda de prueba f'c=350 kg/cm ²	87
Tabla 35: Asentamiento para 210 kg/cm ² H67 a 24H	88
Tabla 36: Asentamiento para 280 kg/cm ² H67 a 24H	89
Tabla 37: Asentamiento para 350 kg/cm ² H67 a 24H	90
Tabla 38: Contenido de aire para 210 kg/cm ² H67 a 24H	91
Tabla 39: Contenido de aire para 280 kg/cm ² H67 a 24H	91
Tabla 40: Contenido de aire para 350 kg/cm ² H67 a 24H	91
Tabla 41: Peso unitario para 210 kg/cm ² H67 a 24H	92
Tabla 42: Peso unitario para 280 kg/cm ² H67 a 24H	92
Tabla 43: Peso unitario para 350 kg/cm ² H67 a 24H	92
Tabla 44: Temperatura del concreto para 210 kg/cm ² H67 a 24H	93
Tabla 45: Temperatura del concreto para 280 kg/cm ² H67 a 24H	93
Tabla 46: Temperatura del concreto para 350 kg/cm ² H67 a 24H	94
Tabla 47: Tiempo de fraguado del concreto para 210 kg/cm ² H67 a 24H	94
Tabla 48: Tiempo de fraguado del concreto para 280 kg/cm ² H67 a 24H	95
Tabla 49: Tiempo de fraguado del concreto para 350 kg/cm ² H67 a 24H	95
Tabla 50: Resistencia a la compresión del concreto para 210 kg/cm ² H67 a 24H	96
Tabla 51: Resistencia a la compresión del concreto para 280 kg/cm ² H67 a 24H	97
Tabla 52: Resistencia a la compresión del concreto para 350 kg/cm ² H67 a 24H	98
Tabla 53: Análisis de costo de Vigas de f'c = 210 kg/cm ² diseño Patrón	101
Tabla 54: Análisis de costo de Vigas de f'c = 210 kg/cm ² diseño con Sikaplast 700	102

Tabla 55: Análisis de costo de Vigas de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ diseño Patrón	103
Tabla 56: Análisis de costo de Vigas de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ diseño con Sikaplast 700	104
Tabla 57: Análisis de costo de Vigas de $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ diseño Patrón	105
Tabla 58: Análisis de costo de Vigas de $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ diseño con Sikaplast 700	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Posición durante la operación del llenado y compactación	12
Figura 2: Llenado de la primera capa de concreto	13
Figura 3: Compactación de las capas del troncocónico	13
Figura 4: Compactación de la tercera capa de concreto	14
Figura 5: Enrasado con la varilla de compactación	14
Figura 6: Levantamiento del cono	15
Figura 7: Cono de Abrams	16
Figura 8: Ensayo de Asentamiento	17
Figura 9: Determinación del Peso Unitario	18
Figura 10: Medición de la temperatura	19
Figura 11: Medidor de contenido de aire	21
Figura 12: Equipo de tiempo de fraguado	23
Figura 13: Resistencia a la compresión en función de la edad, para una variedad de condiciones de curado	27
Figura 14: Condiciones de humedad de los agregados	36
Figura 15: Aditivos líquidos para el concreto	43
Figura 16: Estructura molecular de un aditivo superplastificante lignosulfonato modificado	49
Figura 17: Estructura molecular básica de un aditivo superplastificante a) derivado de melamina y b) derivado de naftaleno	49
Figura 18: Esquema del mecanismo de adsorción de aditivos superplastificantes	50
Figura 19: Estructura química y molecular de un aditivo PCE	51
Figura 20: Esquema del mecanismo de adsorción y repulsión de aditivos PCE en partículas de cemento. Repulsión electrostérica	52
Figura 21: Secuencia de desarrollo de actividades	64

Figura 22: Curva granulométrica del agregado fino	68
Figura 23: Curva granulométrica del agregado grueso	72
Figura 24: Pérdida de trabajabilidad para 210 kg/cm ² H67 a 24H	88
Figura 25: Pérdida de trabajabilidad para 280 kg/cm ² H67 a 24H	89
Figura 26: Pérdida de trabajabilidad para 350 kg/cm ² H67 a 24H	90
Figura 27: Resistencia a la compresión para 210 kg/cm ² H67 a 24H	96
Figura 28: Resistencia a la compresión para 210 kg/cm ² H67 a 24H	97
Figura 29: Resistencia a la compresión para 350 kg/cm ² H67 a 24H	99
Figura 30: Materiales pesados para el diseño con Sikaplast 700 y Viscocrete SC-50	158
Figura 31: Pesaje del aditivo Plastiment TM-30	158
Figura 32: Mezclado del concreto	159
Figura 33: Peso unitario del concreto 280 Kg/cm ² con Sikaplast 700	159
Figura 34: Medición del asentamiento	160
Figura 35: Medición de la temperatura del concreto	160
Figura 36: Muestras para ensayo de tiempo de fraguado	161
Figura 37: Ensayo de tiempo de fraguado	161
Figura 38: Ensayo de exudación	162
Figura 39: Identificación de las muestras para la medición de las propiedades mecánicas	162
Figura 40: Prensa de concreto	163
Figura 41: Probeta fallada por compresión axial	163

RESUMEN

Este trabajo de investigación tiene como objetivo principal evaluar las propiedades físicas y mecánicas del concreto de resistencia acelerada incorporando el aditivo superplastificante Sikaplast 700, utilizando agregados de las canteras Miranda y Agrexa de la ciudad de Lima y el cemento Portland Tipo I. La metodología empleada se basa en la determinación de las propiedades físico-mecánicas de los materiales constituyentes como de los agregados. Se realizaron los diseños de mezclas patrones (con el aditivo superplastificante Viscocrete SC-50) para una resistencia especificada a la compresión a las 24 horas de 210 kg/cm², 280 kg/cm² y 350 kg/cm², usando el método del Comité 211 del ACI. Sin variar la dosificación del concreto patrón, se incorporó el aditivo superplastificante Sikaplast 700, así se obtuvo los diseños experimentales. Se determinó la cantidad de materiales para la elaboración de mezclas de prueba en el laboratorio y se realizaron los ajustes necesarios correspondientes. Se procedió con la elaboración de probetas estándar, las mismas que fueron curadas adecuadamente y ensayadas a los 1, 3, 7 y 28 días de edad, evaluándose, en cada etapa, las características tanto físicas como mecánicas.

Se concluye afirmando que con la incorporación del aditivo Sikaplast 700 es posible aumentar la trabajabilidad del concreto, retrasa brevemente el tiempo de fraguado, y además el concreto dosificado con Sikaplast 700 presenta mayores resultados en todas sus edades respecto al concreto patrón, con lo que se logra un concreto de buena calidad, tanto en estado fresco o endurecido.

ABSTRACT

The main objective of this research work is to evaluate the physical and mechanical properties of accelerated resistance by incorporating Sikaplast 700 superplasticizer additive, Miranda and Agrexa quarry aggregates and the Lima City Accord and Portland Type I cement. The same employee is based on the determination of the physical-mechanical properties of the constituent materials such as aggregates. The pattern mix designs (with the superplasticizer additive Viscocrete SC-50) were made for a specific resistance at 24 hours of 210 kg/cm², 280 kg/cm² and 350 kg/cm², using the method of the ACI Committee 211. However, Sikaplast 700 additive superplasticizer has been incorporated, as well as experimental designs. The amount of materials for the preparation of test mixtures in the laboratory was determined and the corresponding adjustments were made. The elaboration of standard test tubes were made, the same ones that were properly cured and rehearsed to days 1, 3, 7 and 28 days of age, evaluating, at each stage, the characteristics, both physical and mechanical.

It is concluded that with the addition of the additive Sikaplast 700 it is possible to increase the workability of the concrete, briefly delay the setting time, and also the concrete dosed with Sikaplast 700 presents higher results in all its references with respect to the concrete pattern, thus get a good quality concrete, both in the fresh or hardened state.

INTRODUCCIÓN

En la industria de la construcción, existen proyectos desafiantes, en los cuales los requerimientos son cada vez mayores, específicamente, en el uso del concreto se trata de tener menores restricciones para poder agilizar el trabajo, y básicamente este produce muchas de estas. En muchos proyectos se presenta la necesidad de cargar de manera temprana un elemento de concreto, por esta razón se decide emplear un concreto de resistencia acelerada.

El uso del concreto de resistencia acelerada permite el rápido desencofrado, reducir el tiempo general de la obra, utilizar personal en otras funciones.

Los superplastificantes en su origen fueron compuestos de lignosulfonatos, cuyo rango de reducción de agua oscila entre el 5% y el 10%. A partir de la década de 1960 se desarrollaron los aditivos derivados de melamina, cuyo rango de reducción de agua oscila entre el 10% y el 20%. A principios de la década de los 90 se desarrolló una nueva generación de aditivos superplastificantes basados en polímeros sintéticos, cuya reducción de agua llega hasta un 30%. Los policarboxilatos son la más reciente generación de nuevos superplastificantes, su eficiencia es muy superior y reducen la cantidad de agua hasta un 40%. (Alonso, 2011).

En la actualidad, el concreto requiere en su composición la incorporación de aditivos con la finalidad de mejorar sus propiedades en estado fresco y endurecido. El uso de aditivos superplastificantes

proporciona concretos con altas resistencias iniciales, reducción de agua, incrementa la fluidez del concreto manteniendo la trabajabilidad por varias horas, lo cual se traduce en diversos beneficios en la etapa constructiva.

De acuerdo a lo anteriormente señalado se hace necesario efectuar un estudio sobre la mejora en las propiedades físicas y mecánicas del concreto de resistencia acelerada incorporando aditivo superplastificante.

La presente investigación tiene como objetivo evaluar las propiedades físicas y mecánicas del concreto de resistencia acelerada incorporando el aditivo Sikaplast 700.

La finalidad de la investigación es analizar las propiedades del concreto de resistencia acelerada en estado fresco y endurecido, debido a la incorporación del aditivo superplastificante en las mezclas. El estudio contribuirá a establecer y mejorar la calidad de producción del concreto en nuestro medio, ya que los usuarios tendrán el conocimiento e información necesaria sobre las posibilidades y limitaciones que ofrece el uso del aditivo superplastificante en el concreto.

La presente tesis está estructurada en seis (6) capítulos: el primero, trata sobre el planteamiento del problema, objetivos y justificación. En el segundo, se desarrollan las consideraciones teóricas, propiedades del concreto en estado fresco y endurecido.

En el tercero, se presentan la hipótesis y variables del proyecto. En el cuarto, se muestra la metodología de la investigación, comprende el planteamiento del enfoque. En el quinto, se presentan los resultados y análisis obtenidos de las propiedades físicas y mecánicas del concreto de resistencia acelerada y en el sexto capítulo, se expone la discusión.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Situación problemática

El tiempo es un factor muy importante y que significa muchas veces grandes costos. La construcción no escapa de esta realidad, por lo que la puesta en servicio del concreto representa una gran desventaja, ya que muchas veces hay que esperar 28 días para que el concreto alcance su resistencia requerida.

Las normas para proyectar las estructuras de concreto se basan, en cuanto a calidad se refiere, en los resultados del ensayo de la compresión de probetas preparadas y curadas en condiciones normalizadas, rotas a 28 días de edad. Este largo plazo causa dificultades pues sus indicaciones se conocen cuando ya han sido colocadas grandes cantidades de concreto; esto es trágico si el resultado acusa una calidad defectuosa.

Las estructuras de concreto construidas en forma rápida constituyen una alternativa económica y deben tomarse como una opción en zonas de alto tránsito, como en zonas comerciales de un solo acceso, patios de centros comerciales, aeropistas, zonas de estacionamiento de aeronaves consiguiendo una reducción de tiempo en los procesos constructivos.

Este problema se podría solucionar utilizando métodos acelerados que permitan aplicar inmediatos correctivos en casos necesarios. Los métodos acelerados permiten, además, conocer rápidamente si la proporción proyectada alcanza las resistencias requeridas.

Los principales problemas en la producción del concreto son la reducción de la resistencia del concreto, debido a la modificación sin ningún control de la relación agua/cemento en busca de mejorar la trabajabilidad y el poco control del tiempo de fraguado del concreto. Es por eso que la necesidad ha influenciado en los investigadores a que se creen distintos tipos de aditivos químicos para solucionar estos problemas, que adicionándolo a la mezcla de concreto, este hace que reaccione y logre acelerar este proceso, resultando la obtención de una rápida puesta en servicio de la estructura.

1.2 Formulación del problema

a) Problema general:

¿Se podrá mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto de resistencia acelerada mediante la incorporación de aditivo Sikaplast 700?

b) Problemas específicos:

- ¿Se podrá mejorar la consistencia del concreto de resistencia acelerada mediante la incorporación de aditivo Sikaplast 700?
- ¿Se podrá mejorar el contenido de aire del concreto de resistencia acelerada mediante la incorporación de aditivo Sikaplast 700?
- ¿Se podrá mejorar el peso unitario del concreto de resistencia acelerada mediante la incorporación de aditivo Sikaplast 700?
- ¿Se podrá mejorar la temperatura del concreto de resistencia acelerada mediante la incorporación de aditivo Sikaplast 700?
- ¿Se podrá mejorar el tiempo de fraguado del concreto de resistencia acelerada mediante la incorporación de aditivo Sikaplast 700?
- ¿Se podrá mejorar la resistencia a la compresión del concreto de resistencia acelerada mediante la incorporación de aditivo Sikaplast 700?

1.3 Objetivos

a) Objetivo general:

Evaluar las propiedades físicas y mecánicas del concreto de resistencia acelerada incorporando el aditivo Sikaplast 700.

b) Objetivos específicos:

- Evaluar la consistencia del concreto de resistencia acelerada mediante la incorporación del aditivo Sikaplast 700.
- Analizar el contenido de aire del concreto de resistencia acelerada mediante la incorporación del aditivo Sikaplast 700.
- Determinar el peso unitario del concreto de resistencia acelerada mediante la incorporación del aditivo Sikaplast 700.
- Precisar la temperatura del concreto de resistencia acelerada mediante la incorporación del aditivo Sikaplast 700.
- Evaluar el tiempo de fraguado del concreto de resistencia acelerada mediante la incorporación del aditivo Sikaplast 700.
- Determinar la resistencia a la compresión del concreto de resistencia acelerada mediante la incorporación del aditivo Sikaplast 700.

1.4 Justificación

1.4.1 Justificación teórica

La investigación planteada contribuyó a entender las implicancias del uso del aditivo superplastificante Sikaplast 700 en las mezclas convencionales de concreto. Disminuyendo así, el desconocimiento sobre el uso y potencialidades del aditivo superplastificante Sikaplast 700, ya que al no ser un producto de gran disponibilidad y consumo en el mercado local, son relativamente pocos los profesionales que tienen la oportunidad de emplearlos e investigar para mejorar las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido (trabajabilidad, tiempo de fraguado y resistencia).

1.4.2 Justificación metodológica

La metodología utilizada para evaluar las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido, como consecuencia de la incorporación del aditivo superplastificante Sikaplast 700 en las mezclas patrones, genera un mayor control o validez interna del experimento. Esta metodología puede adaptarse satisfactoriamente a investigaciones futuras, donde se desea conocer la influencia directa de un componente particular (aditivo, cemento, agregados, agua y adiciones) sobre las propiedades del concreto.

1.4.3 Justificación práctica

Conociendo la variación de las propiedades del concreto fresco y endurecido debido al uso del aditivo superplastificante Sikaplast 700. Los ingenieros inmersos en la construcción tomaron mejores decisiones en la aplicación final de este producto, tales como:

- Rapidez en la colocación del concreto bombeado, gracias a la mejora de su trabajabilidad (slump).
- Mejorar la trabajabilidad en el concreto fresco, facilitando las labores de colocación de este.
- Evitar la corrosión de las armaduras, debido a la nula presencia de cloruros en el aditivo.
- Controlar el tiempo de fraguado para una adecuada planificación sobre las operaciones del concreto en obra (transporte, colocación, consolidación y acabado).

1.5 Alcances y limitaciones

Esta tesis se limita a comparar las propiedades físicas y mecánicas del concreto dosificado con aditivo Sikaplast 700 y Viscocrete SC-50, a través de los ensayos estandarizados de concreto en estado fresco y en estado endurecido. La presente investigación se realizó teniendo como referencia la Norma Técnica Peruana y Norma Americana ASTM (American Society of Testing Materials).

Los ensayos del concreto en estado fresco y en estado endurecido, se realizaron en el laboratorio de Mixercon S.A., ubicado en la Panamericana Sur KM 16.5, Villa el Salvador. Los principales equipos y herramientas proporcionados por la empresa en mención, son los siguientes:

- Cono de Abrams
- Olla de Washington
- Termómetro
- Penetrómetro
- Prensa hidráulica a la compresión
- Balanza digital
- Mezcladores de 9 pie³

1.6 Viabilidad del estudio

a) Viabilidad técnica

Se contó con mano de obra calificada para la ejecución de los ensayos, así como también bibliografía relacionada con el tema de investigación.

b) Viabilidad económica

La presente tesis fue financiada íntegramente con los recursos de los autores. La empresa Mixercon S.A. se apoyó en la ejecución de los ensayos de laboratorio. Este aporte sin fines de lucro impulsó la correcta realización del estudio.

c) Viabilidad social

No existen inconvenientes o impactos socio/ambientales negativos al realizar los ensayos de laboratorio correspondientes.

d) Viabilidad operativa

Los ensayos de laboratorio se realizaron con tomas de muestras ejecutables y procesos estandarizados.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Huarcaya Garzón, Coldie Ivonee (2014) en *Comportamiento del asentamiento en el concreto usando aditivo polifuncional Sikament 290N y aditivo superplastificante de alto desempeño Sika Viscoflow 20E*. Universidad Ricardo Palma. Facultad de Ingeniería. Tesis para obtener el título de Ingeniería Civil. Se propone analizar y evaluar el comportamiento del asentamiento de concreto con aditivos (superplastificante y plastificante) en diferentes dosis de 0,5% - 1% - 1,5% para poder obtener un concreto más trabajable, fluido durante más tiempo.

Finalmente, la investigación determina que el comportamiento del concreto dosificado con aditivo Sika Viscoflow 20E es mejor que la del concreto con aditivo Sikament 290N en resistencia a la compresión y trabajabilidad. Asimismo, el concreto con aditivo Sika Viscoflow 20E reduce brevemente los tiempos de fraguado inicial y final.

2.1.2 Mayta Rojas, Jhonatan Wilson (2014) en *Influencia del aditivo superplastificante en el tiempo de fraguado, trabajabilidad y resistencia mecánica del concreto, en la ciudad de Huancayo*. Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad de Ingeniería Civil. Tesis para obtener el título de Ingeniería Civil. La presente tesis de investigación tiene como objetivo

principal determinar la influencia del aditivo superplastificante en las propiedades del concreto para el estado fresco fresco y endurecido.

Como resultado trascendental es que el aditivo superplastificante aumenta la trabajabilidad del concreto, retrasa brevemente el tiempo de fraguado, y se obtuvo resistencias a la compresión por encima del 70% respecto al concreto patrón.

2.1.3 Corrales Groppo, Junior Renato y Farfán Rodríguez, Mauricio Alberto (2015) en el *Análisis comparativo para el diseño de concreto de resistencia acelerada con agregado grueso de ¾" y 1", utilizando aditivos de las marcas Sika, Euco, Chema y Zeta, en la Región Arequipa*. Universidad Católica de Santa María. Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del Ambiente. Tesis para obtener el título de Ingeniería Civil.

El objetivo principal de la investigación fue realizar el análisis comparativo de las propiedades en estado fresco y endurecido del concreto de resistencia acelerada con la incorporación de aditivos de las marcas Sika, Euco, Chema y Zeta.

Esta tesis se relaciona con la investigación, ya que muestra cómo debe estructurarse, de una manera detallada, la elaboración del comparativo de los concretos utilizando diferente tipos de aditivos. Asimismo, esta tesis fue tomada como referencia porque muestra, de manera esquemática, los procesos principales para la elaboración del análisis comparativo, iniciando los estudios desde la caracterización de los agregados hasta llegar a la obtención de resultados de los diversos tipos de ensayos del concreto.

2.1.4 Garay Pichardo, Lisandra Yelina y Quispe Cotrina, Carol Estefani (2016) en el *Estudio del concreto elaborado en los vaciados de techos de vivienda en Lima y evaluación de alternativa de mejora mediante el empleo de aditivo superplastificante (reductor de agua de alto rango)*.

Pontificia Universidad Católica del Perú. Tesis para obtener el título de Ingeniería Civil.

Tuvo como objetivo realizar el estudio del comportamiento del concreto producido en la autoconstrucción para plantar una alternativa que contribuya a mejorar la resistencia a compresión de los concretos elaborados en las obras de autoconstrucción, mediante el empleo de aditivos superplastificantes. Finalmente, la investigación determina que se pueden obtener concretos más resistentes y durables que disminuyan la vulnerabilidad de las viviendas autoconstruidas a través del empleo de los aditivos superplastificantes.

2.1.5 Tello Rodriguez, Alex Martin (2008) en el *Uso del aditivo superplastificante Rheobiuld 1000 y la fibra de polipropileno Fibermesh 300 en edificios con muros de ductilidad limitada aplicada al conjunto habitacional Lomas Caminos del Inca*. Universidad Ricardo Palma. Facultad de Ingeniería.

Tuvo como objetivo comprobar mediante ensayos en el laboratorio si el uso del aditivo superplastificante Rheobuild 1000 y la fibra de polipropileno Fibermesh 300 mejoran la calidad del concreto y evaluar la aplicación de las normativas, en la mejora de la productividad. Finalmente la investigación determina que el uso de fibra de polipropileno Fibermesh 300 disminuye las fisuras de los muros y el aditivo superplastificante Rheobluid 1000 mejora la plasticidad del concreto y las resistencias iniciales.

2.1.6 Alonso López, María del Mar (2011) en el *Comportamiento y compatibilidad de cementos y aditivos superplastificantes, basados en policarboxilatos. Efecto de la naturaleza de los cementos y estructura de los aditivos*. Universidad Autónoma de Madrid.

El objetivo principal de la investigación fue estudiar el comportamiento entre diferentes cementos normalizados (con distinta finura, contenido en aluminatos, adiciones minerales y composición mineralógica) y

aditivos superplastificantes basados en éteres policarboxilatos (PCE) con diferente estructura molecular.

La investigación determina que los aditivos de última generación basados en éteres policarboxilatos modifican tanto las propiedades del concreto en estado fresco como endurecido, reduciendo el contenido de agua y/o de cemento, mejorando la fluidez de los sistemas, posibilitando la incorporación de mayor contenido de adiciones, y mejorando las propiedades resistentes y durables.

2.1.7 Hernández Preisler, César Augusto (2005) en *Plastificantes para el hormigón*. Universidad Austral de Chile.

Esta tesis tiene como objetivo dar a conocer la importancia que tiene la utilización de los diferentes tipos de aditivos en la elaboración del hormigón (concreto), en especial de los Plastificantes y Superplastificantes.

En esta investigación, se concluye que el uso de aditivos plastificantes permitían aumentar su trabajabilidad así como su resistencia mecánica sin los cuales es imposible obtener concretos de alta resistencia, llegándose a alcanzar una resistencia a la compresión de 800 kg/cm².

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Concreto de resistencia acelerada

Concreto especialmente diseñado y controlado para permitir el desarrollo de las resistencias especificadas a temprana edad, es recomendable su uso en donde se requiera poner en servicio una estructura antes del plazo presupuestado, no recomendado para vaciados masivos.

2.2.1.1 Ventajas del concreto de resistencia acelerada

- Se desarrollan altas resistencias iniciales y finales.
- Se requiere menor tiempo de desencofrado.
- En corto tiempo, se puede dar función estructural al elemento.

- Se reduce el tiempo general de la obra.
- El personal puede ser utilizado en otras funciones.

2.2.1.2 Precauciones del concreto de resistencia acelerada

- No se deben usar los concretos de resistencia acelerada para estructuras masivas.
- Los concretos de resistencia acelerada requieren un proceso de curado especial en las primeras horas y días.
- No debe confundirse el término resistencia acelerada con fraguado acelerado, en este último no se incrementan las resistencias iniciales.

2.2.2 Propiedades del concreto en estado fresco

2.2.2.1 Asentamiento (NTP 339.035)

La Norma NTP 339.035 menciona que este ensayo se realiza para determinar la consistencia de una mezcla de concreto en estado fresco haciendo uso del cono de Abrams. La consistencia, no es sinónimo de trabajabilidad, viene a ser la fluidez de la mezcla como consecuencia del agua que contiene.

Esta determinación es de gran importancia en el control de calidad ya que con ella se decide si el concreto producido puede ser colocado. Una diferencia de 2.5 centímetros en la determinación, puede provocar el rechazo de una carga completa de concreto.

Cuando las especificaciones de proyecto para asentamiento están escritas como un requisito de "máximo" o de "no exceder":

Tabla 1: Tolerancia para asentamiento especificado

	Asentamiento especificado	
	Si es 3 pulg. (75 mm) o menor	Si es mayor que 3 pulg. (75 mm)
Tolerancia en exceso	0	0
Tolerancia en defecto	1 1/2 pulg. (40 mm)	2 1/2 pulg. (65 mm)

Fuente: ACI C94/C 94M-07. Especificación normalizada para concreto premezclado

Elaboración: los autores

Cuando las especificaciones de proyecto para asentamiento no están escritas como un requisito de "máximo" o de "no exceder":

Tabla 2: Tolerancia para asentamientos nominales

Tolerancias para Asentamientos Nominales	
Para asentamiento especificado de:	Tolerancia
2 pulg. (50 mm) y menor	±1/2 pulg. (15 mm)
Más de 2 a 4 pulg. (50 a 100 mm)	±1 pulg. (25 mm)
Más de 4 pulg. (100 mm)	±1 1/2 pulg. (40 mm)

Fuente: ACI C94/C 94M-07. Especificación normalizada para concreto premezclado

Elaboración: los autores

La Norma ACI C94/C 94M-07 (2007) señala que: El concreto debe estar disponible dentro del rango admisible de asentamiento para un período de 30 minutos contados desde la llegada al lugar de trabajo o después del ajuste inicial de asentamiento permitido, lo que se produzca más tarde. El primer y último ¼ m³ descargados están exentos de este requisito. Si el usuario no está preparado para la descarga del concreto del vehículo, el productor no debe ser responsable por la limitación de asentamiento mínimo después de pasados 30 minutos contados desde la llegada del vehículo al destino prescrito o desde la hora requerida de entrega, lo que se produzca más tarde. (p. 5).

Esta mezcla es solo aplicable a asentamientos verdaderos. No es aplicable o no tiene importancia en mezclas secas y mezclas fluidas o mezclas que carecen de cohesión.

A este ensayo también se le conoce con los nombres de slump, revenimiento, consistencia.

Procedimiento de ensayo:

- Una vez homogeneizada la mezcla, se selecciona una superficie plana, horizontal lisa, firme y no absorbente (que puede ser una placa metálica). Se humedece esta superficie y el interior del cono, a continuación se fija el cono sobre la superficie húmeda colocando los pies sobre las aletas inferiores del cono (posición en la que deberá mantenerlos durante toda la operación del llenado y compactación).

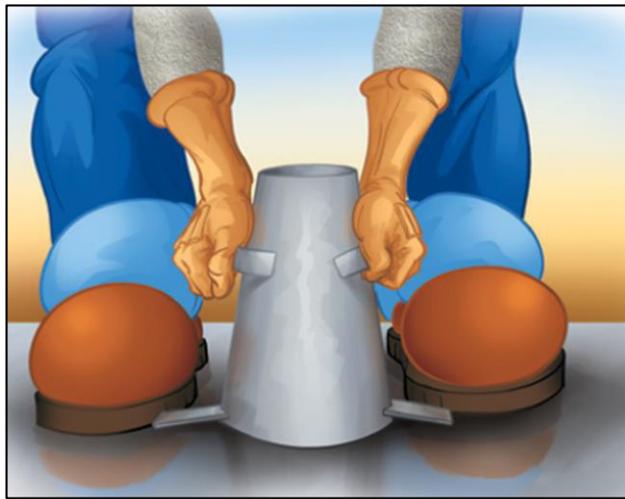


Figura 1: Posición durante la operación del llenado y compactación
Fuente: IMCYC., 2007

- Llenar el cono en tres (3) capas, aproximadamente, de igual volumen y hacer la compactación. La primera capa, que debe tener una altura de 7 centímetros, se compacta con 25 penetraciones de la varilla siguiendo una espiral hacia el centro, no se debe tocar fuertemente la base.

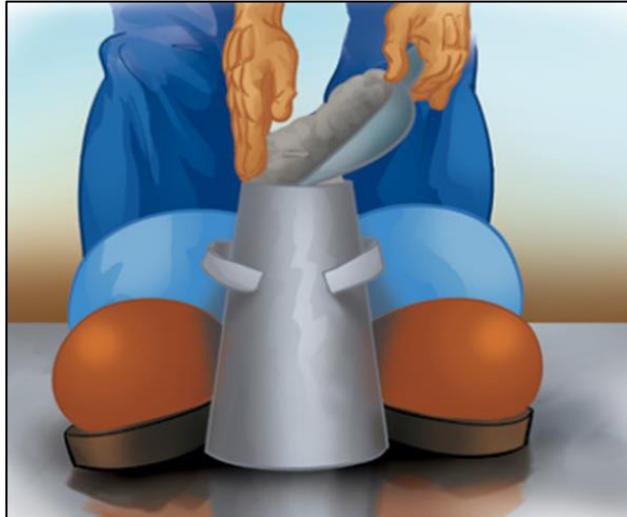


Figura 2: Llenado de la primera capa de concreto
Fuente: IMCYC., 2007

- La segunda capa, con la que debes alcanzar una altura aproximada de 16 centímetros dentro del cono, se compacta con 25 penetraciones de la varilla, de la misma manera, que se hizo al compactar la primera capa, pero procurando que en cada golpe, la varilla penetre aproximadamente 2 centímetros en la primera capa.

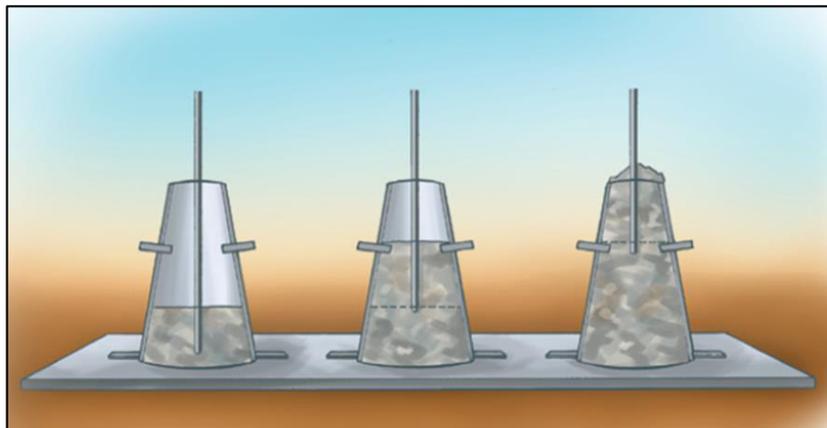


Figura 3: Compactación de las capas del troncocónico
Fuente: IMCYC., 2007

- La tercera capa, con la que debe llenarse el cono y rebasar ligeramente el borde superior del mismo, se compacta también con 25 golpes de la varilla; en cada golpe debe penetrar 2 centímetros aproximadamente en la segunda capa. Si durante la compactación de esta tercera capa, el concreto queda por debajo del borde superior del

cono, puedes agregar un poco de muestra y continuar compactando hasta completar el número de golpes especificados.



Figura 4: Compactación de la tercera capa de concreto
Fuente: IMCYC., 2007

- Utilizando la varilla de compactación, enrasa el concreto apoyándote superior del cono. Una vez enrasado, limpia el exceso de concreto que haya alrededor del cono.



Figura 5: Enrasado con la varilla de compactación
Fuente: IMCYC., 2007

- Levantar el cono, de manera suave, alzándolo verticalmente y evitando giros o inclinaciones del cono que podrían arrastrar el concreto. Para levantar completamente el cono, requieres un tiempo de 5 ± 2 segundos. Luego de levantar el cono, colócalo de cabeza junto al concreto asentado, poniendo la varilla acostada y horizontal

sobre el borde del cono y en dirección a la altura promedio de la base superior del concreto asentado.



Figura 6: Levantamiento del cono
Fuente: IMCYC., 2007

- Medir verticalmente con la wincha, la diferencia que existe entre la altura del cono de metal y la porción central de la superficie del concreto asentado.

El tiempo máximo que debe transcurrir desde el inicio del ensayo hasta la finalización de éste, no debe ser mayor de 2 minutos y medio.

Si al medir el asentamiento, se encuentra que no cumple con las tolerancias especificadas, debe hacerse una segunda prueba inmediatamente, con otra porción de la misma muestra o de otra muestra que tomes de la misma entrega. Si esta segunda prueba tampoco cumple, se debe considerar que el concreto no ha cumplido con el asentamiento estipulado. (NTP 339.035, 2009).

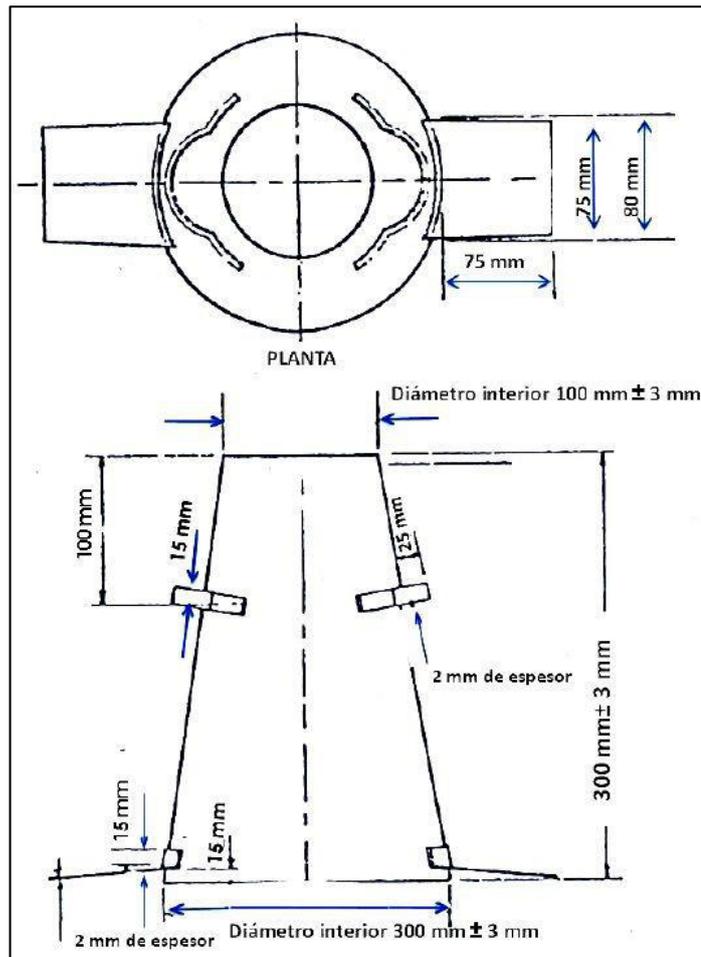


Figura 7: Cono de Abrams
Fuente: NTP 339.035 (2009)



Figura 8: Ensayo de Asentamiento
Elaboración: los autores

2.2.2.2 Peso Unitario (NTP 339.046)

El peso unitario de un concreto es la relación entre el peso de un concreto fresco compactado y el volumen del recipiente que lo contiene, es decir nos permite cuantificar el peso compactado del concreto fresco que ocupa un volumen unitario. (NTP 339.046, 2008).

Procedimiento de ensayo:

- Se determina el peso del recipiente vacío y humedecerlo, llenar el concreto en tres capas y compactar cada capa a razón de 25 veces por capa y dándole de 10 a 15 golpes en el exterior del molde con el martillo de goma.
- Enrasar la superficie del concreto y limpiar completamente el exterior del recipiente.
- Determinar el peso de dicha muestra y se divide el peso de esta entre el volumen del recipiente.

El peso unitario real del concreto generalmente no es igual al peso unitario teórico obtenido del diseño de mezcla, por lo tanto este

ensayo es una manera de controlar la uniformidad del concreto y de sus materiales componentes. Usualmente existe alguna diferencia entre el peso unitario teórico y el real, que se cuantifica como el cociente del teórico entre el real. Mientras el valor este dentro del rango 0.98 a 1.02, el rendimiento es aceptable y no conviene hacer correcciones a las proporciones hasta obtener un valor estable.

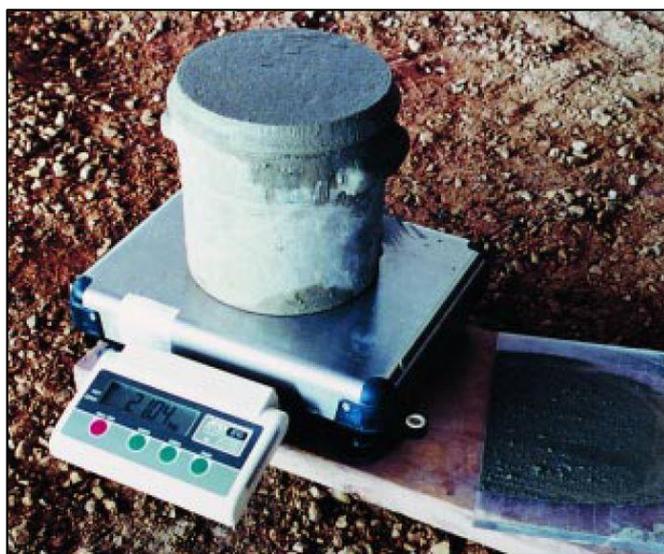


Figura 9: Determinación del Peso Unitario
Fuente: Kosmatka, Kerkhoff, Panarese y Tanesi, 2004

2.2.2.3 Temperatura Interna (NTP 339.184)

Para medir y registrar la temperatura del concreto; primeramente debemos colocar el dispositivo a una profundidad de 75 mm (3 pulg); finalmente debemos esperar 2 minutos o hasta que la lectura se estabilice. (NTP 339.184, 2008).

La temperatura de la mezcla de concreto no debe ser menor de 10°C ni mayor de 32°C y la temperatura ambiente en el cual se va a vaciar el concreto no debe ser menor de 5°C ni mayor de 28°C. (NTP 339.184, 2008).

Pasquel (1998) afirma que la temperatura del concreto al ser colocado no deberá ser tan alta como para causar dificultades debidas a pérdida de asentamiento, fragua instantánea o juntas frías.

La NTE E.060 no establece ninguna tolerancia en la temperatura máxima de colocación del concreto fresco, en consecuencia los proveedores de premezclado deben tomar las precauciones para que no se supere el límite de 32°C del concreto fresco al llegar a la obra, sin que ello represente un costo adicional para el comprador.

En la Figura 10 se puede observar las operaciones en laboratorio.



Figura 10: Medición de la temperatura
Elaboración: los autores

2.2.2.4 Contenido de aire por el método de presión tipo neumático (NTP 339.083)

Este ensayo tiene como finalidad determinar el contenido de aire total en una mezcla de concreto fresco. Hay tres métodos para medir el contenido de aire total en el concreto fresco: gravimétrico, volumétrico y presión. Para el caso, se usó el método de presión tipo neumático conocido como Washington.

La cantidad de aire depende de muchos factores especialmente de: las propiedades físicas del agregado, del método de compactación, de las proporciones en que se han combinado los ingredientes y tiempo de mezclado. Generalmente, este aire ocupa del 1% al

3% del volumen de la mezcla salvo que el concreto esté expuesto a cambios bruscos de temperatura (congelarse y descongelarse), para lo cual se necesita incorporar aire mediante el uso de aditivos, por lo tanto, el volumen de aire en la mezcla aumentaría. (Huarcaya, 2014, p.106).

Procedimiento de ensayo:

- El recipiente que va a contener la muestra de concreto equivale a 7075 cm³, aproximadamente, se llena el recipiente en tres capas iguales, confinando cada capa 25 veces con la varilla compactadora y golpeando ligeramente el exterior del molde con un mazo de goma, hasta que los agujeros dejados por la varilla se cierren.
- Se quita el exceso de concreto con una regla metálica y se enrasan con cuidado los bordes superiores del recipiente, se limpian las cejas del recipiente para que la cubierta tenga un cierre hermético, luego tapar el recipiente el cual tiene un manómetro en la tapa que debe ser calibrado.
- Colocar el recipiente en una superficie nivelada, rígida y llenar con agua, introducir el calibre equivalente al 5% del volumen del recipiente, tapar el equipo y llenar con agua por el embudo del recipiente hasta que salga agua por el embudo de desfogue.
- Bombear aire hasta que el agua negra del manómetro coincida con la aguja amarilla, luego abrir la válvula que hace ingresar el aire de la cámara de presión hacia el recipiente. El porcentaje del aire total medido de esa forma deberá ser 5%. Si el porcentaje del aire es 5%, quiere decir que el equipo se encuentra calibrado. Si por el contrario no marcara 5%, tendrá que ser revisado y ajustado por un especialista.



Figura 11: Medidor de contenido de aire
Fuente: Kosmatka et al., 2004

2.2.2.5 Exudación (NTP 339.077)

La norma NTP 339.077 establece el procedimiento para determinar la cantidad relativa de agua de mezclado que puede ser exudada de una muestra de concreto fresco.

Procedimiento de ensayo:

- Llenar el recipiente con la mezcla de concreto de acuerdo con el método indicado en la norma NTP 339.046. Enrasar la superficie 3 a 6 mm debajo del borde superior del molde. Inmediatamente después de nivelar la superficie de la muestra, registrar la hora y peso del espécimen.
- Retirar el agua acumulada con una pipeta en intervalos de 10 minutos durante los primeros 40 minutos, y luego a intervalos de 30 minutos hasta que cese la exudación. Después de cada extracción se transfiere el agua a la probeta graduada para la medición del volumen acumulado.
- Para facilitar la extracción del agua, se coloca un taco de 50 mm que incline el recipiente, 2 minutos antes de extraer el agua.

“La exudación se produce inevitablemente en el concreto, pues es una propiedad inherente a su estructura, luego lo importante es evaluarla y controlarla en cuanto a los efectos negativos que pudiera tener”. (Pasquel, 1998, p. 141).

2.2.2.6 Tiempo de fraguado por medio de su resistencia a la penetración (NTP 339.082)

Es la velocidad de endurecimiento que experimenta una mezcla de concreto. De este ensayo se obtiene dos resultados que son: el fraguado inicial y el fraguado final.

Se dice que el concreto llega al fraguado inicial cuando alcanza una resistencia a la penetración de 500 lb/pulg². El fraguado inicial es el tiempo en que la mezcla pasa de estado plástico a un estado no plástico. El fraguado final es el tiempo en donde la mezcla del concreto tiene cierta rigidez y comienza el endurecimiento. Se dice que el concreto llega al fraguado final cuando alcanza una resistencia a la penetración de 4000 lb/pulg².

Típicamente, el fraguado inicial ocurre entre dos y cuatro horas después del mezclado, y nos define el límite de manejo, o sea el tiempo por el cual el concreto fresco ya no puede ser mezclado adecuadamente, colocado y compactado, el fraguado final ocurre entre cuatro y ocho horas después del mezclado, y está definido por el desarrollo de la resistencia, que se genera con gran velocidad. (Huarcaya, 2014, p. 111).

Procedimiento de ensayo:

- Una muestra de mortero se obtendrá por tamizado (Malla N°4) de una muestra representativa del concreto fresco. Se toma el mortero que pasa dicha malla y se coloca en el recipiente hasta que tenga una altura de por lo menos 14 cm.
- Realizar un mínimo de 6 penetraciones para así dibujar la curva de fraguado. Cuando se realice cualquier penetración, la distancia del

borde del molde no debe ser menor de 2.5 cm. (1"); la distancia de aguja a aguja no deberá ser menor de 2 veces el diámetro de la aguja a usar o 1.5 cm. Cuando se penetre debe hacerse en 10 segundos y se debe penetrar una pulgada.

- Si en la primera penetración, el dial no marca fuerza alguna, la siguiente penetración se volvió a realizar con la misma aguja, si por el contrario, cuando se penetre, la fuerza excede la capacidad del dial, se usará la aguja inmediata inferior.
- Dependiendo del grado de fraguado de la mezcla, insertar la aguja de medida apropiada en el aparato de penetración.



Figura 12: Equipo de tiempo de fraguado
Fuente: Kosmatka et al., 2004

2.2.2.7 Muestreo del concreto (NTP 339.036)

La muestra de concreto debe ser compuesta, esto quiere decir que se deben obtener varias porciones de muestras individuales y formar una sola para que de esta forma sea una representativa. Según la Norma NTP 339.036 el volumen de esta muestra no debe ser menor de 28 L o 1 pie³ para los ensayos completos de calidad. Se permitirá muestras menores cuando se realice únicamente ensayos de control que son: Asentamiento, Contenido de aire y Temperatura.

El lapso que debe transcurrir desde la obtención de la primera muestra y la última parte de ésta no será mayor de 15 minutos.

El ensayo de moldeado de probeta no deberá exceder de los 15 minutos posteriores de la obtención de la última parte de la muestra y no deberá exceder los 5 minutos en los demás ensayos.

2.2.2.8 Elaboración de probetas cilíndricas normalizadas de concreto (NTP 339.033)

Esta norma tiene como objetivo dar a conocer la forma adecuada de elaboración y curado de probetas cilíndricas de concreto para su posterior rotura. La forma más común para determinar la resistencia del concreto, es ensayar a la compresión, cilindros de 4" de diámetro por 8" de altura.

Para que se pueda juzgar de manera adecuada la calidad del concreto, se requiere que los cilindros sean elaborados desarrollando correctamente los procedimientos especificados para el llenado de los moldes, compactación, enrasado e identificación. Debe hacerse notar que para la adecuada elaboración de cilindros, se requiere fundamentalmente que se hayan aplicado de manera correcta, los procedimientos de muestreo.

Procedimiento de ensayo:

- Revisar que los moldes estén sellados para evitar pérdidas de agua. Una vez que estén sellados, aceita ligeramente con aceite rebajado con gasolina las superficies interiores del molde.
- Colocar la probeta en forma vertical en un lugar libre de vibraciones, que no entorpezca el tránsito de vehículos y personas, protegido de la lluvia y de la evaporación excesiva (protegido del sol).
- Llenar el molde en 2 capas, compactando cada capa a razón de 25 chuceadas en forma de espiral, luego dar golpes con la comba de goma hasta que los agujeros dejados por la varilla, se cierren y una ligera capa de agua aflore a la superficie. La segunda capa se llena

de la misma forma, con la diferencia que las chuseadas deben penetrar 1" a la capa inferior, luego enrasar y dar un buen acabado superior con una plancha de albañilería.

Tabla 3: Número de capas requerida por espécimen

Tipo y tamaño de espécimen mm (pulg.)	Modo de consolidación	Número de capas de aproximadamente igual profundidad
Cilindros		
Diámetro en mm (pulg.)		
75 a 100 (3 o 4)	varillado	2
150 (6)	varillado	3
225 (9)	varillado	4
Hasta 225 (9)	varillado	2
Prismas y cilindros horizontales para escurrimiento plástico		
Profundidad en mm (pulg)		
Hasta 200 (8)	varillado	2
Más de 200 (8)	varillado	3 o más
Hasta 200 (8)	varillado	1
Más de 200 (8)	varillado	2 o más

Fuente: NTP 339.183 (2013), Concreto. Práctica normalizada para la elaboración de especímenes de concreto en el laboratorio.

Elaboración: los autores

- Es muy importante que para compactar las capas, utilices la varilla especificada, ya que la punta redondeada desliza sobre el agregado al penetrar y permite que el concreto se cierre suavemente cuando se extrae la varilla. El uso de una varilla con punta plana, empuja al agregado grueso hacia abajo originando vacíos al extraerla.

Tabla 4: Diámetro de varilla y número de varillados al moldear especímenes de concreto

CILINDRO		
Diámetro del cilindro mm (pulg)	Diámetro de la varilla mm (pulg)	Número de golpes/capa
75 (3) a < 150 (6)	10 (3/8)	25
150 (6)	16 (5/8)	25
200 (8)	16 (5/8)	50
250 (10)	16 (5/8)	75
VIGAS Y PRISMAS		
Área Superficial superior del especimen cm² (pulg²)	Diámetro de la varilla mm (pulg)	Número de golpes/capa
160 (25) o menos	10 (3/8)	25
165 a 310 (26 a 49)	10 (3/8)	Una por cada 7 cm ² (1 pulg ²) de superficie
320 (50) a más	16 (5/8)	una por cada 14 cm ² (2 pulg ²) de superficie

Fuente: NTP 339.183 (2013), Concreto. Práctica normalizada para la elaboración de especímenes de concreto en el laboratorio.

Elaboración: los autores

- Al terminar la compactación, se debe efectuar el enrasado, identificación y protección del cilindro.
- Desmoldar la probeta dentro del lapso indicado, identificarla con la fecha de vaciado y la estructura a la que pertenece o cualquier otro dato que sea importante. Dentro de la media hora que ha sido desencofrada la probeta, llevarla a la poza de curado, en una solución saturada de cal hidratada a razón de 3 gr/lit. de agua.

2.2.3 Propiedades del concreto en estado endurecido

Esta etapa del concreto como es el estado endurecido, tiene una finalidad importante ya que es donde podemos apreciar las propiedades mecánicas y físicas y así estimar la durabilidad del concreto.

El concreto en estado endurecido es una consecuencia de cómo se desarrolló la etapa plástica.

2.2.3.1 Curado de especímenes de concreto (NTP 339.183)

El curado es el mantenimiento de un adecuado contenido de humedad y temperatura en el concreto a edades tempranas, de manera que éste pueda desarrollar las propiedades para las cuales fue diseñada la mezcla.

Según la Norma ACI 308R, el curado comienza tan pronto como el concreto esté en riesgo de secarse prematuramente y cuando dicho secado deteriore el concreto o impida el desarrollo de las propiedades de resistencia y durabilidad.

La Figura 13 muestra el comportamiento del concreto en lo que respecta a su desarrollo de resistencia en función del tiempo y del tipo de curado proporcionados. Se observa que un defecto de curado erosiona el potencial de resistencia mecánica del concreto e incluso perjudica económicamente el proyecto ya que se obtiene un producto de inferior resistencia y durabilidad a aquel por el cual se pagó.

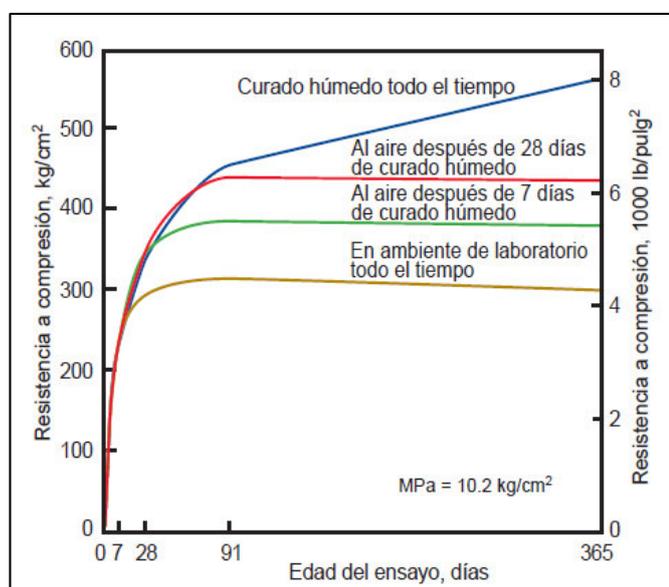


Figura 13: Resistencia a la compresión en función de la edad, para una variedad de condiciones de curado

Fuente: Kosmatka et al., 2004

2.2.3.2 Resistencia a la compresión (NTP 339.034)

La Norma NTP 339.034 describe el método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión de muestras cilíndricas.

El método consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados o extracciones diamantinas a una velocidad normalizada en un rango prescrito mientras ocurre la falla. La resistencia a la compresión de la probeta es calculada por división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección recta de la probeta. (NTP 339.034, 2008, p.3).

“Los ensayos a compresión de probetas del curado húmedo serán echas tan pronto como sea práctico luego de retirarlos del almacenaje de humedad”. (NTP 339.034, 2008, p. 11).

Las probetas de concreto serán protegidas de pérdida de humedad por cualquier método conveniente durante el periodo entre el retiro del almacenaje de humedad y el ensayo. Las probetas de concreto serán ensayadas en condición húmedas. (NTP 339.034, 2008).

Todas las probetas de ensayo para una determinada edad de ensayo serán fracturados dentro del tiempo aceptable de tolerancias prescritas como sigue:

Tabla 5: Tolerancias de ensayo en la edad correspondiente

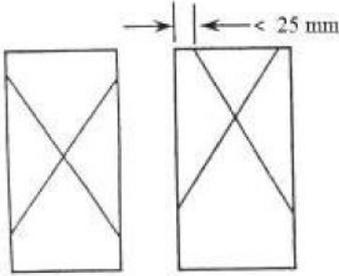
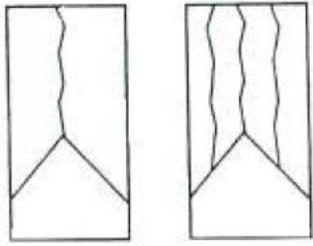
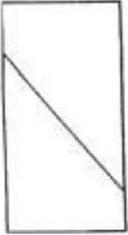
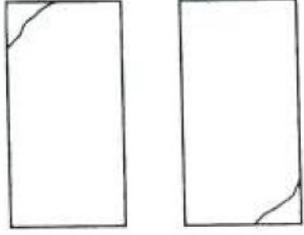
Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24 horas	± 0.5 h ó 2.1%
3 días	± 2 h ó 2.8%
7 días	± 6 h ó 3.6%
28 días	± 20 h ó 3.0%
90 días	± 48 h ó 2.2%

Fuente: NTP 339.034 (2008), Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Elaboración: los autores

“Un factor indirecto pero no por eso menos importante en la resistencia, lo constituye el curado ya que es el complemento del proceso de hidratación sin el cual no se llegan a desarrollar completamente las características resistentes del concreto”. (Pasquel, 1998, p. 143).

Tabla 6: Esquemas de los patrones de tipos de fracturas

Tipo de Falla	Descripción	Representación Gráfica
1	Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas	 <p>El diagrama muestra dos vistas de un cono de concreto. A la izquierda, una vista lateral que muestra un cono bien formado con una base superior y una base inferior. A la derecha, una vista superior que muestra un cono con una base superior y una base inferior. Entre las bases, se indican grietas con una dimensión máxima de 25 mm, representada por una línea vertical con flechas y el texto '< 25 mm'.</p>
2	Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base	 <p>El diagrama muestra dos vistas de un cono de concreto. A la izquierda, una vista lateral que muestra un cono bien formado sobre una base superior y una base inferior. A la derecha, una vista superior que muestra un cono con una base superior y una base inferior. Se observan grietas verticales que se desplazan a través de las capas, indicando un cono no bien definido en la otra base.</p>
3	Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados	 <p>El diagrama muestra una vista lateral de un cono de concreto con grietas verticales columnares en ambas bases, indicando que los conos no están bien formados.</p>
4	Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo I	 <p>El diagrama muestra una vista lateral de un cono de concreto con una fractura diagonal que atraviesa el cono, pero sin grietas en las bases.</p>
5	Fracturas de lado en las bases (superior e inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado	 <p>El diagrama muestra dos vistas de un cono de concreto. A la izquierda, una vista lateral que muestra un cono con fracturas de lado en la base superior. A la derecha, una vista superior que muestra un cono con fracturas de lado en la base inferior.</p>

6	Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado	
---	--------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: NTP 339.034 (2008), Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Elaboración: los autores

El cilindro de 100 x 200 mm (4 x 8 pulg.) es más fácil de moldear, requiere menos muestra, pesa mucho menos que el cilindro de concreto de 150 x 300 mm (6 x 8 pulg.) y, por lo tanto, es más fácil de manejarlo y requiere menos espacio para su curado húmedo. Adicionalmente, la sección transversal menor permite que se alcance una resistencia a compresión mayor por una máquina de ensayo que tenga una capacidad de carga menor.

Tabla 7: Esquemas de los patrones de tipos de fracturas

	Coeficiente de variación	Rango aceptable	
		2 cilindros	3 cilindros
Cilindro de 150 mm x 300 mm Condiciones de laboratorio	2.40%	6.60%	7.80%
Cilindro de 150 mm x 300 mm Condiciones de obra	2.90%	8.00%	9.50%
Cilindro de 100 mm x 200 mm Condiciones de laboratorio	3.20%	9.00%	10.60%

Fuente: NTP 339.034 (2008), Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Elaboración: los autores

2.2.4 Componentes del concreto

El concreto es una mezcla de cemento, agua, agregado fino, agregado grueso, aire y opcionalmente aditivos en ciertas proporciones, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades resistentes.

2.2.4.1 Agregados

Se definen los agregados como los elementos inertes del concreto provenientes de la desintegración natural o artificial de las rocas que son aglomerados por la pasta de cemento para formar la estructura resistente.

La denominación de inertes es relativa, porque si bien no intervienen directamente en las reacciones químicas entre el cemento y el agua, para producir el aglomerante o pasta de cemento, sus características afectan notablemente el producto resultante, para el logro de ciertas propiedades particulares de resistencia, durabilidad, etc. (Pasquel, 1998, p. 69).

Ocupan alrededor del 60% al 75% del volumen del concreto, de allí la gran importancia de la calidad de estos materiales para el producto final. (Pasquel, 1998).

Se ha determinado la clasificación entre agregado grueso (piedra) y agregado fino (arena) en función de las partículas mayores y menores de 4.75 mm (Malla Estándar ASTM N°4) (Pasquel, 1998). La combinación de ambos materiales se denomina Agregado Global.

En esta investigación se utilizó agregado grueso de la cantera Agrexa y agregado fino de la cantera Miranda.

- **Agregado fino**

Se define como agregado fino a aquel material que se forma de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa el tamiz 9.5 mm (3/8") y que cumpla con la norma NTP 400.037.

Sus partículas deben estar limpias y libres de polvo, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas.

- **Agregado grueso**

Se define como agregado grueso, al material retenido en el tamiz 4.75 mm (Nº4) y cumple con los límites establecidos en la Norma NTP 400.037. El agregado grueso podrá ser grava natural o triturada, deberán estar formados por partículas limpias, de perfil preferentemente angular o semiangular, duras, compactas, resistentes y de textura rugosa. Deben estar libres de tierra, polvo, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas.

- a) **Granulometría del agregado**

La granulometría es la distribución del tamaño de las partículas de un agregado, que se determina a través de los pesos retenidos que se tengan en tamices estándar normalizados, en cumplimiento de la NTP 400.012.

La granulometría y los límites granulométricos se expresan generalmente en porcentaje de material que pasa a través de cada tamiz estándar normalizado, siendo el análisis granulométrico importante para obtener un diseño de mezcla óptimo.

Alarcón (2005) señala que las arenas muy gruesas producen mezclas de concreto ásperas y difícilmente trabajables y las arenas muy finas incrementan los requisitos de agua (por lo tanto incrementan también el requerimiento del cemento para una relación dada de agua-cemento) y resultan antieconómicas.

Kosmatka et al. (2004) explica la importancia de la granulometría de los agregados: La granulometría es importante para que se logre una mezcla económica, pues afecta la cantidad de concreto que se puede producir para una dada cantidad de material cementante y agua. Los agregados gruesos deben tener el mayor tamaño máximo posible para las condiciones de la obra (p. 188).

La granulometría también influye en la trabajabilidad y la facilidad de colocación del concreto.

- **Granulometría del agregado fino:** El agregado fino deberá tener la gradación según los límites de la Tabla 8:

Tabla 8: Límites granulométricos del agregado fino

Tamiz	Porcentaje que pasa (%)
9.5 mm (3/8 pulg)	100
4.75 mm (N° 4)	95 a 100
2.36 mm (N° 8)	80 a 100
1.18 mm (N° 16)	50 a 85
600 μm (N° 30)	25 a 60
300 μm (N° 50)	05 a 30
150 μm (N° 100)	0 a 10

Fuente: NTP 400.037 (2014), Agregados. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto

Elaboración: los autores

- **Granulometría del agregado grueso:** La granulometría del agregado grueso debe cumplir con la NTP 400.037.

Tabla 9: Límites granulométricos del agregado grueso

Tamiz	Porcentaje que pasa (%)
25.0 mm (1 pulg)	100
19.0 mm (3/4 pulg)	90 a 100
12.5 mm (1/2 pulg)	
9.5 mm (3/8 pulg)	20 a 55
4.75 mm (N° 4)	0 a 10
2.36 mm (N° 8)	0 a 5
1.18 mm (N° 16)	

Fuente: NTP 400.037 (2014), Agregados. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto

Elaboración: los autores

b) **Módulo de finura:**

El módulo de finura es un número adimensional que representa el tamaño promedio de las partículas del agregado, se utiliza para controlar la uniformidad de los agregados. Entre mayor sea el módulo

de finura, más grueso será el agregado. Diferentes granulometrías de agregados pueden tener igual módulo de finura.

- **Módulo de finura del agregado fino:**

$$Mf = \frac{\sum \% \text{ retenido acumulado } (N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100)}{100}$$

Fuente: NTP 400.012 (2013)

- **Módulo de finura del agregado grueso:**

$$Mf = \frac{\sum \% \text{ retenido acumulado } (1\ 1/2", 3/4", 3/8", N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100)}{100}$$

Fuente: NTP 400.012 (2013)

c) Peso Unitario (NTP 400.017)

Es el resultado de dividir el peso de las partículas entre el volumen total, incluyendo los vacíos. El procedimiento para su determinación se encuentra normado por NTP 400.017.

- **Peso Unitario Suelto (P.U.S)**

En este ensayo se busca determinar el peso del agregado que llenaría un recipiente de volumen unitario.

$$P.U.S = \frac{\text{Peso del material}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

Fuente: NTP 400.017 (2011)

- **Peso Unitario Compactado (P.U.C)**

Es la relación entre el peso del material compactado y el volumen del recipiente que lo contiene.

$$P.U.C = \frac{\text{Peso del material compactado}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

Fuente: NTP 400.017 (2011)

d) Material más fino que pasa la malla 200 (NTP 400.018)

Este ensayo se realiza para determinar las partículas más finas que pasan el tamiz N° 200, las cuales están contenidas en los agregados. Estas partículas en cantidad considerable en los agregados son perjudiciales para el concreto, evita que la pasta se adhiera firmemente con los agregados.

$$\% \text{ de finos} = \frac{\text{Peso seco} - \text{Peso seco lavado}}{\text{Peso seco}}$$

Fuente: NTP 400.018 (2002)

e) Peso específico (NTP 400.021 y NTP 400.022)

El peso específico de un agregado es la relación que existe entre su peso y el peso de un volumen igual de agua, se usa en los cálculos para el diseño de mezclas.

- **Peso específico de masa:** es la relación entre el peso de la masa del agregado y el volumen total.
- **Peso específico de masa saturada superficialmente seca:** es la relación existente entre el peso del agregado saturado superficialmente seco y el volumen.
- **Peso específico aparente:** es la relación existente entre el peso de la masa del agregado y el volumen impermeable de la masa del mismo.

f) Porcentaje de absorción

Es la capacidad de los agregados de llenar los vacíos con agua el interior de las partículas. El fenómeno se produce por capilaridad, no llegándose a llenar todos los poros, puesto que siempre queda aire atrapado. Su importancia radica en que se reduce el agua de mezcla, influenciando así propiedades como la resistencia y la trabajabilidad, por lo que es necesario tener siempre en cuenta para sus correcciones necesarias. (Pasquel, 1998).

g) Contenido de humedad (NTP 339.185)

Se entiende por contenido de humedad a la cantidad de agua que posee un agregado en estado natural, es importante debido a que puede hacer variar la relación agua-cemento del diseño de mezcla y por tanto influir en la resistencia y la trabajabilidad del concreto.

Las condiciones de humedad de los agregados se muestran en la Figura 14 y son:

- Secados al horno: son totalmente absorbentes
- Secados al aire: la superficie de la partícula está seca, pero su interior contiene cierta humedad, siendo, por lo tanto, algo absorbentes.
- Saturados superficialmente secos: no absorben ni ceden agua a la mezcla de concreto.
- Húmedos: contiene un exceso de humedad en la superficie



Figura 14: Condiciones de humedad de los agregados

Fuente: Kosmatka et al., 2004

$$\text{Contenido de humedad} = \frac{(\text{Peso húmedo} - \text{Peso seco})}{\text{Peso seco}} * 100$$

Fuente: NTP 339.185 (2013)

h) Tamaño máximo

El tamaño máximo del agregado grueso es el menor tamiz por el que pasa toda la muestra. (NTP 400.037, 2002).

i) **Tamaño máximo nominal**

“Es el que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido”. (NTP 400.037, 2002, p. 6).

En elementos de espesor reducido se podrá disminuir el tamaño del agregado grueso siempre y cuando se mantenga una adecuada trabajabilidad, se cumpla con el asentamiento requerido y se obtenga la resistencia especificada.

2.2.4.2 **Cemento Portland**

La Norma Técnica Peruana (NTP 334.009) define al cemento Portland como: Producto obtenido por la pulverización del Clinker Portland compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y con la adición eventual del sulfato de calcio (yeso), de manera de obtener un polvo muy fino de color verdoso que al mezclarlo con agua forma una masa muy plástica y moldeable que luego de fraguar y endurecer, adquiere gran resistencia y durabilidad. (NTP 334.009, 2011).

a) **Composición del cemento Portland**

Los componentes químicos principales de las materias primas para la fabricación del cemento y las proporciones generales en que intervienen son:

Tabla 10: Materias primas usuales para la obtención de los óxidos componente

Proporción	Componente Químico	Procedencia Usual
95%	Óxido de Calcio (CaO)	Rocas Calizas
	Óxido de Sílice (SiO ₂)	Areniscas
	Óxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	Arcillas
	Óxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	Arcillas, Mineral de Hierro, Piritas
5%	Óxidos de Magnesio, Sodio, Potasio, Titanio, Azufre, Fósforo y Manganeseo	Minerales varios

Fuente: Pasquel, 1998

Elaboración: los autores

Los porcentajes típicos en que intervienen en el cemento Portland los óxidos mencionados son:

Tabla 11: Porcentaje típico de los óxidos componentes del cemento

Óxido Componente	Porcentaje Típico	Abreviatura
CaO	61% - 67%	C
SiO ₂	20% - 27%	S
Al ₂ O ₃	4% - 7%	A
Fe ₂ O ₃	2% - 4%	F
SO ₃	1% - 3%	
MgO	1% - 5%	
K ₂ O y Na ₂ O	0.25% - 1.5%	

Fuente: Pasquel, 1998

Elaboración: los autores

Según la Norma NTP 334.009 luego del proceso de formación del clinker y molienda final, se obtienen los siguientes compuestos, que son los que definen el comportamiento del cemento hidratado.

- **Silicato Tricálcico:** Define la resistencia final (en la primera semana) y tiene mucha importancia en el calor de hidratación.
- **Silicato Dicálcico:** Define la resistencia a largo plazo y tiene incidencia menor en el calor de hidratación.
- **Aluminato Tricálcico:** Aisladamente no tiene trascendencia en la resistencia, pero con los silicatos condiciona el fraguado violento actuando como catalizador, por lo que es necesario añadir yeso en el proceso (3%-6%) para controlarlo.
Es responsable de la resistencia del cemento a los sulfatos ya que al reaccionar con estos produce Sulfoaluminatos con propiedades expansivas, por lo que hay que limitar su contenido.
- **Aluminato - Ferrito Tetracálcico:** Tiene trascendencia en la velocidad de hidratación y secundariamente en el calor de hidratación.

b) Tipos de cemento y sus aplicaciones principales

Los cementos portland definidos en la Norma NTP 334.009 son:

- Tipo I: Para uso general, donde no se requieren propiedades especiales.
- Tipo II: De moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación. Se lo puede utilizar en estructuras normales o en miembros expuestos a suelos o agua subterránea, donde la concentración de los sulfatos sea más alta que la normal pero no severa. El cemento tipo II tiene propiedades de moderada resistencia a los sulfatos porque contiene no más del 8% de aluminato tricálcico.
- Tipo III: Desarrollo rápido de resistencia con elevado calor de hidratación. Es usado cuando se necesita remover los encofrados lo más temprano posible cuando la estructura será puesta en servicio.
- Tipo IV: Para emplearse cuando se desea bajo calor de hidratación. Se puede usar el cemento tipo IV en estructuras de concreto masivo, tales como grandes presas,
- Tipo V: Se utiliza en concretos expuestos a la acción severa de sulfatos.

Los cementos denominados “mezclados o adicionados” definidos en la norma NTP 334.090 son los siguientes:

- Tipo IS: Cemento al que se ha añadido entre un 25% a 70% de escoria de alto horno referido al peso total.
- Tipo ISM: Cemento al que se ha añadido menos de 25% de escoria de altos hornos referido al peso total.
- Tipo IP: Cemento al que se le ha añadido puzolana en un porcentaje que oscila entre el 15% y 40% del peso total.
- Tipo IPM: Cemento al que se le ha añadido puzolana en un porcentaje hasta 15% del peso total.
- Tipo ICo: Uso general, hasta 30% de filler calizo. Menor calor, f'c después 28 días.

2.2.4.3 Agua

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

- 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.

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

Una regla empírica que sirve para estimar si determinada agua sirve o no para emplearse en la producción de concreto, consiste en establecer su habilidad para el consumo humano, ya que lo que no daña al hombre no daña al concreto. (Pasquel, 1998, p. 60).

“Los efectos más perniciosos que pueden esperarse de aguas de mezcla con impurezas son: retardo de endurecimiento, reducción de la resistencia, manchas en el concreto endurecido, eflorescencias, contribución a la corrosión del acero, cambios volumétricos”. (Pasquel, 1998, p. 60).

El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá cumplir con los requisitos de la norma NTP 339.088 y que se detallan en la Tabla 12.

Tabla 12: Límites permisibles para el agua de mezcla y curado

Descripción	Límite permisible		
1) Sólidos en suspensión	5,000	p.p.m.	máximo
2) Materia orgánica	3	p.p.m.	máximo
3) Alcalinidad (NaHCO ₃)	1,000	p.p.m.	máximo
4) Sulfato (ión SO ₄)	600	p.p.m.	máximo
5) Cloruros (ión Cl ⁻)	1,000	p.p.m.	máximo
6) pH	5 a 8		

Fuente: NTP 339.088

El agua utilizada en la presente investigación no presenta inconveniente alguno, ya que es agua potable y fue tomada de la red que alimenta al Laboratorio de Mixercon S.A. ubicado en el distrito de Villa El Salvador.

2.2.4.4 Aditivos

La Norma 334.088 define al aditivo como un material que no siendo agua, agregado, cemento hidráulico, o fibra de refuerzo, es empleado como ingrediente del mortero o concreto, y el que se añade antes o durante su mezclado.

En nuestro país, no es frecuente el empleo de aditivos por la creencia generalizada de que su alto costo no justifica su utilización en el concreto de manera rutinaria; pero si se hace un estudio detallado del incremento en el costo del m³ de concreto (incremento que normalmente oscila entre el 0.5% al 5% dependiendo del producto en particular), y de la economía en mano de obra, horas de operación y mantenimiento del equipo, reducción de plazos de ejecución de las labores, mayor vida útil de las estructuras, etc., se concluye en que el costo extra es solo aparente en la mayoría de los casos, en contraposición a la gran cantidad de beneficios que se obtienen. Aunado a esto, hay mucho desconocimiento sobre el uso y potencialidades de los aditivos, ya que al no ser productos de gran disponibilidad y consumo en el mercado local, son relativamente pocos los profesionales que tienen la oportunidad de emplearlos e investigar sus

posibilidades con los materiales y condiciones locales. (Pasquel, 1998, p. 113).

Entre las principales razones de empleo de aditivos, para mejorar una o varias de las siguientes características del concreto:

- Incrementar la resistencia a compresión.
- Aumentar la trabajabilidad del concreto sin modificación del contenido de agua.
- Reducción, incremento o control del asentamiento.
- Retardar o acelerar el tiempo de fraguado.
- Reducir la exudación.
- Reducir la cantidad de agua en la mezcla.
- Disminuir o prevenir la segregación.
- Incrementar la durabilidad o resistencia en condiciones severas de exposición.
- Reducir la permeabilidad del concreto.
- Mejorar la adherencia del concreto con el acero de refuerzo; y concreto viejo con concreto nuevo.

a) Uso de los aditivos

La mayoría de los aditivos se comercializan en forma de soluciones acuosas a veces se venden en forma de polvos solubles en agua y eventualmente en pasta.

Los aditivos líquidos se prefieren por la ventaja de encontrarse ya diluidos y facilitar la dosificación. Los aditivos en polvo son susceptibles a la humedad y es necesario conservarlos adecuadamente.



Figura 15: Aditivos líquidos para el concreto

Fuente: Kosmatka et al., 2004

Las soluciones con el aditivo no deben entrar en contacto directo con el cemento por lo que se recomienda agregar el aditivo cuando los materiales y gran parte del agua se encuentra en proceso de mezclado, debe de cuidarse que el aditivo se distribuya uniformemente en la mezcla. Para lograrlo debe añadirse un tiempo prudencial antes del término de la operación.

El agua de solución debe considerarse como una parte del contenido total, para no alterar la relación agua/cemento especificada. Los resultados del uso de los aditivos dependen de los sistemas de preparación y dosificación. Los aditivos en polvo se dosifican por peso y los aditivos líquidos por peso o volumen.

Finalmente, los aditivos pueden mejorar las propiedades de un concreto, pero no deberá esperarse compensar con ellos la pobre calidad de sus ingredientes o un proporcionamiento pobre de la mezcla.

b) Precauciones en el empleo de aditivos

Grandes cantidades de un aditivo de las que se necesitan normalmente para plastificar o reducir agua, pueden retardar el tiempo de fraguado al evitar la floculación de los productos de la hidratación.

c) Aditivos plastificantes

Los plastificantes han sido con cierta frecuencia subestimados pero son en realidad sustancias cuya altísima eficiencia les permite perdurar en la producción actual de concreto, basados en compuestos orgánicos, los plastificantes logran optimizar los diseños de concreto disminuyendo las necesidades de agua y cemento para alcanzar las propiedades exigidas por la construcción. El efecto directo de un plastificante sobre la pasta de cemento es disminuir la viscosidad de la misma.

Un plastificante hace que la pasta de cemento se vuelva más líquida, fluyendo así más rápido. Lo logra recubriendo las partículas de cemento y provocando una repulsión entre estas. Cuando las partículas se repelen entre sí existe menos resistencia al flujo del conjunto menos fricción, tiene lugar además una eliminación de microfloculos lo que permite la liberación y mejor distribución del agua, de esta forma la pasta de cemento fluye más y por ende el concreto también lo hace. Una mayor fluidez del concreto permite entonces disminuir la cantidad de agua del mismo, modificando por lo tanto las propiedades de la pasta o pegante, que con menos agua aumentará su resistencia en estado endurecido, si en vez de eliminar agua, se elimina simultáneamente agua y cemento (pasta) conservando la misma cantidad de pasta (misma proporción de agua y cemento) se puede mantener la resistencia y fluidez con un menor contenido de agua y cemento. (Sika Perú S.A., 2016).

El costo de un plastificante es, en general, más bajo que el del agua y cemento que permite ahorrar. Es ahí donde se logra un concreto optimizado. Los plastificantes deberían ser llamados reductores de pasta en vez de reductores de agua, ellos permiten mantener una resistencia y una manejabilidad dadas del concreto con un menor contenido de cemento y agua. (Sika Perú S.A., 2016).

Los concretos, en general, todos antes de 1930 se fabricaron y usaron sin aditivos incluidos los plastificantes, es más hoy en día la mayor

parte del concreto artesanal que se mezcla en las calles no incluye aditivos sin embargo estos concretos son más costosos. La fabricación de concreto a escala industrial exige el uso de ingeniería una aproximación científica del material y la optimización del recurso. De esta forma incluir un plastificante permite una reducción de cemento y de agua logrando la misma fluidez y la misma resistencia a un menor costo. La disminución de la pasta de cemento en el concreto, además de un beneficio económico, implica disminución de la retracción del concreto, disminución de la cantidad de calor generado, disminución de la fluencia, disminución de la permeabilidad a los líquidos y un aumento en la resistencia a la abrasión, un ligero aumento en el módulo elástico y en general, una mayor durabilidad del material. (Sika Perú S.A., 2016).

Los plastificantes o reductores de agua permiten la fabricación de concretos a un menor costo y con un mayor desempeño. Los plastificantes se incluyen, en el concreto, para que actúen directamente sobre el cemento y las adiciones. En algunas ocasiones, cuando existe un porcentaje de finos importante en los agregados también pueden ser absorbidos por la superficie de estos y por lo tanto deben considerarse en el cálculo de su dosificación. (Sika Perú S.A., 2016).

De acuerdo con el ACI, un aditivo es una sustancia diferente al cemento, adiciones minerales, agregados y fibras que se incluyen en el concreto en un volumen inferior al 5% del peso del cementante. Las dosificaciones de los aditivos son, en general bajas, un plastificante como los Plastiment se dosifica entre 0.2% al 1% del peso del cementante. Estas dosificaciones pueden aumentar incluso duplicándose para ciertas condiciones especiales como en concreto compactado con rodillo o en concreto con bajos contenidos de pasta. Existen numerosas clasificaciones de aditivos; sin embargo, una de las más usadas corresponde a la norma ASTM C 494. Esta norma establece los siguientes tipos de aditivos:

- TIPO A Reductores de agua – Plastificantes
- TIPO B Retardantes
- TIPO C Acelerantes
- TIPO D Reductores de agua y retardantes
- TIPO E Reductores de agua y acelerantes
- TIPO F Reductores de agua de alto rango o Superfluidificantes
- TIPO G Reductores de agua de alto rango y retardantes

Dentro de la definición de un plastificante, la normatividad exige que la sustancia debe reducir por lo menos un 5% de agua frente a un concreto sin aditivo para lograr igual manejabilidad y al mismo tiempo debe superar en por lo menos un 10% la resistencia alcanzada por el concreto o mortero que no incluye el aditivo. (Sika Perú S.A., 2016).

Los plastificantes se usan principalmente en aplicaciones donde no es deseable alterar los tiempos de fraguado sin embargo hoy en día la mayor parte de los plastificantes tiene un efecto de retardo que le permite al concreto ser transportado, los plastificantes puros tipo A son usados de forma limitada en el mercado, los plastificantes retardantes tipo D son los más usados en la fabricación de concreto premezclado puesto que aprovechan las ventajas de reducción de cemento y agua y al mismo tiempo, tiene un efecto sobre los tiempos de fraguado que facilita su transporte sobretodo en climas cálidos. (Sika Perú S.A., 2016).

La temperatura es, en general, un catalizador de las reacciones químicas y la hidratación del cemento no es una excepción, el uso de plastificantes retardantes es prácticamente indispensable en el transporte, colocación y terminado de concretos en climas de alta temperatura, puesto que le permite al material no fraguar antes de haber sido consolidado. Los plastificantes están constituidos en general por compuestos orgánicos como carbohidratos, aminas en cierta medida y otros compuestos para regular su estabilidad. La línea Plastiment TM se constituye en las principales variedades de la

línea plastificante, así cada uno de los plastiment tiene unas características definidas en las que se balancea su capacidad de reducción de agua y su poder retardante. (Sika Perú S.A., 2016).

Los aditivos plastificantes retardantes son sustancias que nos permiten modificar los componentes del concreto optimizándolo al mismo tiempo que ajustan las características del material a nuestras necesidades de fluidez, transporte y resistencia entre otros. A partir de cierta dosis, los aditivos no pueden fluidificar más el concreto por lo que el incremento en la dosis por encima de este límite se traducirá solo en un efecto sobre el fraguado. Las dosis de los aditivos establecidas para un concreto dado deben respetarse si no se quieren efectos inesperados sobre el comportamiento del material. (Sika Perú S.A., 2016).

d) Aditivo Plastificante Plastiment TM-30

Es un aditivo líquido, no contiene cloruros, aumenta las resistencias iniciales y finales y cumple con la Norma ASTM C 494, tipo D. Según la hoja técnica de Sika (Ver Anexo 5) tiene una densidad de 1.17 kg/lit y se emplea en dosis entre 0.4% y 1.0% del peso del cemento.

Las ventajas de emplear este aditivo según la hoja técnica de Sika son:

- Facilita los vaciados en encofrados difíciles.
- Aumento de las resistencias mecánicas en todas sus edades.
- Mayor adherencia a las armaduras.
- Permite reducir agua de la mezcla para lograr concretos fluidos.
- Incrementa considerablemente la impermeabilidad y durabilidad del concreto.
- Proporciona una gran trabajabilidad de la mezcla evitando segregación y la formación de cangrejas.
- Ofrece concreto de alta fluidez.

e) **Aditivos superplastificantes**

Probablemente, la evolución tecnológica más radical entre los aditivos para concretos ha tenido lugar en los superplastificantes durante las últimas dos décadas. Estos aditivos, como su nombre lo describe, cumplen una función similar a los plastificantes, es decir, aumentan la manejabilidad de las pastas de cemento y por lo tanto, la manejabilidad del concreto, este incremento en la manejabilidad hace posible disminuir el contenido de agua y de cemento, son ahorradores de pasta manteniendo la fluidez del material y su resistencia. Los superplastificantes se emplean una vez la capacidad de los plastificantes ha llegado a su máximo, son especialmente eficientes en concretos con altos asentamientos o concretos de altas resistencias que implican en ambos casos contenidos elevados de pasta. (Sika Perú S.A., 2016).

“Para una mezcla convencional con un slump del orden de 2” a 3”, el añadirle superplastificante puede producir asentamientos del orden de 6” a 8” sin alterar la relación Agua/Cemento”. (Pasquel, 1998, p. 121).

La dosificación usual es del 0.2% al 2% del peso del cemento, debiendo tenerse cuidado con las sobredosificaciones pues pueden producir segregación si las mezclas tienen tendencia hacia los gruesos o retardos en el tiempo de fraguado, que obligan a prolongar e intensificar el curado, algunas veces durante varios días, aunque después se desarrolla el comportamiento normal. (Pasquel, 1998, p. 121).

Alonso (2011) asevera que los primeros aditivos superplastificantes utilizados, hacia la década de 1940, fueron los lignosulfonatos modificados, cuya estructura molecular se muestra en la Figura 16.

Estos aditivos se utilizaban como reductores de agua, y su mejora como aditivo superplastificante se consigue con la eliminación de las impurezas (carbohidratos) y seleccionando aquellas fracciones de

mayor peso molecular. Su rango de reducción de agua oscila entre el 5% y el 10%. (Alonso, 2011, p. 37).

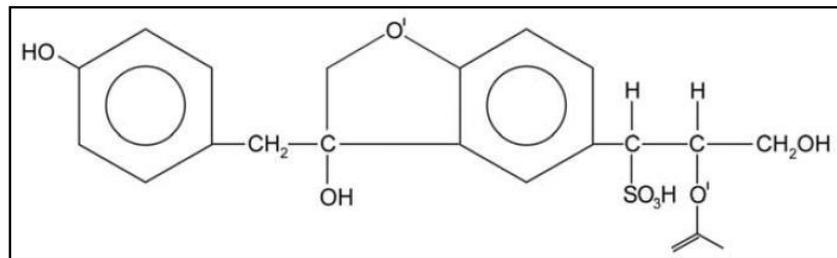


Figura 16: Estructura molecular de un aditivo superplastificante lignosulfonato modificado
Fuente: Alonso, 2011.

A partir de la década del año de 1960, se desarrollaron los aditivos derivados de melanina (SMFCs- sulfonated melamine formaldehyde polycondensates) en Alemania, y los derivados de naftaleno (SNFC- sulfonated naphthalene formaldehyde polycondensates), en Japón, y que se sintetizan a partir de la sulfonación de melanina y naftaleno respectivamente, y posterior polimerización. Su rango de reducción de agua oscila entre el 10 y el 20%. (Alonso, 2011, p. 38). Sus estructuras moleculares típicas, se presentan en la Figura 17.

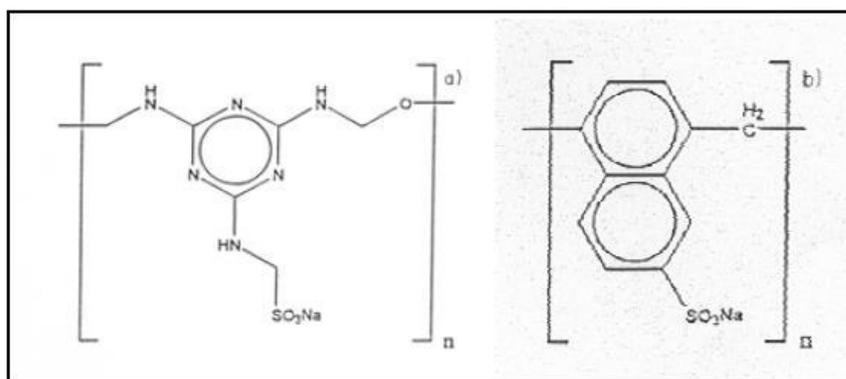


Figura 17: Estructura molecular básica de un aditivo superplastificante a) derivado de melanina y b) derivado de naftaleno
Fuente: Alonso, 2011.

Estos aditivos superplastificantes convencionales (lignosulfonatos y derivados de melanina y naftaleno) se adsorben sobre los granos de cemento a través de sus grupos aniónicos (grupos sulfónicos), debido

a la carga positiva superficial de las partículas de cemento. Además, una parte de estos grupos con carga negativa quedan en contacto con la disolución confiriendo a los granos de cemento una carga neta negativa responsable de una repulsión de tipo electrostático entre ellos. Esta repulsión provoca la dispersión entre los granos de cemento, liberando el agua contenida en los flóculos. (Alonso, 2011, p. 38). El esquema de actuación de estos aditivos se observa en la Figura 18.

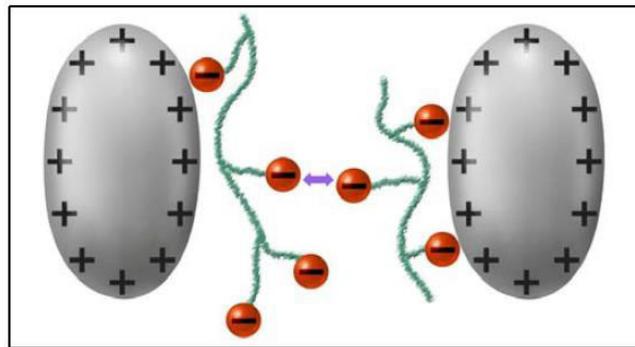


Figura 18: Esquema del mecanismo de adsorción de aditivos superplastificantes convencionales en partículas de cemento. Repulsión electrostática.

Fuente: Alonso, 2011.

Por lo tanto, la adsorción de estos surfactantes sobre las partículas de cemento produce un efecto sobre el potencial zeta de cemento. En el caso de los aditivos superplastificantes convencionales, su adsorción induce potenciales zetas negativos y mayores en valor absoluto que el correspondiente valor inicial del cemento. Así pues, las medidas de potencial zeta de las suspensiones acuosas de los cementos y su interacción con estos aditivos superplastificantes resultan de interés desde dos puntos de vista:

Por una parte, las medidas de potencial zeta de las suspensiones acuosas de los cementos y de las adiciones, nos da idea de la capacidad de los cementos para adsorber aditivos a través de sus grupos aniónicos. Cuanto más positivo sea el potencial zeta del cemento, mayor será la capacidad para adsorber los aditivos.

Por otra parte, la variación que el potencial zeta sufre con la incorporación del aditivo, nos proporciona información relativa a las

fuerzas electrostáticas de repulsión inducidas por el aditivo que tienen una relación directa con las propiedades dispersantes del aditivo.

A principios de la década de los 90, se desarrolló una nueva generación de aditivos superplastificantes basados en polímeros sintéticos, con formulaciones basadas en policarboxilatos (PCE), cuya síntesis proviene generalmente de la polimerización de derivados del ácido acrílico ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$) o el metacrílico ($\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{COOH}$). (Alonso, 2011, p. 39). Estos aditivos pueden llegar a reducir la relación Agua/Cemento hasta en un 40% para la misma trabajabilidad.

Los aditivos PCE poseen cadenas laterales, más o menos largas, generalmente de tipo poliéter (POE). Estos aditivos tienen una estructura tipo “peine” (Figura 19) con una cadena hidrocarbonada principal con grupos carboxilatos y cadenas laterales con los grupos éteres. En los últimos años, existe una mayor tendencia a sintetizar aditivos con cadenas principales más cortas y cadenas laterales de poliéteres más largas. (Alonso, 2011, p. 40).

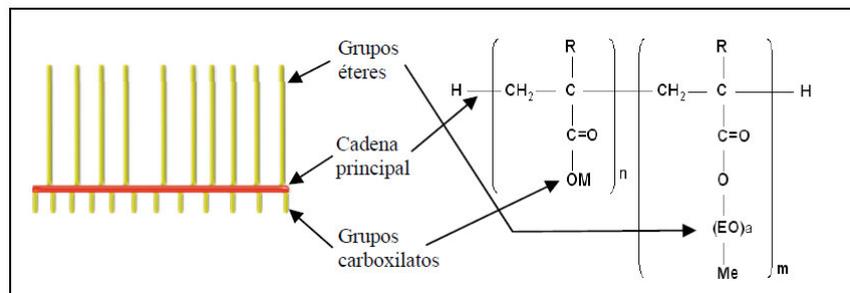


Figura 19: Estructura química y molecular de un aditivo PCE
Fuente: Alonso, 2011.

La adsorción de estos aditivos PCE sobre los granos de cemento se produce a través de los grupos carboxílicos y carboxilatos. Estos grupos carboxílicos ($-\text{COO}-\text{H}^+$) o carboxilatos ($-\text{COO}-\text{M}^+$) se encuentran totalmente disociados a pH básicos y se adsorben sobre las partículas de cemento a través de dichos grupos ($-\text{COO}-$). La dispersión que estos aditivos inducen entre las partículas de cemento

se debe, fundamentalmente, a una repulsión de tipo estérica asociada a las largas cadenas laterales de los grupos éteres (Figura 20). (Alonso, 2011, p. 40).

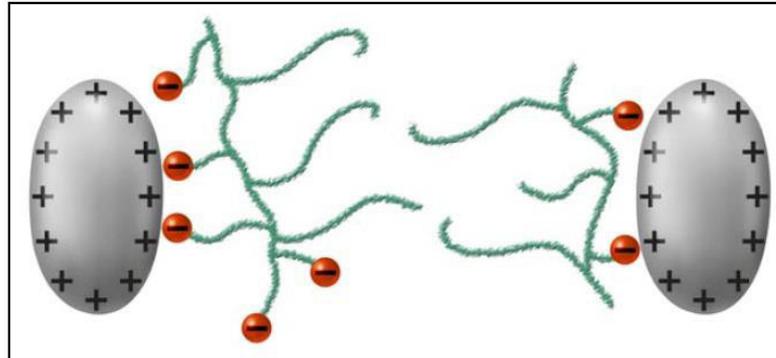


Figura 20: Esquema del mecanismo de adsorción y repulsión de aditivos PCE en partículas de cemento. Repulsión electrostérica
Fuente: Alonso, 2011.

f) **Aditivo Superplastificante Viscocrete SC-50**

Es un aditivo líquido, no contiene cloruros, desarrollado para incrementar el tiempo de trabajabilidad, diseñado para producir concretos que necesitan mantener la fluidez por varias horas y cumple con la Norma ASTM C 494, tipo F y ASTM C 1017. Según la hoja técnica de Sika (Ver Anexo 5), tiene una densidad de 1.10 kg/lit y se emplea en dosis entre 0.5% y 1.8% del peso del cemento.

Las ventajas de emplear este aditivo según la hoja técnica de Sika son:

- Es un reductor de agua de alto rango por lo que no es necesario utilizar fluidificantes adicionales.
- Efectividad en concretos y morteros con un amplio rango de relaciones agua/cemento y temperaturas.
- Provee concretos y morteros de mayor estabilidad y tiempo de trabajabilidad que aquellos elaborados con reductores de agua convencionales.
- Retiene la trabajabilidad por más tiempo manteniendo el desarrollo de las resistencias iniciales.

g) Aditivo Superplastificante Sikaplast 700

Es un aditivo líquido superplastificante de alto rango, no contiene cloruros, diseñado para emplearse como reductor de agua, plastificante o superplastificante y cumple con la Norma ASTM C 494, tipo F. Según la hoja técnica de Sika (Ver Anexo 5) tiene una densidad de 1.07 kg/lt y se emplea en dosis entre 0.3% y 2.0% del peso del cemento.

Las ventajas de emplear este aditivo según la hoja técnica de Sika son:

- Altas resistencias tempranas para un desmoldado rápido en concretos estructurales.
- Reduce la tendencia a segregación y exudación de los concretos.
- Altas resistencias finales.
- Reducciones de la relación agua cemento producen concretos más durables, más densos y menos permeables.

2.3 Definición de términos básicos

a) Aditivo

Es un material distinto del agua, del agregado, del cemento, o del refuerzo de fibra, el cual es utilizado como un componente del concreto y que se añade a este antes o durante el mezclado a fin de mejorar una o algunas de sus propiedades. (Rivva, 2007).

b) Cemento Portland

Cemento hidráulico producido al pulverizar clinker que consisten esencialmente en silicatos de calcio hidráulico, generalmente que contienen una o más de las formas de sulfato de calcio como una adición en la intermolienda. (Metha y Monteiro, 1998, p. 131).

c) Concreto

Mezcla de cemento hidráulico, agua, agregado fino, agregado grueso, aditivos, adiciones minerales y que, en estado endurecido, pesa aproximadamente 2400 kg/m³.

d) Consistencia

Es la capacidad del concreto recién mezclado para fluir, entendiéndose con ello que cuanto más húmeda es la mezcla mayor será la facilidad con la que el concreto fluirá durante su colocación. (Rivva, 2007).

e) Contracción

Disminución de la longitud o del volumen del material, resultante de cambios del contenido de humedad, de la temperatura y cambios químicos.

f) Curado

El curado es la manutención de la temperatura y del contenido de humedad satisfactorios, por un período que empieza inmediatamente después de la colocación y del acabado, para que se puedan desarrollar las propiedades deseadas de resistencia y durabilidad en el concreto. (Kosmatka et al., 2004).

g) Diseño de mezcla

Proceso de determinación de las características requeridas del concreto y que se puedan especificar. (Kosmatka et al., 2004, p.185).

h) Exudación

Fenómeno cuya manifestación externa es la aparición de agua en la superficie después de que el concreto ha sido colocado y compactado, pero antes de que frague.

La exudación es un tipo de segregación, este fenómeno resulta de la incapacidad de los materiales constitutivos de retener toda el agua de

mezclado en un estado de dispersión, mientras que los sólidos relativamente pesados se asientan. (Metha y Monteiro, 1998).

i) Fraguado

Grado en el cual el concreto fresco perdió su plasticidad y se endurece.

j) Granulometría

Distribución del tamaño de las partículas de agregado, que se determina por la separación a través de tamices normalizados. (Kosmatka et al., 2004).

k) Reductor de agua

Aditivo cuyas propiedades permiten una reducción del agua necesaria para producir una mezcla de concreto con un cierto revenimiento, reducir la relación agua - cemento, reducir el contenido de cemento o aumentar el revenimiento. (ASTM C494, 2005).

l) Resistencia

La resistencia a compresión se puede definir como la medida máxima a la resistencia a la carga axial de especímenes de concreto.

Normalmente se expresa en kg/cm², megapascales (MPa) o en libras por pulgadas cuadradas (lb/pulg² o psi) a una edad de 28 días.

m) Segregación

La segregación se define como la separación de los componentes del concreto fresco de manera que no queden uniformemente distribuidos debido a la sobrevibración o sobredosificación de aditivo.

n) Superplastificante

El aditivo superplastificante o reductor de agua de alto rango tiene la capacidad de disminuir en 12% o más, la cantidad de agua de mezcla necesaria para producir concreto de una consistencia dada. (NTP 334.088, 2006).

o) Trabajabilidad

Es la propiedad del concreto al estado fresco que determina su capacidad para ser manipulado, transportado, colocado y consolidado adecuadamente, con un mínimo de trabajo y un máximo de homogeneidad; así como para darle el acabado sin que presente segregación. (Rivva, 2007).

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 Hipótesis y variables

3.1.1 Formulación de la hipótesis

a) Hipótesis general:

La incorporación de aditivo Sikaplast 700 mejora las propiedades físicas y mecánicas del concreto de resistencia acelerada.

b) Hipótesis específicas:

- La incorporación del aditivo Sikaplast 700 mejora la consistencia del concreto de resistencia acelerada.
- La incorporación de aditivo Sikaplast 700 mejora el contenido de aire del concreto de resistencia acelerada.
- La incorporación de aditivo Sikaplast 700 mejora el peso unitario del concreto de resistencia acelerada.
- La incorporación de aditivo Sikaplast 700 mejora la temperatura del concreto de resistencia acelerada.
- La incorporación de aditivo Sikaplast 700 mejora el tiempo de fraguado del concreto de resistencia acelerada.
- La incorporación de aditivo Sikaplast 700 mejora la resistencia a la compresión del concreto de resistencia acelerada.

3.1.2 Variables

a) Variable independiente

Aditivo Sikaplast 700.

b) Variable dependiente

Propiedades físicas y mecánicas del concreto de resistencia acelerada.

c) Variables intervinientes

Agregado grueso, agregado fino, cemento Portland tipo I, agua y aditivo Plastiment TM-30.

Los siguientes ensayos serán realizados bajo los estándares normados por la Norma Técnica Peruana y la Asociación Americana de Ensayos de Materiales:

- Ensayo de Asentamiento según NTP 339.035 – ASTM C143
- Ensayo de Temperatura según NTP 339.184 – ASTM C1064
- Ensayo de Peso Unitario y Rendimiento según NTP 339.046 – ASTM C138
- Ensayo de Tiempo de Fraguado según 339.082 – ASTM C403
- Ensayo de Resistencia a la compresión según 339.34 – ASTM C39

Para determinar las propiedades físicas y mecánicas del concreto de resistencia acelerada, se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Cono de Abrams para determinar el asentamiento
- Termómetro para determinar la temperatura
- Balanza digital para determinar el peso unitario y rendimiento
- Penetrómetro para determinar el tiempo de fraguado inicial y final
- Prensa hidráulica para determinar la resistencia a la compresión

3.1.3 Matriz de consistencia

EVALUACIÓN DE LA MEJORA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA ACCELERADA INCORPORANDO EL ADITIVO SIKAPLAST 700							
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES			DISEÑO METODOLÓGICO	
General							
¿Se podrá mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto de resistencia acelerada mediante la incorporación del aditivo Sikaplast 700?	Evaluar las propiedades físicas y mecánicas del concreto de resistencia acelerada incorporando el aditivo Sikaplast 700.	La incorporación del aditivo Sikaplast 700 mejora las propiedades físicas y mecánicas del concreto de resistencia acelerada.	VARIABLES	INDICADORES	ÍNDICES	1. Tipo de investigación Cuantitativa , utiliza la medición numérica y análisis estadístico. 2. Nivel de investigación Descriptiva , se investiga y determina las propiedades y características más representativas de los objetos de estudio. Correlacional , se analiza la relación entre ciertos sucesos 3. Diseño de investigación Experimental , se estimulan las variables a través de ensayos estandarizados de laboratorio. Prospectivo , evaluará los resultados que se darán durante la ejecución del proyecto mediante datos numéricos que se expresarán en cuadros y gráficos estadísticos. Longitudinal , estudian la evolución del fenómeno a través del tiempo.	
Específico							
¿Se podrá mejorar la consistencia del concreto de resistencia acelerada mediante la incorporación del aditivo Sikaplast 700?	Evaluar la consistencia del concreto de resistencia acelerada mediante la incorporación del aditivo Sikaplast 700.	La incorporación del aditivo Sikaplast 700 mejora la consistencia del concreto de resistencia acelerada.	Aditivo Sikaplast 700	Asentamiento	Ensayo de asentamiento (pulg)		
¿Se podrá mejorar el contenido de aire del concreto de resistencia acelerada mediante la incorporación del aditivo Sikaplast 700?	Analizar el contenido de aire del concreto de resistencia acelerada mediante la incorporación del aditivo Sikaplast 700.	La incorporación del aditivo Sikaplast 700 mejora el contenido de aire del concreto de resistencia acelerada.		Contenido de aire	Ensayo de contenido de aire (%)		
¿Se podrá mejorar el peso unitario del concreto de resistencia acelerada mediante la incorporación del aditivo Sikaplast 700?	Determinar el peso unitario del concreto de resistencia acelerada mediante la incorporación del aditivo Sikaplast 700.	La incorporación del aditivo Sikaplast 700 mejora el peso unitario del concreto de resistencia acelerada.		Peso Unitario	Ensayo de peso unitario (kg)		
¿Se podrá mejorar la temperatura del concreto de resistencia acelerada mediante la incorporación del aditivo Sikaplast 700?	Precisar la temperatura del concreto de resistencia acelerada mediante la incorporación del aditivo Sikaplast 700.	La incorporación del aditivo Sikaplast 700 mejora la temperatura del concreto de resistencia acelerada.		Temperatura	Ensayo de temperatura		
¿Se podrá mejorar el tiempo de fraguado del concreto de resistencia acelerada mediante la incorporación del aditivo Sikaplast 700?	Evaluar el tiempo de fraguado del concreto de resistencia acelerada mediante la incorporación del aditivo Sikaplast 700.	La incorporación del aditivo Sikaplast 700 mejora el tiempo de fraguado del concreto de resistencia acelerada.		Tiempo de fraguado	Ensayo de tiempo de fraguado (hh:mm)		
¿Se podrá mejorar la resistencia a la compresión del concreto de resistencia acelerada mediante la incorporación del aditivo Sikaplast 700?	Determinar la resistencia a la compresión del concreto de resistencia acelerada mediante la incorporación del aditivo Sikaplast 700.	La incorporación del aditivo Sikaplast 700 mejora la resistencia a la compresión del concreto de resistencia acelerada.		Resistencia a la compresión	Ensayo de resistencia a la compresión (kg/cm ²)		

CAPÍTULO IV METODOLOGÍA

4.1 Diseño metodológico

4.1.1 Tipo de investigación

La presente investigación metodológica es:

a) Cuantitativa

La recolección de datos se fundamenta en la medición, ya que se miden las variables o conceptos contenidos en las hipótesis.

Debido a que los datos son producto de mediciones, se representan mediante números (cantidades) y se deben analizar con métodos estadísticos.

4.1.2 Nivel de investigación

1. Descriptiva

Se investiga y determina las propiedades y características más representativas de los objetos de estudio.

2. Correlacional

Se analiza la relación entre las variables independiente y dependiente. Se busca medir el grado de relación entre las propiedades físicas y mecánicas del concreto de resistencia acelerada dosificado con aditivo Sikaplast 700.

4.1.3 Diseño de la investigación

El diseño de investigación se refiere a la manera cómo se responderá a las preguntas de investigación que se planteó. Para el desarrollo de la tesis se utilizaron los siguientes diseños de investigación:

a) Experimental

Se estimuló la variable independiente (aditivo Sikaplast 700) a través de ensayos estandarizados de laboratorio para medir los efectos causados en la variable dependiente (propiedades físicas y mecánicas del concreto de resistencia acelerada).

b) Longitudinal

Todas las pruebas y los ensayos se realizaron en un laboratorio para obtener las características que sirvieron para analizar las propiedades físicas y mecánicas del concreto de resistencia acelerada que se dieron en las etapas del proyecto planteadas inicialmente.

c) Prospectiva

Evaluará los resultados que se darán durante la ejecución del proyecto que se expresaran mediante cuadros y gráficos estadísticos, para determinar la veracidad de la hipótesis general.

4.1.4 Variables

En la tesis se ha identificado el objeto de estudio, las variables independientes y dependientes.

- Objeto de estudio: evaluar las propiedades físicas y mecánicas del concreto de resistencia acelerada utilizando el aditivo Sikaplast 700, a través de los ensayos estandarizados de laboratorio.
- Variable dependiente: propiedades físicas y mecánicas del concreto de resistencia acelerada.
- Variable independiente: Aditivo SikaPlast 700.

Es la utilización del aditivo en cada diseño de mezcla, teniendo una característica que se manifiesta a través de sus indicadores.

- Variables intervinientes: Agregado grueso, agregado fino, cemento Portland tipo I, agua y aditivo Plastiment TM-30.

4.1.4.1 Operacionalización de variables

Tabla 13: Operacionalización de variables

Variable	Indicadores	Índices	Instrumento
Aditivo Sikaplast 700	Asentamiento	Ensayo de asentamiento (pulg)	NTP 339.035
	Contenido de aire	Ensayo de contenido de aire (%)	NTP 339.083
	Peso unitario	Ensayo de peso unitario (kg)	NTP 339.035
	Temperatura	Ensayo de temperatura (°C)	NTP 339.184
	Tiempo de fraguado	Ensayo de tiempo de fraguado (hh:mm)	NTP 339.082
	Resistencia a la compresión	Ensayo de resistencia a la compresión (kg/cm ²)	NTP 339.034

Elaboración: los autores

4.2 Población y muestra

La población o universo tomado para la investigación de la tesis son las mezclas de concretos utilizados para los ensayos de concreto en estado fresco (asentamiento, peso unitario, contenido de aire, temperatura, tiempo de fraguado) y ensayos de concreto en estado endurecido (probetas para resistencia a la compresión). Para los ensayos del concreto en estado endurecido, se elaboraran 72 muestras.

4.3 Materiales y equipos

Los principales equipos a utilizar en la ejecución de todos los ensayos de concreto en estado fresco y endurecido son los siguientes:

- Cono de Abrams
- Olla de Washington
- Termómetro
- Penetrómetro
- Prensa hidráulica a la compresión
- Balanza digital
- Mezcladores de 9 pie³

En el Anexo 7, se adjuntan los certificados de calibración de los equipos utilizados.

En cuanto a materiales, se utilizaron cemento, agregados, agua potable y aditivos.

4.4 Técnicas de investigación

Para realizar el contraste de la hipótesis, se siguió la siguiente secuencia lógica:

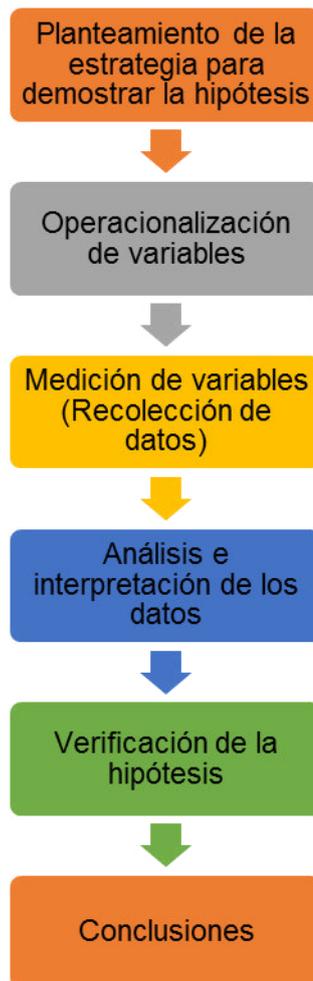


Figura 21: Secuencia de desarrollo de actividades
Elaboración: los autores

4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos, se utilizó la técnica de observación experimental, ya que dichos datos se obtuvieron de la ejecución de ensayos estandarizados de laboratorio debidamente controlados. Como instrumento de recolección, se utilizaron hojas de registro de datos; elaborándose formatos para la medición de las propiedades físicas y mecánicas del concreto de resistencia acelerada dosificado con aditivo Sikaplast 700 y del concreto patrón (dosificado con aditivo Viscocrete SC-50).

4.6 Procesamiento y análisis estadístico de los datos

El procesamiento de los datos del estudio se realizó a través de hojas de cálculo en la herramienta de Office (Microsoft Excel), cuyos formatos contenían la información necesaria para cada una de las propiedades físicas

y mecánicas del concreto de resistencia acelerada dosificado con aditivo Sikaplast 700 y del concreto patrón.

El análisis de los resultados se presentó a través de tablas y gráficos estadísticos, también con la ayuda de Microsoft Excel, donde se registraron los datos de las mediciones.

4.7 Prueba de hipótesis

4.7.1 Hipótesis general:

a) Hipótesis alterna (Ha):

La incorporación del aditivo Sikaplast 700 **mejora** las propiedades físicas y mecánicas del concreto de resistencia acelerada.

b) Hipótesis nula (Ho):

La incorporación del aditivo Sikaplast 700 **no mejora** las propiedades físicas y mecánicas del concreto de resistencia acelerada.

4.7.2 Hipótesis específicas:

Hipótesis alterna 1 (H1):

La incorporación del aditivo Sikaplast 700 **mejora** la consistencia del concreto de resistencia acelerada.

Hipótesis nula 1 (H0):

La incorporación del aditivo Sikaplast 700 **no mejora** la consistencia del concreto de resistencia acelerada.

Hipótesis alterna 2 (H2):

La incorporación del aditivo Sikaplast 700 **mejora** el contenido de aire del concreto de resistencia acelerada.

Hipótesis nula 2 (H0):

La incorporación del aditivo Sikaplast 700 **no mejora** el contenido de aire del concreto de resistencia acelerada.

Hipótesis alterna 3 (H3):

La incorporación del aditivo Sikaplast 700 **mejora** el peso unitario del concreto de resistencia acelerada.

Hipótesis nula 3 (H0):

La incorporación del aditivo Sikaplast 700 **no mejora** el peso unitario del concreto de resistencia acelerada.

Hipótesis alterna 4 (H4):

La incorporación del aditivo Sikaplast 700 **mejora** la temperatura del concreto de resistencia acelerada.

Hipótesis nula 4 (H0):

La incorporación del aditivo Sikaplast 700 **no mejora** la temperatura del concreto de resistencia acelerada.

Hipótesis alterna 5 (H5):

La incorporación del aditivo Sikaplast 700 **mejora** el tiempo de fraguado del concreto de resistencia acelerada.

Hipótesis nula 5 (H0):

La incorporación del aditivo Sikaplast 700 **no mejora** el tiempo de fraguado del concreto de resistencia acelerada.

Hipótesis Alterna 6 (H6):

La incorporación del aditivo Sikaplast 700 **mejora** la resistencia a la compresión del concreto de resistencia acelerada.

Hipótesis Nula 6 (H0):

La incorporación del aditivo Sikaplast 700 **no mejora** la resistencia a la compresión del concreto de resistencia acelerada.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados, mediante tablas y gráficos, y se analizan para poder determinar la mejora en las propiedades físicas y mecánicas del concreto de resistencia acelerada dosificado con aditivo Sikaplast 700.

5.1 Análisis e interpretación de la investigación

5.1.1 Agregado fino

a) Granulometría

Las normas utilizadas son NTP 400.012 y ASTM C136.

Establece el procedimiento para efectuar el tamizado de determinados agregados, permite obtener la granulometría, módulo de finura y su expresión gráfica representada por la curva granulométrica.

Tabla 14: Análisis granulométrico del agregado fino

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Que pasa	NTP 400.037 Agregado Fino	
						Mínimo	Máximo
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
N° 4	4.75	0.50	0.07	0.07	99.93	95	100
N° 8	2.36	71.00	9.69	9.76	90.24	80	100
N° 16	1.18	136.20	18.59	28.35	71.65	50	85
N° 30	0.60	180.60	24.65	53.00	47.00	25	60
N° 50	0.30	186.20	25.42	78.42	21.58	5	30
N° 100	0.15	100.70	13.75	92.16	7.84	0	10
N° 200	0.08	25.10	3.43	95.59	4.41	0	0
Fondo	0.00	32.30	4.41	100.00	0.00	0	0
Total		732.60	100.00	MF	2.62		

Elaboración: los autores

A continuación, se muestra la curva granulométrica del agregado fino según los porcentajes pasantes en cada tamiz estándar:

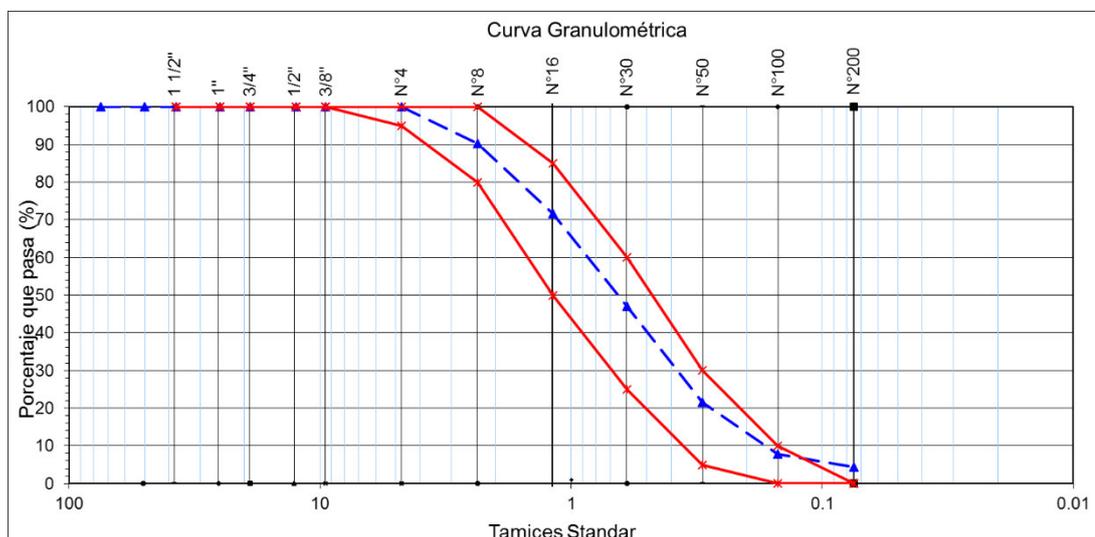


Figura 22: Curva granulométrica del agregado fino

Elaboración: los autores

b) Peso unitario suelto (PUS)

Las normas utilizadas son NTP 400.017 y ASTM C29.

Este ensayo tiene como procedimiento principal llenar el recipiente con agregado sin ejercer compactación por varillado (volumen de recipiente indicado en la Norma NTP 400.017).

Tabla 15: Peso unitario suelto del agregado fino

Peso unitario suelto (NTP 400.017 - ASTM C29)			
Identificación: AGREGADO FINO		Fecha: 03/04/2018	
Procedencia: Punta Hermoza			
Proveedor: Cantera Miranda			
N° de ensayo	1	2	Promedio
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1604	1605	1605

Elaboración: los autores

c) Peso unitario compactado (PUC)

Las normas utilizadas son NTP 400.017 y ASTM C29.

Este ensayo tiene como procedimiento principal llenar el recipiente con agregado ejerciendo compactación por varillado (volumen de recipiente indicado en la Norma NTP 400.017).

Tabla 16: Peso unitario compactado del agregado fino

Peso unitario compactado (NTP 400.017 - ASTM C29)			
Identificación: AGREGADO FINO		Fecha: 03/04/2018	
Procedencia: Punta Hermoza			
Proveedor: Cantera Miranda			
N° de ensayo	1	2	Promedio
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1783	1788	1786

Elaboración: los autores

d) Peso específico y porcentaje de absorción

Las normas utilizadas son NTP 400.022 y ASTM C128.

La Norma Técnica Peruana utilizada establece el procedimiento para determinar el peso específico masa, peso específico saturado con superficie seca, peso específico aparente y la absorción (después de 24 horas).

Tabla 17: Pesos específicos y absorción del agregado fino

Pesos específicos y porcentaje de absorción (NTP 400.022 - ASTM C128)			
Identificación: AGREGADO FINO		Fecha: 03/04/2018	
Procedencia: Punta Hermoza			
Proveedor: Cantera Miranda			
N° de ensayo	1	2	Promedio
Peso muestra superficialmente seca (gr)	500.50	500.00	500.25
Peso del picnómetro + agua (ml)	675.30	679.90	677.60
Peso del picnómetro + muestra superficialmente seca + agua (gr)	988.10	992.80	990.45
Peso muestra seca en horno a 105 °C (gr)	495.10	495.65	495.38
Peso muestra saturada dentro del agua (g)	312.80	312.90	312.85
<i>Peso específico de masa - PEM (g)</i>	<i>2.638</i>	<i>2.644</i>	2.641
<i>Peso específico de masa SSS</i>	<i>2.666</i>	<i>2.672</i>	2.669
<i>Peso específico aparente - PEA - (g)</i>	<i>2.716</i>	<i>2.720</i>	2.718
<i>Absorción (%)</i>	<i>1.09</i>	<i>1.08</i>	1.09

Elaboración: los autores

e) Contenido de humedad

Las normas utilizadas son NTP 339.185 y ASTM C566.

La estructura interna de una partícula de agregado se constituye de materia sólida y de vacíos que pueden contener o no agua. El contenido de humedad es la relación entre el peso del agua contenido en el agregado y el peso del agregado sólido seco, expresado en porcentaje.

Tabla 18: Contenido de humedad del agregado fino

Contenido de humedad (NTP 339.185 - ASTM C70)	
Identificación: AGREGADO FINO	
Fecha: 03/04/2018	
Procedencia: Punta Hermoza	
Proveedor: Cantera Miranda	
Peso humedo (gr)	734.4
Peso seco (gr)	731.6
Humedad (%)	0.38

Elaboración: los autores

5.1.2 Agregado grueso

a) Granulometría

Las normas utilizadas son NTP 400.012 y ASTM C136.

Establece el procedimiento para efectuar el tamizado de determinados agregados, permite obtener la granulometría, módulo de finura y su expresión gráfica representada por la curva granulométrica. En la presente investigación, se utilizó agregado grueso Huso 67 con Tamaño Máximo Nominal de $\frac{3}{4}$ ".

Tabla 19: Análisis granulométrico del agregado grueso

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Que pasa	NTP 400.037 Agregado HUSO 67	
						Mínimo	Máximo
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/4"	19.00	18.20	0.25	0.25	99.75	90	100
1/2"	12.50	2483.40	33.56	33.81	66.19		
3/8"	9.50	1888.40	25.52	59.33	40.67	20	55
N° 4	4.75	2594.50	35.06	94.39	5.61	0	10
N° 8	2.36	338.40	4.57	98.97	1.03	0	5
N° 16	1.18	29.80	0.40	99.37	0.63	0	0
N° 30	0.60	0.00	0.00	99.37	0.63	0	0
N° 50	0.30	0.00	0.00	99.37	0.63	0	0
N° 100	0.15	0.00	0.00	99.37	0.63	0	0
N° 200	0.08	0.00	0.00	99.37	0.63	0	0
Fondo	0.00	46.60	0.63	100.00	0.00	0	0
Total		7399.30	100.00	MF	6.50		

Elaboración: los autores

A continuación, se muestra la curva granulométrica del agregado grueso según los porcentajes pasantes en cada tamiz estándar:

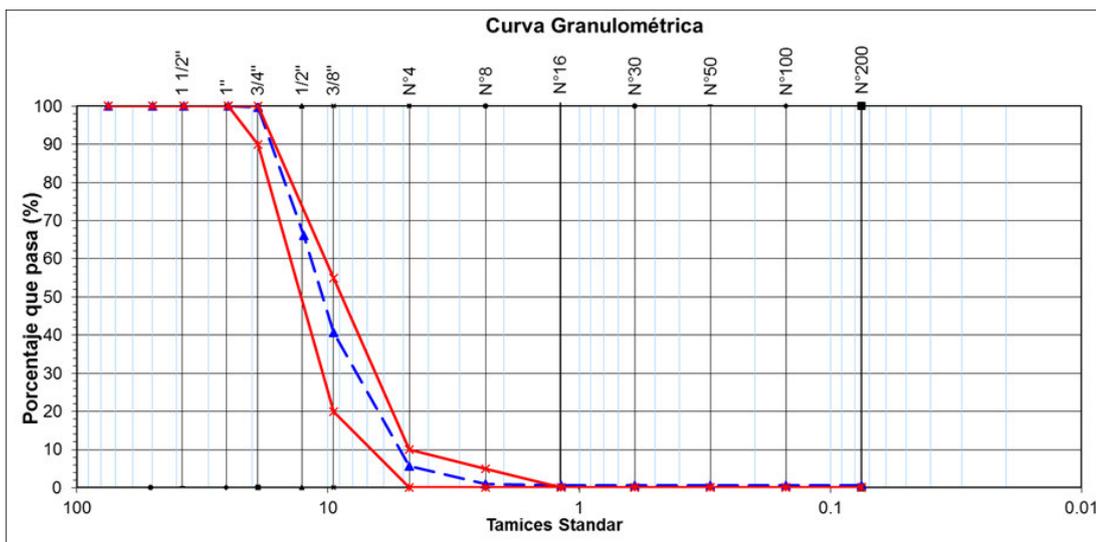


Figura 23: Curva granulométrica del agregado grueso
Elaboración: los autores

b) Peso unitario suelto (PUS)

Las normas utilizadas son NTP 400.017 y ASTM C29.

Este ensayo tiene como procedimiento principal llenar el recipiente con agregado grueso sin ejercer compactación por varillado (volumen de recipiente indicado en la Norma NTP 400.017).

Tabla 20: Peso unitario suelto del agregado grueso

Peso unitario suelto (NTP 400.017 - ASTM C29)			
Identificación: AGREGADO GRUESO	Fecha: 03/04/2018		
Procedencia: Lurin			
Proveedor: Cantera Agrexa			
N° de ensayo	1	2	Promedio
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1446	1444	1445

Elaboración: los autores

c) Peso unitario compactado (PUC)

Las normas utilizadas son NTP 400.017 y ASTM C29.

Este ensayo tiene como procedimiento principal llenar el recipiente con agregado ejerciendo compactación por varillado (volumen de recipiente indicado en la Norma NTP 400.017).

Tabla 21: Peso unitario compactado del agregado grueso

Peso unitario compactado (NTP 400.017 - ASTM C29)			
Identificación: AGREGADO GRUESO		Fecha: 03/04/2018	
Procedencia: Lurin			
Proveedor: Cantera Agrexa			
N° de ensayo	1	2	Promedio
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1609	1610	1609

Elaboración: los autores

d) **Peso específico y porcentaje de absorción**

Las normas utilizadas son NTP 400.021 y ASTM C127.

La Norma Técnica Peruana utilizada establece el procedimiento para determinar el peso específico masa, peso específico saturado con superficie seca, peso específico aparente y la absorción (después de 24 horas).

Tabla 22: Pesos específicos y absorción del agregado grueso

Pesos específicos y porcentaje de absorción (NTP 400.022 - ASTM C128)			
Identificación: AGREGADO GRUESO		Fecha: 03/04/2018	
Procedencia: Lurin			
Proveedor: Cantera Agrexa			
N° de ensayo	1	2	Promedio
Peso muestra superficialmente seca (gr)	3010.60	3012.50	3011.55
Peso del picnómetro + agua (ml)	0.00	0.00	0.00
Peso del picnómetro + muestra superficialmente seca + agua (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso muestra seca en horno a 105 °C (gr)	2984.30	2985.90	2985.10
Peso muestra saturada dentro del agua (g)	1925.30	1926.50	1925.90
<i>Peso específico de masa - PEM (g)</i>	<i>2.750</i>	<i>2.749</i>	2.750
<i>Peso específico de masa SSS</i>	<i>2.774</i>	<i>2.774</i>	2.774
<i>Peso específico aparente - PEA - (g)</i>	<i>2.818</i>	<i>2.818</i>	2.818
<i>Absorción (%)</i>	<i>0.88</i>	<i>0.89</i>	0.89

Elaboración: los autores

e) **Contenido de humedad**

Las normas utilizadas son NTP 339.185 y ASTM C566.

La estructura interna de una partícula de agregado, se constituye de materia sólida y de vacíos que pueden contener o no agua. El contenido de humedad, es la relación entre el peso del agua

contenido en el agregado y el peso del agregado sólido seco, expresado en porcentaje.

Tabla 23: Contenido de humedad del agregado grueso

Contenido de humedad (NTP 339.185 - ASTM C70)	
Identificación: AGREGADO GRUESO Fecha: 03/04/2018	
Procedencia: Lurin	
Proveedor: Cantera Agrexa	
Peso humedo (gr)	3392.5
Peso seco (gr)	3355.3
Humedad (%)	1.11

Elaboración: Propia

5.1.3 Diseños de mezcla

La selección de las proporciones de los materiales que integran la unidad cúbica de concreto, conocida como diseño de mezcla, puede ser definida como el proceso de selección de los ingredientes más adecuados y de la combinación más conveniente y económica de los mismos, con la finalidad de obtener un producto que en el estado fresco tenga la trabajabilidad y consistencia adecuada; y que endurecida cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador.

En la práctica, no hay ningún método que con mayor o menor refinamiento de tablas y/o gráficos nos proporciones la solución a todos los casos prácticos, por lo que las bondades de un método sobre otro residen finalmente en el criterio personal de quien los utilice y los conocimientos técnicos y experiencias que tenga cada profesional.

Para la presente tesis, se han tomado de referencia las recomendaciones dadas por el Comité ACI 211.1 (Proporcionamiento de mezclas), cuyo código tiene un método de diseño de mezcla con principios y consideraciones técnicas.

Para el desarrollo de los diseños de mezcla e identificación de las características del concreto, se procedió a determinar el tipo de concreto para el comparativo de aditivos (Sikaplast 700 y Viscocrete SC-50)

definiendo la resistencia, el huso de la piedra y la relación agua/cemento según el cuadro siguiente:

Tabla 24: Diseños de concreto a comparar

Diseños de concreto a comparar	
Diseño de mezcla N°1	$f'c=210$ kg/cm ² H67 A/C = 0.40 a 24H
Diseño de mezcla N°2	$f'c=280$ kg/cm ² H67 A/C = 0.38 a 24H
Diseño de mezcla N°3	$f'c=350$ kg/cm ² H67 A/C = 0.34 a 24H

Elaboración: los autores

Las propiedades de los materiales a emplearse en los diseños de mezcla son los siguientes:

Tabla 25: Propiedades de los materiales para el diseño de mezcla

Cemento			
Tipo	Cemento Portland Tipo I		
Marca - Procedencia	Importado		
Peso específico (g/cm ³)	3.04		
Agua			
Agua de la red pública que abastece en Villa El Salvador			
Peso específico (kg/m ³)	1000		
Agregados			
Tipo de agregado	Arena Fina	Piedra H67	
Cantera	Miranda	Agrexia	
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1605	1445	
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1786	1609	
Peso específico Saturado superficialmente seco (kg/m ³)	2670	2774	
Módulo de finura	2.62	6.50	
Tamaño máximo nominal	-	3/4"	
Contenido de humedad (%)	0.38	1.11	
Contenido de absorción (%)	1.09	0.89	
Aditivos			
Tipo de aditivo	Plastiment TM-30	Viscocrete SC-50	Sikaplast 700
Peso específico (kg/m ³)	1160	1190	1190

Elaboración: los autores

- **Diseño de mezcla $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ H67 A/C=0.40 A 24 HORAS**

1ro. Selección del Tamaño Máximo Nominal del agregado: de acuerdo con la elección de los autores, se optó por utilizar el agregado grueso con Tamaño Máximo Nominal 3/4" (Piedra Huso 67).

2do. Selección del volumen unitario de agua: el contenido de agua está relacionado con el asentamiento que se requiere, en efecto para inicios de prueba podemos utilizar la cantidad de agua requerida por el ACI 211.1 que está en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso. Se procedió a elaborar la mezcla de prueba con 185 lt/m^3 .

3ro. Contenido de aire atrapado: el contenido de aire está en función del tamaño máximo nominal de agregado grueso y de las condiciones de exposición. Se determina que el contenido de aire atrapado para un agregado grueso de tamaño máximo nominal de 3/4" es 0.50%.

4to. Relación agua/cemento: se estableció que la relación agua/cemento por resistencia es 0.40.

5to. Relación agua/cemento: no presentándose en este caso problemas de intemperismo ni de ataques por sulfatos, u otro tipo de acciones que pudieran dañar al concreto, se seleccionará la relación agua/cemento únicamente por resistencia.

$$a/c = 0.40$$

6to. Contenido de cemento: se determina dividiendo el volumen unitario de agua entre la relación agua/cemento.

$$\text{cemento} = \frac{\text{agua}}{0.40}$$

$$\text{cemento} = \frac{185}{0.40}$$

$$\text{cemento} = 465 \text{ kg/m}^3$$

7mo. Selección del agregado fino y grueso: según el Proporcionamiento de Mezclas ACI 211.1 (2002), de acuerdo al volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto, el porcentaje de agregado fino a utilizar sería de 48%; este porcentaje de agregado fino se encuentra dentro de los parámetros permisibles para bombeo de concreto según el código ACI 304. Para el presente diseño se utilizará **48%** de volumen absoluto de agregado fino y **52%** de volumen absoluto de agregado grueso H67.

8vo. Peso de los aditivos

$$\text{cemento} = \frac{465}{3.04 * 1000} = 0.1530 \text{ m}^3$$

$$\text{agua} = \frac{185}{1000} = 0.185 \text{ m}^3$$

$$\text{Plastiment TM-30} = \frac{2.33}{1160} = 0.002 \text{ m}^3$$

$$\text{Sikaplast 700} = \frac{3.26}{1190} = 0.0027 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire atrapado} = \frac{0.5}{100} = 0.005 \text{ m}^3$$

$$\text{Suma de volúmenes conocidos} = 0.1530 + 0.185 + 0.002 + 0.0027 + 0.005$$

$$\text{Suma de volúmenes conocidos} = 0.3477 \text{ m}^3$$

9no. Contenido de agregado fino y grueso

$$\text{Volumen del agregado} = 1 - 0.3477 \text{ m}^3 = 0.6523 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de agregado fino} = 0.6523 \text{ m}^3 * 0.48 = 0.3131 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de agregado grueso} = 0.6523 \text{ m}^3 * 0.52 = 0.3392 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso de agregado fino seco} = 0.3131 \text{ m}^3 * 2670 \text{ kg/m}^3 = 835.99 \text{ kg}$$

$$\text{Peso de agregado grueso seco} = 0.3392 \text{ m}^3 * 2774 \text{ kg/m}^3 = 940.93 \text{ kg}$$

10mo. Valores de diseño

Tabla 26: Diseño en estado saturado superficialmente seco 210 kg/cm²

Material	Peso saturado superficialmente seco (kg/m ³)
Cemento	465.00
Agua	185.00
Agregado fino	835.99
Agregado grueso	940.93
Plastiment TM-30	2.33
Sikaplast 700	3.26
Aire atrapado	0.005
Total	2432.50

Elaboración: los autores

11mo primero. Corrección por humedad de los agregados

$$\text{Agregado fino} = 835.99(0.38 - 1.09 + 100)/100 = 830.05 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado grueso} = \frac{940.93(1.11 - 0.89 + 100)}{100} = 943.04 \text{ kg}$$

12mo segundo. Aporte de humedad de los agregados

A continuación, determinamos la humedad superficial del agregado:

$$\text{Agregado fino} = 0.38 - 1.09 = - 0.71\%$$

$$\text{Agregado grueso} = 1.11 - 0.89 = 0.22\%$$

Y los aportes de los agregados serán:

Aportes de humedad del:

$$\text{Agregado fino} = 835.99 \left(-\frac{0.71}{100} \right) = - 5.94 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agregado grueso} = 940.93 \left(+\frac{0.22}{100} \right) = + 2.11 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Aporte de humedad de los agregados} = - 5.94 + 2.11 = - 3.83 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agua efectiva} = 185 - (-3.83) = 188.83 \text{ lt/m}^3$$

13mo tercero. Cantidad de materiales corregidos por humedad

Tabla 27: Pesos corregidos por humedad $f'c=210$ kg/cm²

Material	Pesos corregidos por humedad (kg)
Cemento	465.00
Agua	188.83
Agregado fino	830.05
Agregado grueso	943.04
Plastiment TM-30	2.33
Sikaplast 700	3.26
Aire atrapado	0.005
Total	2433

Elaboración: los autores

14mo cuarto. Dosificación para la mezcla

La cantidad de materiales necesarios para realizar los ensayos del concreto en estado fresco se elaboraron en una tanda de 0.05 m³ de volumen de concreto. La tanda (0.05 m³) se multiplicó por los pesos corregidos por humedad para obtener los pesos que se emplearon para el diseño de mezcla.

Tabla 28: Dosificación para la tanda de prueba $f'c=210$ kg/cm²

TANDA DE PRUEBA	
Material	Pesos corregidos por humedad (kg)
Cemento	23.25
Agua	9.44
Agregado fino	41.50
Agregado grueso	47.15
Plastiment TM-30	116.25
Sikaplast 700	162.75
Aire atrapado	0.005
Total	121.63

Elaboración: los autores

- **Diseño de mezcla $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ H67 A/C=0.38 A 24 HORAS**

1ro. Selección del Tamaño Máximo Nominal del agregado: de acuerdo con la elección de los autores, se optó por utilizar el agregado grueso con Tamaño Máximo Nominal 3/4" (Piedra Huso 67).

2do. Selección del volumen unitario de agua: el contenido de agua está relacionado con el asentamiento que se requiere, en efecto para inicios de prueba podemos utilizar la cantidad de agua requerida por el ACI 211.1 que está en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso. Se procedió a elaborar la mezcla de prueba con 185 lt/m^3 .

3ro. Contenido de aire atrapado: el contenido de aire está en función del tamaño máximo nominal de agregado grueso y de las condiciones de exposición. Se determina que el contenido de aire atrapado para un agregado grueso de tamaño máximo nominal de 3/4" es 0.50%.

4to. Relación agua/cemento: se estableció que la relación agua/cemento por resistencia es 0.38.

5to. Relación agua/cemento: no presentándose en este caso problemas de intemperismo ni de ataques por sulfatos, u otro tipo de acciones que pudieran dañar al concreto, se seleccionará la relación agua/cemento únicamente por resistencia.

$$a/c = 0.38$$

6to. Contenido de cemento: se determina dividiendo el volumen unitario de agua entre la relación agua/cemento.

$$\text{cemento} = \frac{\text{agua}}{0.38}$$

$$\text{cemento} = \frac{185}{0.38}$$

$$\text{cemento} = 490 \text{ kg/m}^3$$

7mo. Selección del agregado fino y grueso: según el Proporcionamiento de Mezclas ACI 211.1 (2002), de acuerdo al volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto, el porcentaje de agregado fino a utilizar sería de 47%; este porcentaje de agregado fino se encuentra dentro de los parámetros permisibles para bombeo de concreto según el código ACI 304. Para el presente diseño se utilizará **47%** de volumen absoluto de agregado fino y **53%** de volumen absoluto de agregado grueso H67.

8vo. Peso de los aditivos

$$\text{cemento} = \frac{490}{3.04 * 1000} = 0.1612 \text{ m}^3$$

$$\text{agua} = \frac{185}{1000} = 0.185 \text{ m}^3$$

$$\text{Plastiment TM-30} = \frac{2.45}{1160} = 0.0021 \text{ m}^3$$

$$\text{Sikaplast 700} = \frac{3.43}{1190} = 0.0029 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire atrapado} = \frac{0.5}{100} = 0.005 \text{ m}^3$$

$$\text{Suma de volúmenes conocidos} = 0.1612 + 0.185 + 0.0021 + 0.0029 + 0.005$$

$$\text{Suma de volúmenes conocidos} = 0.3562 \text{ m}^3$$

9no. Contenido de agregado fino y grueso

$$\text{Volumen del agregado} = 1 - 0.3562 \text{ m}^3 = 0.6438 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de agregado fino} = 0.6438 \text{ m}^3 * 0.47 = 0.3026 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de agregado grueso} = 0.6438 \text{ m}^3 * 0.53 = 0.3412 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso de agregado fino seco} = 0.3026 \text{ m}^3 * 2670 \text{ kg/m}^3 = 807.93 \text{ kg}$$

$$\text{Peso de agregado grueso seco} = 0.3412 \text{ m}^3 * 2774 \text{ kg/m}^3 = 946.56 \text{ kg}$$

10mo. Valores de diseño

Tabla 29: Diseño en estado saturado superficialmente seco 280 kg/cm²

Material	Peso saturado superficialmente seco (kg/m ³)
Cemento	490.00
Agua	185.00
Agregado fino	807.93
Agregado grueso	946.56
Plastiment TM-30	2.45
Sikaplast 700	3.43
Aire atrapado	0.005
Total	2435.38

Elaboración: los autores

11mo primero. Corrección por humedad de los agregados

$$\text{Agregado fino} = 807.93(0.38 - 1.09 + 100)/100 = 802.20 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado grueso} = \frac{946.56(1.11 - 0.89 + 100)}{100} = 948.68 \text{ kg}$$

12mo segundo. Aporte de humedad de los agregados

A continuación, determinamos la humedad superficial del agregado:

$$\text{Agregado fino} = 0.38 - 1.09 = - 0.71\%$$

$$\text{Agregado grueso} = 1.11 - 0.89 = 0.22\%$$

Y los aportes de los agregados serán:

Aportes de humedad del:

$$\text{Agregado fino} = 807.93 \left(-\frac{0.71}{100} \right) = - 5.74 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agregado grueso} = 946.56 \left(+\frac{0.22}{100} \right) = + 2.08 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Aporte de humedad de los agregados} = - 5.74 + 2.012 = - 3.62 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agua efectiva} = 185 - (-3.62) = 188.62 \text{ lt/m}^3$$

13mo tercero. Cantidad de materiales corregidos por humedad

Tabla 30: Pesos corregidos por humedad $f'c=280$ kg/cm²

Material	Pesos corregidos por humedad (kg)
Cemento	490.00
Agua	188.62
Agregado fino	802.20
Agregado grueso	948.68
Plastiment TM-30	2.45
Sikaplast 700	3.43
Aire atrapado	0.005
Total	2435

Elaboración: los autores

14mo cuarto. Dosificación para la mezcla

La cantidad de materiales necesarios para realizar los ensayos del concreto en estado fresco se elaboraron en una tanda de 0.05 m³ de volumen de concreto. La tanda (0.05 m³) se multiplicó por los pesos corregidos por humedad para obtener los pesos que se emplearon para el diseño de mezcla.

Tabla 31: Dosificación para la tanda de prueba $f'c=280$ kg/cm²

TANDA DE PRUEBA	
Material	Pesos corregidos por humedad (kg)
Cemento	24.50
Agua	9.43
Agregado fino	40.11
Agregado grueso	47.43
Plastiment TM-30	122.50
Sikaplast 700	171.50
Aire atrapado	0.005
Total	121.77

Elaboración: los autores

- **Diseño de mezcla $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ H67 A/C=0.34 A 24 HORAS**

1ro. Selección del Tamaño Máximo Nominal del agregado: de acuerdo con la elección de los autores, se optó por utilizar el agregado grueso con Tamaño Máximo Nominal 3/4" (Piedra Huso 67).

2do. Selección del volumen unitario de agua: el contenido de agua está relacionado con el asentamiento que se requiere, en efecto para inicios de prueba podemos utilizar la cantidad de agua requerida por el ACI 211.1 que está en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso. Se procedió a elaborar la mezcla de prueba con 185 lt/m^3 .

3ro. Contenido de aire atrapado: el contenido de aire está en función del tamaño máximo nominal de agregado grueso y de las condiciones de exposición. Se determina que el contenido de aire atrapado para un agregado grueso de tamaño máximo nominal de 3/4" es 0.50%.

4to. Relación agua/cemento: se estableció que la relación agua/cemento por resistencia es 0.34.

5to. Relación agua/cemento: no presentándose en este caso problemas de intemperismo ni de ataques por sulfatos, u otro tipo de acciones que pudieran dañar al concreto, se seleccionará la relación agua/cemento únicamente por resistencia.

$$a/c = 0.34$$

6to. Contenido de cemento: se determina dividiendo el volumen unitario de agua entre la relación agua/cemento.

$$\text{cemento} = \frac{\text{agua}}{0.34}$$

$$\text{cemento} = \frac{185}{0.34}$$

$$\text{cemento} = 545 \text{ kg/m}^3$$

7mo. Selección del agregado fino y grueso: según el Proporcionamiento de Mezclas ACI 211.1 (2002), de acuerdo al volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto, el porcentaje de agregado fino a utilizar sería de 47%; este porcentaje de agregado fino se encuentra dentro de los parámetros permisibles para bombeo de concreto según el código ACI 304. Para el presente diseño se utilizará **45%** de volumen absoluto de agregado fino y **55%** de volumen absoluto de agregado grueso H67.

8vo. Peso de los aditivos

$$\text{cemento} = \frac{545}{3.04 * 1000} = 0.1793 \text{ m}^3$$

$$\text{agua} = \frac{185}{1000} = 0.185 \text{ m}^3$$

$$\text{Plastiment TM-30} = \frac{2.73}{1160} = 0.0023 \text{ m}^3$$

$$\text{Sikaplast 700} = \frac{4.36}{1190} = 0.0037 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire atrapado} = \frac{0.5}{100} = 0.005 \text{ m}^3$$

$$\text{Suma de volúmenes conocidos} = 0.1793 + 0.185 + 0.0023 + 0.0037 + 0.005$$

$$\text{Suma de volúmenes conocidos} = 0.3753 \text{ m}^3$$

9no. Contenido de agregado fino y grueso

$$\text{Volumen del agregado} = 1 - 0.3753 \text{ m}^3 = 0.6247 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de agregado fino} = 0.6247 \text{ m}^3 * 0.45 = 0.2811 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de agregado grueso} = 0.6247 \text{ m}^3 * 0.55 = 0.3436 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso de agregado fino seco} = 0.2811 \text{ m}^3 * 2670 \text{ kg/m}^3 = 750.54 \text{ kg}$$

$$\text{Peso de agregado grueso seco} = 0.3436 \text{ m}^3 * 2774 \text{ kg/m}^3 = 953.15 \text{ kg}$$

10mo. Valores de diseño

Tabla 32: Diseño en estado saturado superficialmente seco 350 kg/cm²

Material	Peso saturado superficialmente seco (kg/m ³)
Cemento	545.00
Agua	185.00
Agregado fino	750.54
Agregado grueso	953.15
Plastiment TM-30	2.73
Sikaplast 700	4.36
Aire atrapado	0.005
Total	2440.80

Elaboración: los autores

11mo primero. Corrección por humedad de los agregados

$$\text{Agregado fino} = 750.54(0.38 - 1.09 + 100)/100 = 745.26 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado grueso} = \frac{953.15(1.11 - 0.89 + 100)}{100} = 955.26 \text{ kg}$$

12mo segundo. Aporte de humedad de los agregados

A continuación, determinamos la humedad superficial del agregado:

$$\text{Agregado fino} = 0.38 - 1.09 = - 0.71\%$$

$$\text{Agregado grueso} = 1.11 - 0.89 = 0.22\%$$

Y los aportes de los agregados serán:

Aportes de humedad del:

$$\text{Agregado fino} = 750.54 \left(-\frac{0.71}{100} \right) = - 5.33 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agregado grueso} = 953.15 \left(+\frac{0.22}{100} \right) = + 2.13 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Aporte de humedad de los agregados} = - 5.33 + 2.13 = - 3.20 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agua efectiva} = 185 - (-3.20) = 188.20 \text{ lt/m}^3$$

13mo tercero. Cantidad de materiales corregidos por humedad

Tabla 33: Pesos corregidos por humedad $f'c=350$ kg/cm²

Material	Pesos corregidos por humedad (kg)
Cemento	545.00
Agua	188.20
Agregado fino	745.26
Agregado grueso	955.26
Plastiment TM-30	2.73
Sikaplast 700	4.36
Aire atrapado	0.005
Total	2441

Elaboración: los autores

14mo cuarto. Dosificación para la mezcla

La cantidad de materiales necesarios para realizar los ensayos del concreto en estado fresco se elaboraron en una tanda de 0.05 m³ de volumen de concreto. La tanda (0.05 m³) se multiplicó por los pesos corregidos por humedad para obtener los pesos que se emplearon para el diseño de mezcla.

Tabla 34: Dosificación para la tanda de prueba $f'c=350$ kg/cm²

TANDA DE PRUEBA	
Material	Pesos corregidos por humedad (kg)
Cemento	27.25
Agua	9.41
Agregado fino	37.26
Agregado grueso	47.76
Plastiment TM-30	136.25
Sikaplast 700	218.00
Aire atrapado	0.005
Total	122.04

Elaboración: los autores

5.1.4 Propiedades físicas y mecánicas del concreto de resistencia acelerada

a) Asentamiento del concreto

Los cuadros y gráficos, que veremos a continuación, son los resultados de los ensayos de asentamiento para cada diseño de mezcla a comparación.

Tabla 35: Asentamiento para 210 kg/cm² H67 a 24H

PÉRDIDA DE TRABAJABILIDAD			
Diseño	f'c=210 kg/cm ² Sikaplast 700	f'c=210 kg/cm ² Viscocrete SC-50	Diferencia
Tiempo (min)	Slump (cm)	Slump (cm)	Δ (%)
0	25.5	24.5	4.08
60	25.5	24.5	4.08
120	26	21	23.80
180	24	16	50.00
240	17	6	183.33

Elaboración: los autores

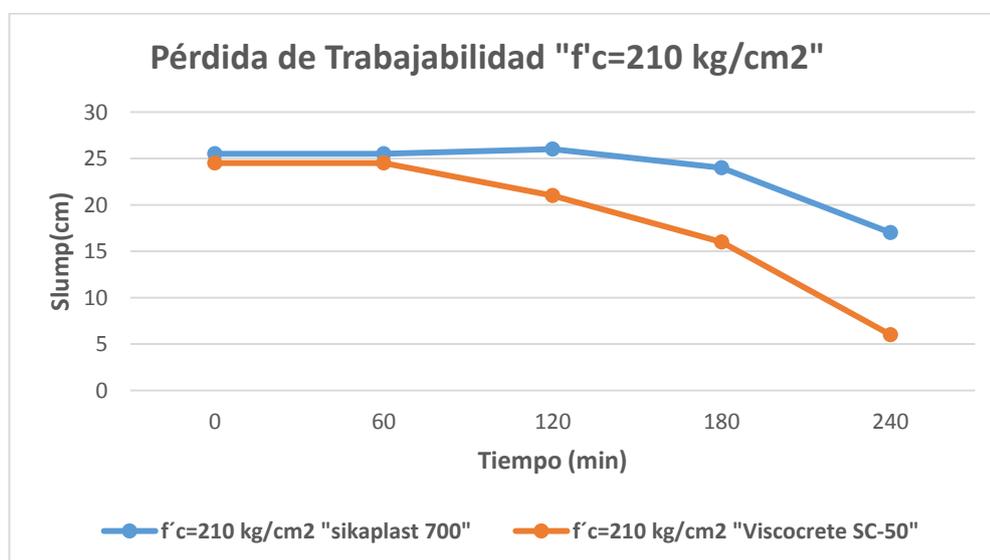


Figura 24: Pérdida de trabajabilidad para 210 kg/cm² H67 a 24H

Elaboración: los autores

Interpretación: de la Figura 24 que corresponde a los datos obtenidos de la Tabla 35 se interpreta que el asentamiento inicial para el diseño 210 kg/cm² H67 a 24H dosificado con aditivo Sikaplast 700 es mayor en **4.08%** respecto

al diseño patrón (dosificado con aditivo Viscocrete SC-50); se acepta la hipótesis alterna 1 (H1).

Tabla 36: Asentamiento para 280 kg/cm² H67 a 24H

PÉRDIDA DE TRABAJABILIDAD			
Diseño	f'c=280 kg/cm ² H67 A 24H Sikaplast 700	f'c=280 kg/cm ² H67 A 24H Viscocrete SC-50	Diferencia
Tiempo (min)	Slump (cm)	Slump (cm)	Δ (%)
0	26.5	26.5	0.00
60	26.5	26	1.92
120	26.5	25	6.00
180	26	23	13.04
240	22.5	19	18.42

Elaboración: los autores

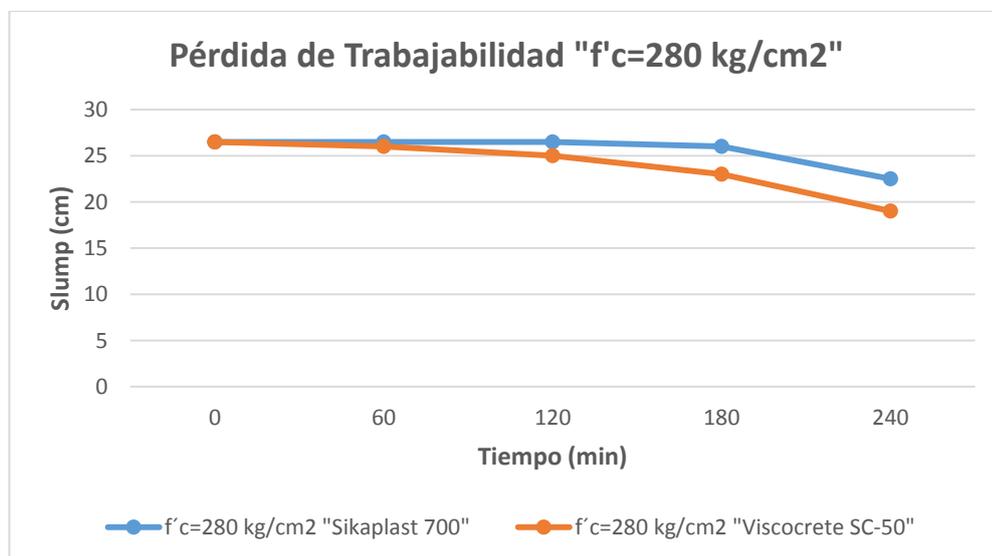


Figura 25: Pérdida de trabajabilidad para 280 kg/cm² H67 a 24H

Elaboración: los autores

Interpretación: de la Figura 25 que corresponde a los datos obtenidos de la Tabla 36 se interpreta que el asentamiento inicial para el diseño 280 kg/cm² H67 a 24H dosificado con aditivo Sikaplast 700 es igual al diseño dosificado con aditivo Viscocrete SC-50, sin embargo el slump se mantiene igual durante las dos primeras horas y la caída del slump es ligeramente mayor en el diseño dosificado con aditivo Viscocrete SC-50; se acepta la hipótesis alterna 1 (H1).

Tabla 37: Asentamiento para 350 kg/cm² H67 a 24H

PÉRDIDA DE TRABAJABILIDAD			
Diseño	f'c=350 kg/cm ² H67 A 24H Sikaplast 700	f'c=350 kg/cm ² H67 A 24H Viscocrete SC-50	Diferencia
Tiempo (min)	Slump (cm)	Slump (cm)	Δ (cm)
0	28	28	0
60	27.5	27.5	0
120	27.5	27.5	0
180	27.5	27.5	0
240	27.5	27.5	0

Elaboración: los autores

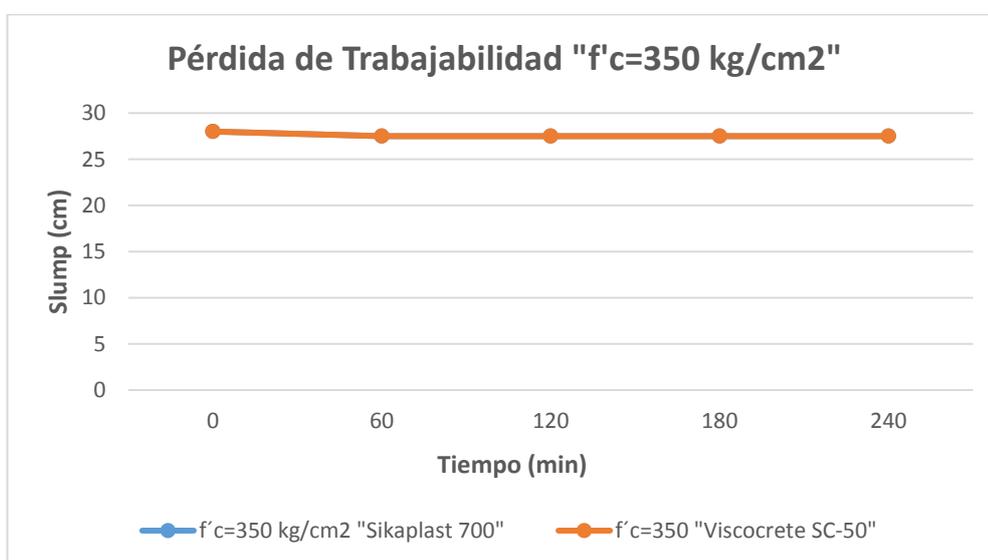


Figura 26: Pérdida de trabajabilidad para 350 kg/cm² H67 a 24H

Elaboración: los autores

Interpretación: de la Tabla 37 se interpreta que el asentamiento inicial para el diseño 350 kg/cm² H67 a 24H dosificado con aditivo Sikaplast 700 es igual al diseño dosificado con aditivo Viscocrete SC-50; se acepta la hipótesis nula 1 (H0).

b) Contenido de aire

Los cuadros y gráficos, que veremos a continuación, son los resultados de los ensayos de contenido de aire para cada diseño de mezcla a comparación.

Tabla 38: Contenido de aire para 210 kg/cm² H67 a 24H

CONTENIDO DE AIRE			
Diseño	f'c=210 kg/cm ² H67 A 24H Sikaplast 700	f'c=210 kg/cm ² H67 A 24H Viscocrete SC-50	Δ (%)
%Aire	2.10%	2.00%	5.00%

Elaboración: los autores

Interpretación: de la Tabla 38 se interpreta que el contenido de aire para el diseño 210 kg/cm² H67 a 24H dosificado con aditivo Sikaplast 700 es mayor en **5%** al diseño dosificado con aditivo Viscocrete SC-50; se acepta la hipótesis nula 2 (H0).

Tabla 39: Contenido de aire para 280 kg/cm² H67 a 24H

CONTENIDO DE AIRE			
Diseño	f'c=280 kg/cm ² H67 A 24H Sikaplast 700	f'c=280 kg/cm ² H67 A 24H Viscocrete SC-50	Δ (%)
%Aire	1.70%	1.80%	-5.60%

Elaboración: los autores

Interpretación: de la Tabla 39 se interpreta que el contenido de aire para el diseño 280 kg/cm² H67 a 24H dosificado con aditivo Sikaplast 700 es menor en **5.6%** al diseño dosificado con aditivo Viscocrete SC-50; se acepta la hipótesis alterna 2 (H2).

Tabla 40: Contenido de aire para 350 kg/cm² H67 a 24H

CONTENIDO DE AIRE			
Diseño	f'c=350 kg/cm ² H67 A 24H Sikaplast 700	f'c=350 kg/cm ² H67 A 24H Viscocrete SC-50	Δ (%)
%Aire	1.30%	1.20%	8.30%

Elaboración: los autores

Interpretación: de la Tabla 40 se interpreta que el contenido de aire para el diseño 350 kg/cm² H67 a 24H dosificado con aditivo Sikaplast 700 es mayor en **8.3%** al diseño dosificado con aditivo Viscocrete SC-50; se acepta la hipótesis nula 2 (H0).

c) Peso unitario

Los cuadros y gráficos, que veremos a continuación, son los resultados de los ensayos de peso unitario para cada diseño de mezcla a comparación.

Tabla 41: Peso unitario para 210 kg/cm² H67 a 24H

PESO UNITARIO			
Diseño	f'c=210 kg/cm ² Sikaplast 700	f'c=210 kg/cm ² Viscocrete SC-50	Δ (%)
P.U(kg/m ³)	2408	2418	-0.40

Elaboración: los autores

Interpretación: de la Tabla 41 se interpreta que el peso unitario para el diseño 210 kg/cm² H67 a 24H dosificado con aditivo Sikaplast 700 es menor en **0.4%** respecto al diseño dosificado con aditivo Viscocrete SC-50; se acepta la hipótesis alterna 3 (H3).

Tabla 42: Peso unitario para 280 kg/cm² H67 a 24H

PESO UNITARIO			
Diseño	f'c=280 kg/cm ² Sikaplast 700	f'c=280 kg/cm ² Viscocrete SC-50	Δ (%)
P.U(kg/m ³)	2431	2445	-0.60

Elaboración: los autores

Interpretación: de la Tabla 42 se interpreta que el peso unitario para el diseño 280 kg/cm² H67 a 24H dosificado con aditivo Sikaplast 700 es menor en **0.6%** respecto al diseño dosificado con aditivo Viscocrete SC-50; se acepta la hipótesis alterna 3 (H3).

Tabla 43: Peso unitario para 350 kg/cm² H67 a 24H

PESO UNITARIO			
Diseño	f'c=350 kg/cm ² Sikaplast 700	f'c=350 kg/cm ² Viscocrete SC-50	Δ (%)
P.U(kg/m ³)	2478	2482	-0.20

Elaboración: los autores

Interpretación: de la Tabla 43 se interpreta que el peso unitario para el diseño 350 kg/cm² H67 a 24H dosificado con aditivo Sikaplast 700 es menor en **0.2%** respecto al diseño dosificado con aditivo Viscocrete SC-50; se acepta la hipótesis alterna 3 (H3).

d) Temperatura del concreto

Los cuadros y gráficos, que veremos a continuación, son los resultados de los ensayos de temperatura del concreto para cada diseño de mezcla a comparación.

Tabla 44: Temperatura del concreto para 210 kg/cm² H67 a 24H

TEMPERATURA DEL CONCRETO			
Diseño	f'c=210 kg/cm ² H67 A 24H Sikaplast 700	f'c=210 kg/cm ² H67 A 24H Viscocrete SC-50	Δ (%)
T (°C)	26.7	27.1	-1.50

Elaboración: los autores

Interpretación: de la Tabla 44 se interpreta que la temperatura del concreto para el diseño 210 kg/cm² H67 a 24H dosificado con aditivo Sikaplast 700 es menor en **1.5%** respecto al diseño dosificado con aditivo Viscocrete SC-50; se acepta la hipótesis alterna 4 (H4).

Tabla 45: Temperatura del concreto para 280 kg/cm² H67 a 24H

TEMPERATURA DEL CONCRETO			
Diseño	f'c=280 kg/cm ² H67 A 24H Sikaplast 700	f'c=280 kg/cm ² H67 A 24H Viscocrete SC-50	Δ (%)
T (°C)	27.7	27.8	-0.40

Elaboración: los autores

Interpretación: de la Tabla 45 se interpreta que la temperatura del concreto para el diseño 280 kg/cm² H67 a 24H dosificado con aditivo Sikaplast 700 es menor en **0.4%** al diseño dosificado con aditivo Viscocrete SC-50; se acepta la hipótesis alterna 4 (H4).

Tabla 46: Temperatura del concreto para 350 kg/cm² H67 a 24H

TEMPERATURA DEL CONCRETO			
Diseño	f'c=350 kg/cm ² H67 A 24H Sikaplast 700	f'c=350 kg/cm ² H67 A 24H Viscocrete SC-50	Δ (%)
T (°C)	27.6	27.8	-0.70

Elaboración: los autores

Interpretación: de la Tabla 46 se interpreta que la temperatura del concreto para el diseño 350 kg/cm² H67 a 24H dosificado con aditivo Sikaplast 700 es menor en **0.7%** respecto al diseño dosificado con aditivo Viscocrete SC-50; se acepta la hipótesis alterna 4 (H4).

e) Tiempo de fraguado

Los cuadros y gráficos, que veremos a continuación, son los resultados de los tiempos de fraguado para cada diseño de mezcla a comparación.

Tabla 47: Tiempo de fraguado del concreto para 210 kg/cm² H67 a 24H

Diseño	f'c=210 kg/cm ² H67 A 24H Sikaplast 700	f'c=210 kg/cm ² H67 A 24H Viscocrete SC-50	Δ
Fragua Inicial (HH:MM)	08:15	07:24	00:51
Fragua Final (HH:MM)	09:32	08:36	00:56

Elaboración: los autores

Interpretación: de la Tabla 47 se interpreta que la fragua final del concreto para el diseño 210 kg/cm² H67 a 24H dosificado con aditivo Sikaplast 700 es mayor en **10.9%** respecto al diseño dosificado con aditivo Viscocrete SC-50; se acepta la hipótesis alterna 5 (H5).

Tabla 48: Tiempo de fraguado del concreto para 280 kg/cm² H67 a 24H

Diseño	f'c=280 kg/cm ² H67 A 24H Sikaplast 700	f'c=280 kg/cm ² H67 A 24H Viscocrete SC-50	Δ
Fragua Inicial (HH:MM)	08:49	07:55	00:54
Fragua Final (HH:MM)	09:54	09:06	00:48

Elaboración: los autores

Interpretación: de la Tabla 48 se interpreta que la fragua final del concreto para el diseño 280 kg/cm² H67 a 24H dosificado con aditivo Sikaplast 700 es mayor en **8.8%** respecto al diseño dosificado con aditivo Viscocrete SC-50; se acepta la hipótesis alterna 5 (H₅).

Tabla 49: Tiempo de fraguado del concreto para 350 kg/cm² H67 a 24H

Diseño	f'c=350 kg/cm ² H67 A 24H Sikaplast 700	f'c=350 kg/cm ² H67 A 24H Viscocrete SC-50	Δ
Fragua Inicial (HH:MM)	09:08	08:56	00:12
Fragua Final (HH:MM)	10:18	09:50	00:28

Elaboración: los autores

Interpretación: de la Tabla 49 se interpreta que la fragua final del concreto para el diseño 350 kg/cm² H67 a 24H dosificado con aditivo Sikaplast 700 es mayor en **4.7%** respecto al diseño dosificado con aditivo Viscocrete SC-50; se acepta la hipótesis alterna 5 (H₅).

f) Resistencia a la compresión

Los cuadros y gráficos, que veremos a continuación, son los resultados de las resistencias a la compresión para cada diseño de mezcla a comparación.

Tabla 50: Resistencia a la compresión del concreto para 210 kg/cm² H67 a 24H

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
Diseño	f'c=210 kg/cm ² H67 A 24H Sikaplast 700	f'c=210 kg/cm ² H67 A 24H Viscocrete SC-50	Diferencia
Edad(Días)	f'c promedio (kg/cm ²)	f'c promedio (kg/cm ²)	Δ (kg/cm ²)
1	337	324	13
3	528	520	8
7	632	623	9
28	799	762	37

Elaboración: los autores

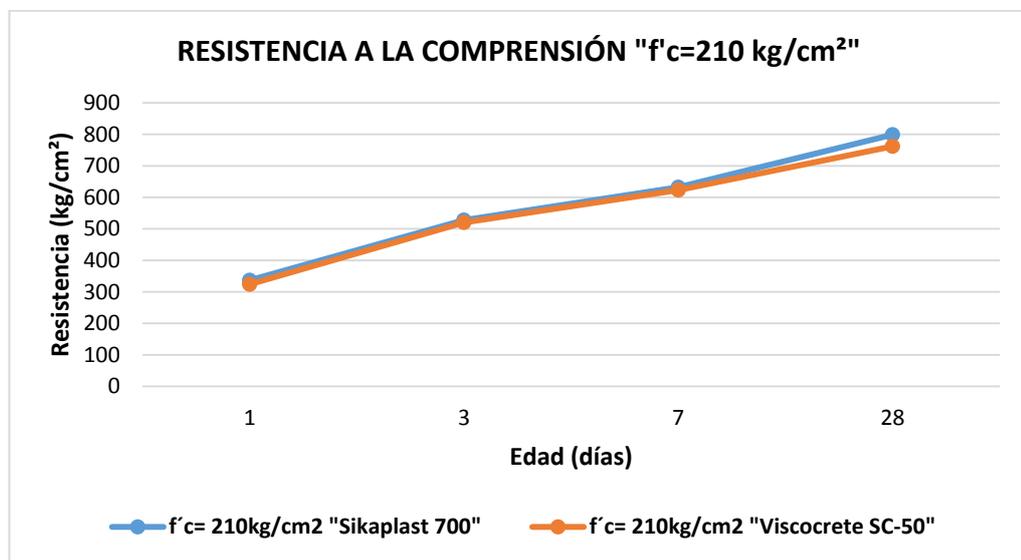


Figura 27: Resistencia a la compresión para 210 kg/cm² H67 a 24H

Elaboración: los autores

Interpretación: de la Figura 27 que corresponde a los datos obtenidos de la Tabla 50 se interpreta que la resistencia a la compresión a 24 horas del concreto para el diseño 210 kg/cm² H67 a 24H dosificado con aditivo Sikaplast 700 es mayor en **4%** respecto al diseño dosificado con aditivo Viscocrete SC-50; se acepta la hipótesis alterna 6 (H6).

Interpretación: de la Figura 27 que corresponde a los datos obtenidos de la Tabla 50 se interpreta que la resistencia a la compresión a 3 días del concreto para el diseño 210 kg/cm² H67 a 24H dosificado con aditivo Sikaplast 700 es mayor en **1.5%** respecto al diseño dosificado con aditivo Viscocrete SC-50; se acepta la hipótesis alterna 6 (H6).

Interpretación: de la Figura 27 que corresponde a los datos obtenidos de la Tabla 50 se interpreta que la resistencia a la compresión a 7 días del concreto para el diseño 210 kg/cm² H67 a 24H dosificado con aditivo Sikaplast 700 es mayor en **1.4%** respecto al diseño dosificado con aditivo Viscocrete SC-50; se acepta la hipótesis alterna 6 (H6).

Interpretación: de la Figura 27 que corresponde a los datos obtenidos de la Tabla 50 se interpreta que la resistencia a la compresión a 28 días del concreto para el diseño 210 kg/cm² H67 a 24H dosificado con aditivo Sikaplast 700 es mayor en **4.9%** respecto al diseño dosificado con aditivo Viscocrete SC-50; se acepta la hipótesis alterna 6 (H6).

Tabla 51: Resistencia a la compresión del concreto para 280 kg/cm² H67 a 24H

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
Diseño	f'c=280 kg/cm ² H67 A 24H Sikaplast 700	f'c=280 kg/cm ² H67 A 24H Viscocrete SC-50	Diferencia
Edad(Días)	f'c promedio (kg/cm ²)	f'c promedio (kg/cm ²)	Δ (kg/cm ²)
1	372	365	7
3	599	564	35
7	721	666	55
28	872	816	56

Elaboración: los autores

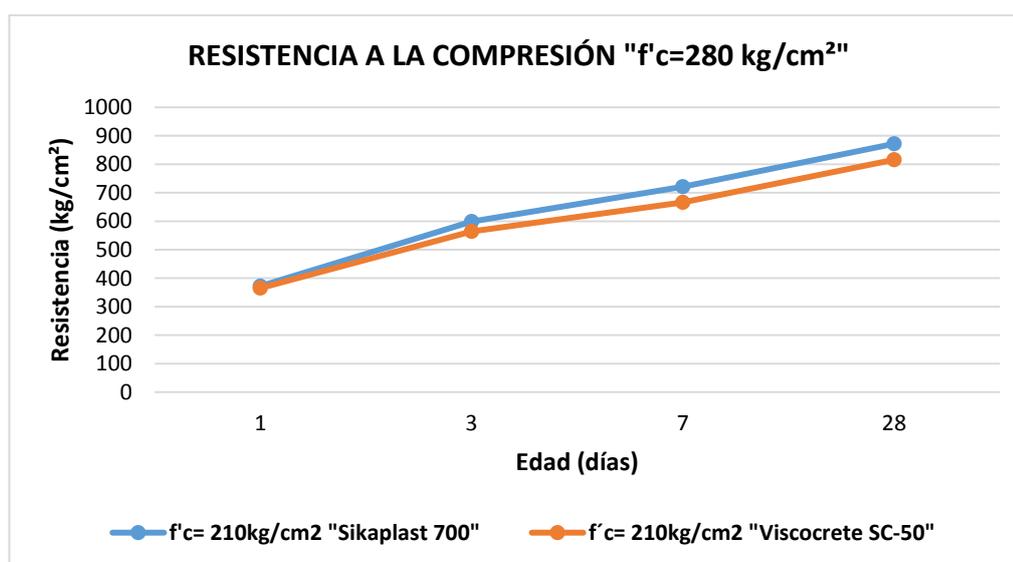


Figura 28: Resistencia a la compresión para 210 kg/cm² H67 a 24H

Elaboración: los autores

Interpretación: de la Figura 28 que corresponde a los datos obtenidos de la Tabla 51 se interpreta que la resistencia a la compresión a 24 horas del concreto para el diseño 280 kg/cm² H67 a 24H dosificado con aditivo Sikaplast 700 es mayor en **1.9%** respecto al diseño dosificado con aditivo Viscocrete SC-50; se acepta la hipótesis alterna 6 (H6).

Interpretación: de la Figura 28 que corresponde a los datos obtenidos de la Tabla 51 se interpreta que la resistencia a la compresión a 3 días del concreto para el diseño 210 kg/cm² H67 a 24H dosificado con aditivo Sikaplast 700 es mayor en **6.2%** respecto al diseño dosificado con aditivo Viscocrete SC-50; se acepta la hipótesis alterna 6 (H6).

Interpretación: de la Figura 28 que corresponde a los datos obtenidos de la Tabla 51 se interpreta que la resistencia a la compresión a 7 días del concreto para el diseño 210 kg/cm² H67 a 24H dosificado con aditivo Sikaplast 700 es mayor en **8.3%** respecto al diseño dosificado con aditivo Viscocrete SC-50; se acepta la hipótesis alterna 6 (H6).

Interpretación: de la Figura 28 que corresponde a los datos obtenidos de la Tabla 51 se interpreta que la resistencia a la compresión a 28 días del concreto para el diseño 210 kg/cm² H67 a 24H dosificado con aditivo Sikaplast 700 es mayor en **6.9%** respecto al diseño dosificado con aditivo Viscocrete SC-50; se acepta la hipótesis alterna 6 (H6).

Tabla 52: Resistencia a la compresión del concreto para 350 kg/cm² H67 a 24H

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
Diseño	f'c=350 kg/cm ² H67 A 24H Sikaplast 700	f'c=350 kg/cm ² H67 A 24H Viscocrete SC-50	Diferencia
Edad(Días)	f'c promedio (kg/cm ²)	f'c promedio (kg/cm ²)	Δ (kg/cm ²)
1	484	462	22
3	725	676	49
7	875	791	84
28	1068	1009	59

Elaboración: los autores

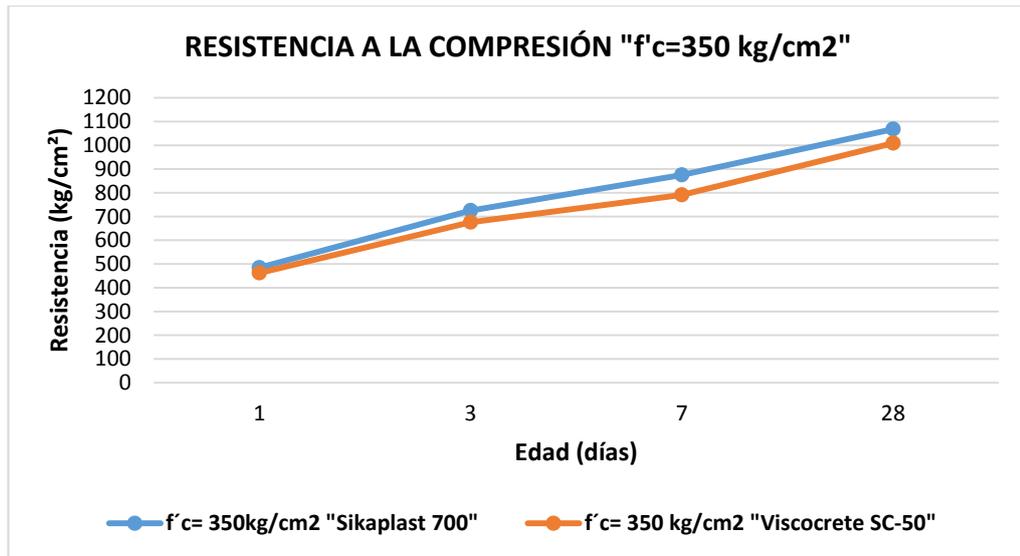


Figura 29: Resistencia a la compresión para 350 kg/cm² H67 a 24H
Elaboración: los autores

Interpretación: de la Figura 29 que corresponde a los datos obtenidos de la Tabla 52 se interpreta que la resistencia a la compresión a 24 horas del concreto para el diseño 350 kg/cm² H67 a 24H dosificado con aditivo Sikaplast 700 es mayor en **4.8%** respecto al diseño dosificado con aditivo Viscocrete SC-50; se acepta la hipótesis alterna 6 (H6).

Interpretación: de la Figura 29 que corresponde a los datos obtenidos de la Tabla 52 se interpreta que la resistencia a la compresión a 3 días del concreto para el diseño 350 kg/cm² H67 a 24H dosificado con aditivo Sikaplast 700 es mayor en **7.2%** respecto al diseño dosificado con aditivo Viscocrete SC-50; se acepta la hipótesis alterna 6 (H6).

Interpretación: de la Figura 29 que corresponde a los datos obtenidos de la Tabla 52 se interpreta que la resistencia a la compresión a 7 días del concreto para el diseño 350 kg/cm² H67 a 24H dosificado con aditivo Sikaplast 700 es menor en **10.6%** respecto al diseño dosificado con aditivo Viscocrete SC-50; se acepta la hipótesis alterna 6 (H6).

Interpretación: de la Figura 29 que corresponde a los datos obtenidos de la Tabla 52 se interpreta que la resistencia a la compresión a 28 días del concreto para el diseño 350 kg/cm² H67 a 24H dosificado con aditivo Sikaplast 700 es menor en **5.8%** respecto al diseño dosificado con aditivo Viscocrete SC-50; se acepta la hipótesis alterna 6 (H6).

5.1.5 Análisis de costos

Una cualidad importante que debe presentar un concreto adecuadamente proporcionado es la economía. En la actualidad, se necesita producir no solo concretos resistentes y durables según el uso que va a tener, sino también con costos al alcance de todos.

El análisis de costos de los diseños de mezclas se realizó para 1m³ de concreto, teniendo en cuenta los siguientes materiales empleados:

- Agregado fino de la cantera Miranda
- Agregado grueso de la cantera Agrexa
- Cemento Portland Tipo I
- Aditivo Plastificante Plastiment TM-30
- Aditivo Superplastificante Sika Viscocrete SC-50
- Aditivo Superplastificante Sikaplast 700

A continuación, se presentan los siguientes análisis de costos que corresponden a los diseños de mezclas elaborados en la presente investigación.

Tabla 53: Análisis de costo de Vigas de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ diseño Patrón

PARTIDA:	Vigas de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	Unidad:	m^3		
Especificaciones:	Preparado con mezcladora de 9-11 p ³ , vibrador a gasolina de 2.0", 4 HP winche eléctrico cap. 0.15 m ³ /balde y 4.8 HP.				
Cuadrilla:	Preparado y vaciado = 0.2 capataz + 2 operarios + 2 oficiales + 10 peones. Curado = 0.1 capataz + 1 peón.				
Rendimiento:	Preparado y vaciado: 20 m ³ /día. Curado: 40 m ³ /día				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL	SUBTOTAL
MATERIALES					219.40
Agregado grueso	M3	0.3392	36.50	12.38	
Agregado fino	M3	0.3131	22.05	6.90	
Agua	M3	0.1850	1.83	0.34	
Cemento tipo I	BLS	10.9400	15.13	165.52	
Plastiment TM-30	KG	2.3300	1.41	3.29	
Viscocrete SC-50	KG	3.2600	9.50	30.97	
MANO DE OBRA					121.34
Capataz	H-H	0.1000	26.99	2.70	
Operario	H-H	0.8000	20.76	16.61	
Oficial	H-H	0.8000	16.86	13.49	
Peón	H-H	4.2000	15.15	63.63	
Operador de equipo liviano	H-H	1.2000	20.76	24.91	
EQUIPO, HERRAMIENTAS					18.32
Mezcladora de 9-11 P3	HM	0.4000	15.05	6.02	
Vibrador de 2.00", 4 HP	HM	0.4000	5.90	2.36	
Winche eléctrico de 2 tambores	HM	0.4000	15.76	6.30	
Herramientas: 3% M. Obra		0.0300	121.34	3.64	
TOTAL (S/.)					359.06

Elaboración: los autores

Tabla 54: Análisis de costo de Vigas de f'c = 210 kg/cm² diseño con Sikaplast 700

PARTIDA:	Vigas de f'c = 210 kg/cm ²	Unidad:	m ³		
Especificaciones:	Preparado con mezcladora de 9-11 p ³ , vibrador a gasolina de 2.0", 4 HP winche eléctrico cap. 0.15 m ³ /balde y 4.8 HP.				
Cuadrilla:	Preparado y vaciado = 0.2 capataz + 2 operarios + 2 oficiales + 10 peones. Curado = 0.1 capataz + 1 peón.				
Rendimiento:	Preparado y vaciado: 20 m ³ /día. Curado: 40 m ³ /día				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL	SUBTOTAL
MATERIALES					211.25
Agregado grueso	M3	0.3392	36.50	12.38	
Agregado fino	M3	0.3131	22.05	6.90	
Agua	M3	0.1850	1.83	0.34	
Cemento tipo I	BLS	10.9400	15.13	165.52	
Plastiment TM-30	KG	2.3300	1.41	3.29	
Sikaplast 700	KG	3.2600	7.00	22.82	
MANO DE OBRA					121.34
Capataz	H-H	0.1000	26.99	2.70	
Operario	H-H	0.8000	20.76	16.61	
Oficial	H-H	0.8000	16.86	13.49	
Peón	H-H	4.2000	15.15	63.63	
Operador de equipo liviano	H-H	1.2000	20.76	24.91	
EQUIPO, HERRAMIENTAS					18.32
Mezcladora de 9-11 P3	HM	0.4000	15.05	6.02	
Vibrador de 2.00", 4 HP	HM	0.4000	5.90	2.36	
Winche eléctrico de 2 tambores	HM	0.4000	15.76	6.30	
Herramientas: 3% M. Obra		0.0300	121.34	3.64	
TOTAL (S/.)					350.91

Elaboración: los autores

INTERPRETACIÓN: de los datos obtenidos de las Tablas 53 y 54 se interpreta que el costo del metro cúbico de concreto elaborado con aditivo Sikaplast 700 es menor que el concreto elaborado con aditivo Viscocrete SC-50 en **S/. 8.15** obteniendo un ahorro de **2.27%**.

Tabla 55: Análisis de costo de Vigas de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ diseño Patrón

PARTIDA:	Vigas de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	Unidad:	m^3		
Especificaciones:	Preparado con mezcladora de 9-11 p ³ , vibrador a gasolina de 2.0", 4 HP winche eléctrico cap. 0.15 m ³ /balde y 4.8 HP.				
Cuadrilla:	Preparado y vaciado = 0.2 capataz + 2 operarios + 2 oficiales + 10 peones. Curado = 0.1 capataz + 1 peón.				
Rendimiento:	Preparado y vaciado: 20 m ³ /día. Curado: 40 m ³ /día				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL	SUBTOTAL
MATERIALES					229.95
Agregado grueso	M3	0.3412	36.50	12.45	
Agregado fino	M3	0.3026	22.05	6.67	
Agua	M3	0.1850	1.83	0.34	
Cemento tipo I	BLS	11.5300	15.13	174.45	
Plastiment TM-30	KG	2.4500	1.41	3.45	
Viscocrete SC-50	KG	3.4300	9.50	32.59	
MANO DE OBRA					121.34
Capataz	H-H	0.1000	26.99	2.70	
Operario	H-H	0.8000	20.76	16.61	
Oficial	H-H	0.8000	16.86	13.49	
Peón	H-H	4.2000	15.15	63.63	
Operador de equipo liviano	H-H	1.2000	20.76	24.91	
EQUIPO, HERRAMIENTAS					18.32
Mezcladora de 9-11 P3	HM	0.4000	15.05	6.02	
Vibrador de 2.00", 4 HP	HM	0.4000	5.90	2.36	
Winche eléctrico de 2 tambores	HM	0.4000	15.76	6.30	
Herramientas: 3% M. Obra		0.0300	121.34	3.64	
TOTAL (S/.)					369.61

Elaboración: los autores

Tabla 56: Análisis de costo de Vigas de f'c = 280 kg/cm² diseño con Sikaplast 700

PARTIDA:	Vigas de f'c = 280 kg/cm ²	Unidad:	m ³		
Especificaciones:	Preparado con mezcladora de 9-11 p ³ , vibrador a gasolina de 2.0", 4 HP winche eléctrico cap. 0.15 m ³ /balde y 4.8 HP.				
Cuadrilla:	Preparado y vaciado = 0.2 capataz + 2 operarios + 2 oficiales + 10 peones. Curado = 0.1 capataz + 1 peón.				
Rendimiento:	Preparado y vaciado: 20 m ³ /día. Curado: 40 m ³ /día				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL	SUBTOTAL
MATERIALES					221.38
Agregado grueso	M3	0.3412	36.50	12.45	
Agregado fino	M3	0.3026	22.05	6.67	
Agua	M3	0.1850	1.83	0.34	
Cemento tipo I	BLS	11.5300	15.13	174.45	
Plastiment TM-30	KG	2.4500	1.41	3.45	
Sikaplast 700	KG	3.4300	7.00	24.01	
MANO DE OBRA					121.34
Capataz	H-H	0.1000	26.99	2.70	
Operario	H-H	0.8000	20.76	16.61	
Oficial	H-H	0.8000	16.86	13.49	
Peón	H-H	4.2000	15.15	63.63	
Operador de equipo liviano	H-H	1.2000	20.76	24.91	
EQUIPO, HERRAMIENTAS					18.32
Mezcladora de 9-11 P3	HM	0.4000	15.05	6.02	
Vibrador de 2.00", 4 HP	HM	0.4000	5.90	2.36	
Winche eléctrico de 2 tambores	HM	0.4000	15.76	6.30	
Herramientas: 3% M. Obra		0.0300	121.34	3.64	
TOTAL (S/.)					361.04

Elaboración: los autores

INTERPRETACIÓN: de los datos obtenidos de las Tablas 55 y 56 se interpreta que el costo del metro cúbico de concreto elaborado con aditivo Sikaplast 700 es menor que el concreto elaborado con aditivo Viscocrete SC-50 en **S/. 8.57** obteniendo un ahorro de **2.32%**.

Tabla 57: Análisis de costo de Vigas de $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ diseño Patrón

PARTIDA:	Vigas de $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$	Unidad:	m^3		
Especificaciones:	Preparado con mezcladora de 9-11 p ³ , vibrador a gasolina de 2.0", 4 HP winche eléctrico cap. 0.15 m ³ /balde y 4.8 HP.				
Cuadrilla:	Preparado y vaciado = 0.2 capataz + 2 operarios + 2 oficiales + 10 peones. Curado = 0.1 capataz + 1 peón.				
Rendimiento:	Preparado y vaciado: 20 m ³ /día. Curado: 40 m ³ /día				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL	SUBTOTAL
MATERIALES					253.20
Agregado grueso	M3	0.3438	36.50	12.55	
Agregado fino	M3	0.2813	22.05	6.20	
Agua	M3	0.1850	1.83	0.34	
Cemento tipo I	BLS	12.8200	15.13	193.97	
Plastiment TM-30	KG	2.7300	1.41	3.85	
Viscocrete SC-50	KG	3.8200	9.50	36.29	
MANO DE OBRA					121.34
Capataz	H-H	0.1000	26.99	2.70	
Operario	H-H	0.8000	20.76	16.61	
Oficial	H-H	0.8000	16.86	13.49	
Peón	H-H	4.2000	15.15	63.63	
Operador de equipo liviano	H-H	1.2000	20.76	24.91	
EQUIPO, HERRAMIENTAS					18.32
Mezcladora de 9-11 P3	HM	0.4000	15.05	6.02	
Vibrador de 2.00", 4 HP	HM	0.4000	5.90	2.36	
Winche eléctrico de 2 tambores	HM	0.4000	15.76	6.30	
Herramientas: 3% M. Obra		0.0300	121.34	3.64	
TOTAL (S./.)					392.86

Elaboración: los autores

Tabla 58: Análisis de costo de Vigas de f'c = 350 kg/cm² diseño con Sikaplast 700

PARTIDA:	Vigas de f'c = 350 kg/cm ²	Unidad:	m ³		
Especificaciones:	Preparado con mezcladora de 9-11 p ³ , vibrador a gasolina de 2.0", 4 HP winche eléctrico cap. 0.15 m ³ /balde y 4.8 HP.				
Cuadrilla:	Preparado y vaciado = 0.2 capataz + 2 operarios + 2 oficiales + 10 peones. Curado = 0.1 capataz + 1 peón.				
Rendimiento:	Preparado y vaciado: 20 m ³ /día. Curado: 40 m ³ /día				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL	SUBTOTAL
MATERIALES					243.65
Agregado grueso	M3	0.3438	36.50	12.55	
Agregado fino	M3	0.2813	22.05	6.20	
Agua	M3	0.1850	1.83	0.34	
Cemento tipo I	BLS	12.8200	15.13	193.97	
Plastiment TM-30	KG	2.7300	1.41	3.85	
Sikaplast 700	KG	3.8200	7.00	26.74	
MANO DE OBRA					121.34
Capataz	H-H	0.1000	26.99	2.70	
Operario	H-H	0.8000	20.76	16.61	
Oficial	H-H	0.8000	16.86	13.49	
Peón	H-H	4.2000	15.15	63.63	
Operador de equipo liviano	H-H	1.2000	20.76	24.91	
EQUIPO, HERRAMIENTAS					18.32
Mezcladora de 9-11 P3	HM	0.4000	15.05	6.02	
Vibrador de 2.00", 4 HP	HM	0.4000	5.90	2.36	
Winche eléctrico de 2 tambores	HM	0.4000	15.76	6.30	
Herramientas: 3% M. Obra		0.0300	121.34	3.64	
TOTAL (S/.)					383.31

Elaboración: los autores

INTERPRETACIÓN: de los datos obtenidos de las Tablas 55 y 56 se interpreta que el costo del metro cúbico de concreto elaborado con aditivo Sikaplast 700 es menor que el concreto elaborado con aditivo Viscocrete SC-50 en **S/. 9.55** obteniendo un ahorro de **2.43%**.

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN

6.1 Discusión

La presente tesis ha tenido como uno de sus propósitos principales dar a conocer las propiedades físicas y mecánicas del concreto de resistencia acelerada dosificado con aditivo Sikaplast 700, a fin de, determinar qué tan eficiente es este al compararlo con el concreto dosificado con aditivo Viscocrete SC-50. Como parte del proceso del análisis de la investigación, se realizó tomando las siguientes consideraciones: evaluación bajo las mismas condiciones, caracterización del diseño de mezcla utilizando la misma dosificación según la relación agua/cemento a emplear y realización de los ensayos del concreto en estado fresco y endurecido.

Para afirmar o negar la hipótesis se realizaron ensayos del concreto en estado fresco como: asentamiento, contenido de aire, peso unitario, temperatura y tiempo de fraguado para su interpretación; y para el concreto en estado endurecido se realizó el ensayo de resistencia a la compresión. Al finalizar los ensayos se recolectaron los resultados para poder establecer las diferencias que existen entre el concreto dosificado con aditivo Sikaplast 700 y el concreto con aditivo Viscocrete SC-50.

Con el propósito de discutir los resultados de cada ensayo podemos indicar lo siguiente:

En el ensayo de Asentamiento para determinar la pérdida de trabajabilidad, se utilizó el mismo instrumento de medición (Cono de Abrams), lo cual se obtuvo como resultado que el concreto dosificado con aditivo Sikaplast 700 tiene un mayor asentamiento y mantiene la

trabajabilidad en comparación que el concreto dosificado con aditivo Viscocrete SC-50. Por lo tanto, se constató que el concreto con aditivo Sikaplast 700 requiere de una menor cantidad de agua para obtener un mismo asentamiento respecto al concreto dosificado con aditivo Viscocrete SC-50. Estos resultados guardan relación con lo que sostiene Huarcaya (2014) y Mayta (2014), quienes señalan que el aditivo superplastificante es retenedor de trabajabilidad para concreto. Ello es acorde con lo que en este estudio se halla.

Con respecto al contenido de aire, se obtuvo resultados para cada ensayo en los comparativos realizados para cada tipo de diseño de mezcla que aceptan y rechazan la hipótesis alterna planteada. En este caso, debemos considerar que la diferencia que se presenta en los resultados para cada ensayo no es considerable como para inferir que pueda tener un impacto importante en las propiedades del concreto en estado endurecido. Estos resultados guardan relación con lo que sostiene Huarcaya (2014), quien encontró en su respectivo estudio contenidos de aire de 1.5%, 1.6% y 1.9% para las dosis de superplastificante de 0.5%, 1% y 1.5% respectivamente. Ello es acorde con lo que en este estudio se halla.

En el ensayo de peso unitario, se obtuvo como resultado ser más ligero el concreto dosificado con aditivo Sikaplast 700 en comparación con el concreto dosificado con aditivo Viscocrete SC-50. Por lo tanto se constató que el concreto con aditivo Sikaplast 700 tiene mayor rendimiento respecto al concreto dosificado con aditivo Viscocrete SC-50.

Con respecto al ensayo de temperatura del concreto, se obtuvo como resultado tener menos temperatura el concreto dosificado con aditivo Sikaplast 700 en comparación con el concreto dosificado con aditivo Viscocrete SC-50, por lo que se acepta la hipótesis alterna planteada. Asimismo, se denota que ambos resultados en todos los comparativos cumplen con la NTP 339.184 en no superar los 32°C.

En el ensayo de tiempo de fraguado, se obtuvo como resultado que el concreto dosificado con aditivo Sikaplast 700 dispone ligeramente de mayor

tiempo en el tiempo de fraguado inicial y final respecto al concreto dosificado con aditivo Viscocrete SC-50.

Al analizar los resultados de la resistencia a la compresión del concreto de resistencia acelerada, se denota que en los tres comparativos de cada diseño de mezcla (210 kg/cm², 280 kg/cm² y 350 kg/cm²) el concreto dosificado con aditivo Sikaplast 700 presenta mayores resultados en todas las edades analizadas respecto al concreto dosificado con aditivo Viscocrete SC-50. Los diseños de 210 kg/cm², 280 kg/cm² y 350 kg/cm² presentan resistencias de 799 kg/cm², 872 kg/cm² y 1068 kg/cm² a la edad de 28 días respectivamente, garantizando estructuras de calidad.

En el análisis de costo unitario del concreto de resistencia acelerada, se observa que el aditivo Sikaplast 700 tiene menor costo (S/. 2.50 por kilogramo) que el aditivo Viscocrete SC-50, resultando que el metro cúbico de concreto dosificado con aditivo Sikaplast 700 cueste menos que el concreto dosificado con aditivo Viscocrete SC-50, permitiendo que no se incremente el costo del metro cúbico de concreto.

CONCLUSIONES

1. En relación con el primer objetivo de la investigación, evaluar la consistencia del concreto de resistencia acelerada mediante la incorporación del aditivo Sikaplast 700, en el comparativo de 210 kg/cm² el asentamiento inicial del concreto con aditivo Sikaplast 700 es mayor en 4% respecto al concreto con aditivo Viscocrete SC-50, en los comparativos de 280 kg/cm² y 350 kg/cm² el asentamiento inicial es igual, asimismo el concreto con aditivo Sikaplast 700 mantiene el asentamiento por mayor tiempo prolongado respecto al concreto con aditivo Viscocrete SC-50, lo que indica que tiene mayor trabajabilidad. Se acepta la hipótesis de la investigación.
2. En relación con el segundo objetivo de la investigación, analizar el contenido de aire del concreto de resistencia acelerada mediante la incorporación del aditivo Sikaplast 700, el contenido de aire del concreto con aditivo Sikaplast 700 es mayor respecto al concreto con aditivo Viscocrete SC-50 en 5% y 8.3% en los diseños de 210 kg/cm² y 350 kg/cm² respectivamente. En el diseño de 280 kg/cm² el concreto con aditivo Sikaplast 700 es menor en 5.6% respecto al concreto con aditivo Viscocrete SC-50. Se rechaza la hipótesis de la investigación.
3. En relación con el tercer objetivo de la investigación, determinar el peso unitario del concreto de resistencia acelerada mediante la incorporación del aditivo Sikaplast 700, el peso unitario del concreto con aditivo Sikaplast 700 es menor en 0.4%, 0.6% y 0.2% respecto al

concreto con aditivo Viscocrete SC-50 para los comparativos de 210 kg/cm², 280 kg/cm² y 350 kg/cm² respectivamente, lo que indica que el concreto tiene mayor rendimiento por metro cúbico a diferencia del concreto con aditivo Viscocrete SC-50. Se acepta la hipótesis de la investigación.

4. En relación con el cuarto objetivo de la investigación, precisar la temperatura del concreto de resistencia acelerada mediante la incorporación del aditivo Sikaplast 700, la temperatura inicial del concreto con aditivo Sikaplast 700 es menor respecto al concreto con aditivo Viscocrete SC-50 en todos los comparativos (1.5% en 210 kg/cm², 0.4% en 280 kg/cm² y 0.7% en 350kg/cm²), lo que indica que el diseño con aditivo Sikaplast 700 reduce las posibilidades de fisuras por contracción plástica. Se acepta la hipótesis de la investigación.
5. En relación con el quinto objetivo de la investigación, evaluar el tiempo de fraguado del concreto de resistencia acelerada mediante la incorporación del aditivo Sikaplast 700, el tiempo de fraguado final del concreto con aditivo Sikaplast 700 es mayor respecto al concreto con aditivo Viscocrete SC-50 en todos los comparativos (10.9% en 210 kg/cm², 8.8% en 280 kg/cm² y 4.7% en 350kg/cm²). Se acepta la hipótesis de la investigación.
6. En relación con el sexto objetivo de la investigación, determinar la resistencia a la compresión del concreto de resistencia acelerada, la resistencia a la compresión a 24 horas del concreto con aditivo Sikaplast 700 es mayor en los comparativos de 210 kg/cm² (4%), 280 kg/cm² (1.9%) y 350 kg/cm² (4.5%) respecto al concreto con aditivo Viscocrete SC-50. Se acepta la hipótesis de la investigación.
7. En relación con el análisis de costo unitario, se concluye que el concreto con aditivo Sikaplast 700 es menor respecto al concreto con aditivo Viscocrete SC-50 en S/. 8.15, S/. 8.57 y S/. 9.55 en los diseños de 210 kg/cm², 280 kg/cm² y 350 kg/cm² respectivamente. Es importante no olvidar que los diseños de resistencia acelerada

permiten reducir costos de mano de obra, materiales (cemento) y/o tiempo.

RECOMENDACIONES

1. Comprobar, bajo responsabilidad del profesional, los alcances de los diseños elaborados, a través de los ensayos físicos y mecánicos que pueda creer por conveniente, a pesar de haberse hecho un estudio objetivo y coherente en lo que se refiere a la evaluación de la mejora en las propiedades físicas y mecánicas del concreto de resistencia acelerada incorporando el aditivo Sikaplast 700.
2. Aplicar el aditivo Sikaplast 700, según la dosis que se indica en la ficha técnica, puesto que una sobredosis provocaría la separación de los componentes del concreto fresco (agregados y mortero), resultando en una mezcla sin uniformidad.
3. Mantener el concreto en la condición húmeda y a una temperatura favorable, por el periodo de tiempo de sus primeras etapas, a fin de que se desarrollen las propiedades deseadas del material. El curado debe iniciarse inmediatamente después del acabado ya que se necesita del curado para garantizar la continuación de la hidratación y del desarrollo de la resistencia.
4. Formular diseños de mezcla acorde a los requerimientos de asentamiento que se necesitan, con el fin de optimizar el consumo de materiales (agua y cemento).
5. Implementar equipos necesarios, disponibilidad de laboratorio y personal suficiente para realizar los ensayos sin tener ningún tipo de inconveniente que pueda afectar los resultados finales del concreto.

6. Ampliar la presente investigación sometiendo al concreto en estado fresco y endurecido a otros ensayos con la finalidad de poder correlacionar los resultados.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Bibliográficas:

ACI Committee 211.1-91 (2002). *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete*. (1a ed.). Detroit, EE.UU.

ACI Committee 308R (2001). *Guide to Curing Concrete*. (1a ed.). Detroit, EE.UU.

ASTM C 94/C 94M-07 (2007). *Especificaciones normalizadas para el hormigón premezclado*. (1a ed.). Pennsylvania, EE.UU.

ASTM C 494/C 494M-05 (2005). *Especificación Normalizada de Aditivos Químicos para Concreto*. (1a ed.). Pennsylvania, EE.UU.

Corrales J. y Farfán M. (2015). *Análisis comparativo para el diseño de concreto con resistencia acelerada con agregado grueso de $\frac{3}{4}$ " y 1", utilizando aditivos de las marcas Sika, Euco, Chema y Zeta, en la Región Arequipa*. (Tesis para optar título de Ingeniero Civil). Universidad Católica de Santa María. Lima.

Garay L. y Carol Q. (2016). *Estudio del concreto elaborado en los vaciados de techos de vivienda en Lima y evaluación de alternativa de mejora mediante el empleo de aditivo superplastificante (reductor de agua de alto rango)*. (Tesis para optar título de Ingeniero Civil). Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima.

- Hernández C. A. (2005). *Plastificantes para el hormigón*. (Tesis para optar título de Constructor Civil). Universidad Austral de Chile. Valdivia.
- Huarcaya C. (2014). *Comportamiento del asentamiento en el concreto usando aditivo polifuncional Sikament 290N y aditivo superplastificante de alto desempeño Sika Viscoflow 20E*. (Tesis para optar título de Ingeniero Civil). Universidad Ricardo Palma. Lima.
- INDECOPI. *Norma Técnica Peruana NTP 334.009 (2011). Cementos. Cementos Portland. Requisitos*. Lima.
- INDECOPI. *Norma Técnica Peruana NTP 334.088 (2006). Cementos. Aditivos químicos en pastas, morteros y hormigón (concreto). Especificaciones*. Lima.
- INDECOPI. *Norma Técnica Peruana NTP 334.090 (2011). Cementos. Cementos Portland adicionados. Requisitos*. Lima.
- INDECOPI. *Norma Técnica Peruana NTP 339.033 (2009). Concreto. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo*. Lima.
- INDECOPI. *Norma Técnica Peruana NTP 339.034 (2008). Concreto. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas*. Lima.
- INDECOPI. *Norma Técnica Peruana NTP 339.035 (2008). Concreto. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland*. Lima.
- INDECOPI. *Norma Técnica Peruana NTP 339.046 (2008). Concreto. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto*. Lima.
- INDECOPI. *Norma Técnica Peruana NTP 339.077 (2008). Concreto. Método de ensayo normalizado para la exudación del concreto*. Lima.
- INDECOPI. *Norma Técnica Peruana NTP 339.082 (2008). Concreto. Método de ensayo normalizado para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración*. Lima.

- INDECOPI. *Norma Técnica Peruana NTP 339.088 (2006). Concreto. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos.* Lima.
- INDECOPI. *Norma Técnica Peruana NTP 339.183 (2013). Concreto. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio.* Lima.
- INDECOPI. *Norma Técnica Peruana NTP 339.185 (2013). Agregados. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.* Lima.
- INDECOPI. *Norma Técnica Peruana NTP 400.012 (2013). Agregados. Análisis granulométrico fino, grueso y global.* Lima.
- INDECOPI. *Norma Técnica Peruana NTP 400.017 (2011). Agregados. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("peso unitario") y los vacíos en los agregados.* Lima.
- INDECOPI. *Norma Técnica Peruana NTP 400.018 (2002). Agregados. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μm (200) por lavado en agregados.* Lima.
- INDECOPI. *Norma Técnica Peruana NTP 400.021 (2013). Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.* Lima.
- INDECOPI. *Norma Técnica Peruana NTP 400.022 (2013). Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.* Lima.
- INDECOPI. *Norma Técnica Peruana NTP 400.037 (2002). Agregados. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto.* Lima.
- Kosmatka, S., Kerkhoff, B., Panarese, W., & Tanesi, J. (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto* (1a ed.). Illinois, EE.UU.: Portland Cement Association.

Mayta, J. (2014). *Influencia del aditivo superplastificante en el tiempo de fraguado, trabajabilidad y resistencia mecánica del concreto, en la ciudad de Huancayo* (Tesis para optar título de Ingeniero Civil). Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo.

Metha, K., Monteiro, P. (1998). *Concreto: Estructura, propiedades y materiales* (1a ed.). Ciudad de México, México: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto.

Pasquel, E. (1998). *Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú*. Lima, Perú: Autor.

Rivva López, E. (2007). *Diseño de mezclas* (2a ed.). Lima, Perú: Autor.

Rodríguez T. (2008). *Uso del aditivo superplastificante Rheobiuld 1000 y la fibra de polipropileno Fibermesh 300 en edificios con muros de ductilidad limitada aplicada al conjunto habitacional Lomas Caminos del Inca*. (Tesis para optar título de Ingeniero Civil). Universidad Ricardo Palma. Lima.

Samohod, A., (2018). *Separatas y Apuntes de clase*.

Electrónicas:

Alonso, M. (2011). *Comportamiento y compatibilidad de cementos y aditivos superplastificantes basados en policarboxilatos. Efecto de la naturaleza de los cementos y estructura de los aditivos*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid, España. Recuperado de https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/6698/39592_alonso_maria_del_mar.pdf?sequence=1&isAllowed=y

IMCYC. (2007). *El concreto en la obra*. Recuperado de <http://www.imcyc.com/ct2007/nov07/PROBLEMAS.pdf>

Sika Perú S.A. (2016). *Audiolibro Aditivos para Concreto*. Recuperado de https://per.sika.com/es/soluciones-y-productos/mercados_sika/sika-aditivos-concreto/audiolibro-aditivos-para-concreto/audiolibro-tipos-aditivos-concreto.html

ANEXOS

		Página
Anexo 1	Cronograma de actividades	120
Anexo 2	Fraguas de los concretos	121
Anexo 3	Diseños de Mezclas	127
Anexo 4	Certificados de calidad de los insumos	136
Anexo 5	Hojas técnicas de los aditivos	152
Anexo 6	Panel Fotográfico	158
Anexo 7	Certificados de calibración de los equipos de laboratorio	164

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN																																						
TÍTULO DE LA TESIS	EVALUACIÓN DE LA MEJORA DEL ADITIVO SIKPLAST 700 EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA ACCELERADA																																					
DURACIÓN DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	2 MESES																																					
N°	ACTIVIDAD	FECHA																																				
		02/04/2018	03/04/2018	04/04/2018	05/04/2018	07/04/2018	11/04/2018	02/05/2018	03/05/2018	04/05/2018	05/05/2018	05/05/2018	07/05/2018	08/05/2018	09/05/2018	10/05/2018	11/05/2018	12/05/2018	14/05/2018	15/05/2018	16/05/2018	17/05/2018	18/05/2018	19/05/2018	21/05/2018	22/05/2018	23/05/2018	24/05/2018	25/05/2018	26/05/2018	28/05/2018	29/05/2018	30/05/2018	31/05/2018	01/06/2018	02/06/2018		
1	Selección de agregados (Arena y Piedra)																																					
2	Ensayo de Granulometría y malla #200																																					
3	Ensayo de Peso Específico y Absorción																																					
4	Ensayo de Peso Unitario Suelto y Compactado																																					
5	Desarrollo de Diseños de Mezcla según Proyecto de Tesis																																					
6	Ejecución de mezclas de concreto diseño f'c= 210 kg/cm ²																																					
7	Ejecución de mezclas de concreto diseño f'c= 280 kg/cm ²																																					
8	Ejecución de mezclas de concreto diseño f'c= 350 kg/cm ²																																					
9	Ensayos de consistencia del concreto																																					
10	Ensayos de contenido de aire del concreto																																					
11	Ensayos de peso unitario del concreto																																					
12	Ensayo de temperatura del concreto																																					
13	Ensayo de tiempo de fraguado del concreto																																					
14	Ensayo de resistencia a la compresión a 24 horas																																					
15	Ensayo de resistencia a la compresión a 3 días																																					
16	Ensayo de resistencia a la compresión a 7 días																																					
17	Ensayo de resistencia a la compresión a 28 días																																					
18	Análisis e interpretación de los datos																																					

Leyenda:

 Actividad realizada

CURVAS DE FRAGUA DEL CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ H67 A 24 HORAS CON VISCOCRETE SC-50

Fecha : 04/04/2018

Hora Inicio de Mezclado : 11:04

Muestra N° 1						
Diametro aguja (pulg)	Carga	lb/pulg2	Hora	Tiempo Transcurrido	T° Con	T° Amb
1 1/8"	162	162	17:45	06:41	25.3	25.0
13/16"	184	368	18:15	07:11	25.8	25.3
9/16"	150	600	18:35	07:31	25.9	25.3
5/16"	120	1200	18:55	07:51	26.4	25.3
4/16"	100	2000	19:15	08:11	26.6	25.3
3/16"	108	4320	19:45	08:41	27.4	25.1

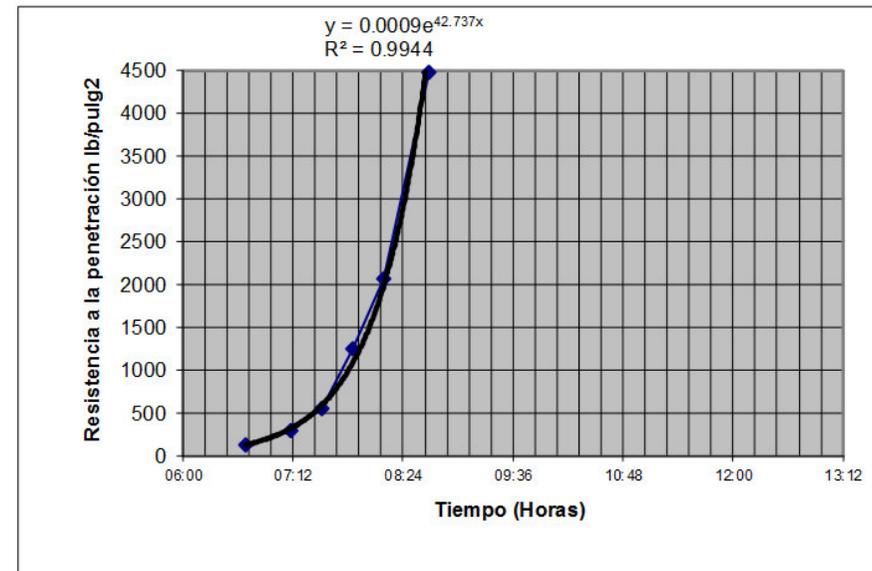
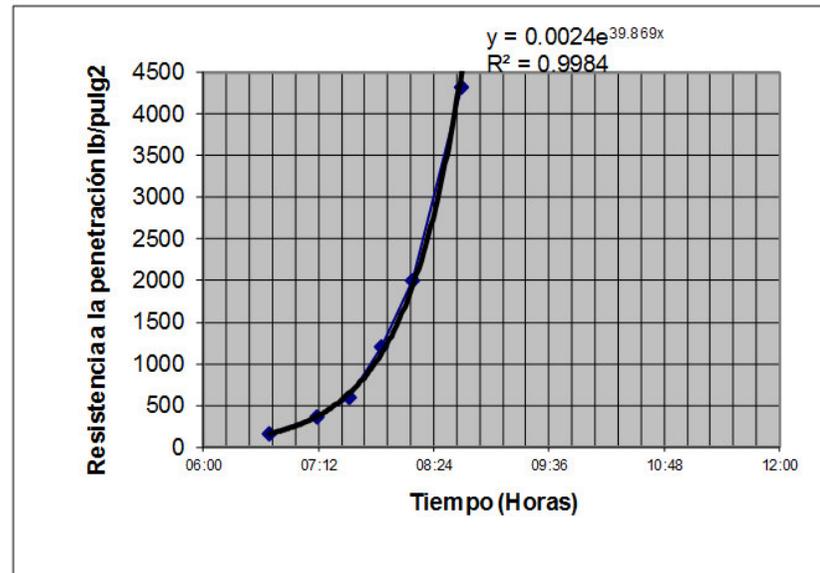
F. Inicial 500 07:22 horas
F. Final 4000 08:37 horas

Fecha : 04/04/2018

Hora Inicio de Mezclado : 11:04

Muestra N° 2						
Diametro aguja (pulg)	Carga	lb/pulg2	Hora	Tiempo Transcurrido	T° Con	T° Amb
1 1/8"	142	142	17:45	06:41	25.3	25.0
13/16"	152	304	18:15	07:11	25.8	25.3
9/16"	138	552	18:35	07:31	25.9	25.3
5/16"	126	1260	18:55	07:51	26.4	25.3
4/16"	104	2080	19:15	08:11	26.6	25.3
3/16"	112	4480	19:45	08:41	27.4	25.1

F. Inicial 500 07:25 horas Promedio 07:24 h:min
F. Final 4000 08:35 horas Promedio 08:36 h:min



CURVAS DE FRAGUA DEL CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ H67 A 24 HORAS CON SIKAPLAST 700

Fecha : 04/04/2018

Hora Inicio de Mezclado : 11:04

Muestra N° 1						
Diametro aguja (pulg)	Carga	lb/pulg2	Hora	Tiempo Transcurrido	T° Con	T° Amb
1 1/8"	102	102	18:25	07:21	25.8	25.3
13/16"	146	292	18:55	07:51	25.8	25.3
9/16"	126	504	19:15	08:11	25.9	25.3
5/16"	118	1180	19:45	08:41	26.3	25.1
4/16"	112	2240	20:15	09:11	26.8	25.0
3/16"	108	4320	20:45	09:41	27.1	24.9

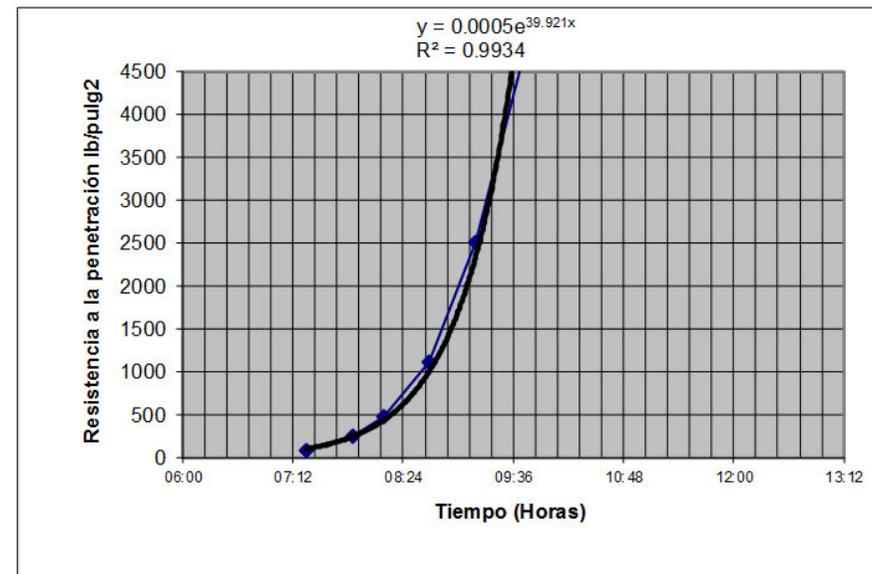
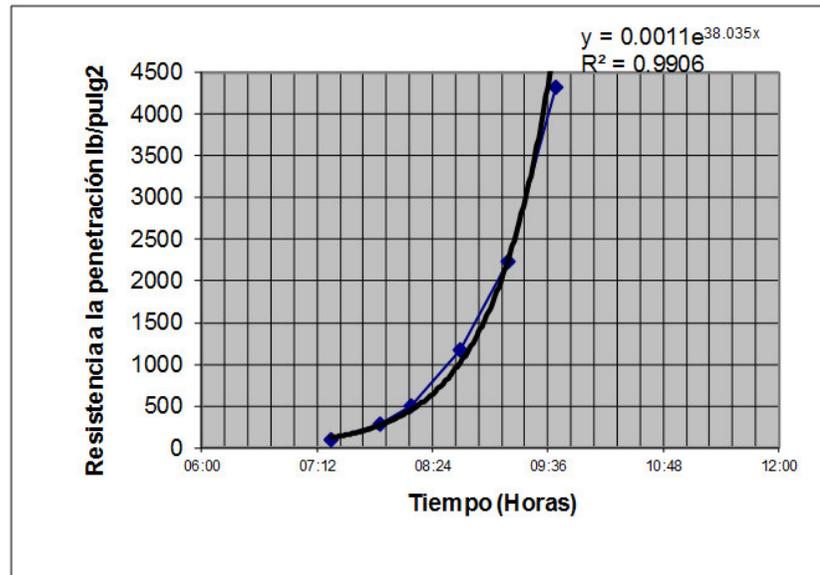
F. Inicial 500 08:13 horas
F. Final 4000 09:31 horas

Fecha : 04/04/2018

Hora Inicio de Mezclado : 11:04

Muestra N° 2						
Diametro aguja (pulg)	Carga	lb/pulg2	Hora	Tiempo Transcurrido	T° Con	T° Amb
1 1/8"	96	96	18:25	07:21	25.8	25.3
13/16"	130	260	18:55	07:51	25.8	25.3
9/16"	120	480	19:15	08:11	25.9	25.3
5/16"	112	1120	19:45	08:41	26.3	25.1
4/16"	126	2520	20:15	09:11	26.8	25.0
3/16"	114	4560	20:45	09:41	27.1	24.9

F. Inicial 500 08:18 horas Promedio 08:15 h:min
F. Final 4000 09:33 horas Promedio 09:32 h:min



CURVAS DE FRAGUA DEL CONCRETO $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ H67 A 24 HORAS CON VISCOCRETE SC-50

Fecha : 04/04/2018

Hora Inicio de Mezclado : 13:43

Muestra N° 1						
Diametro aguja (pulg)	Carga	lb/pulg2	Hora	Tiempo Transcurrido	T° Con	T° Amb
1 1/8"	148	148	20:55	07:12	25.0	24.9
13/16"	118	236	21:15	07:32	25.3	24.6
9/16"	154	616	21:45	08:02	25.6	24.6
5/16"	132	1320	22:15	08:32	26.2	24.6
4/16"	174	3480	22:45	09:02	27.0	24.6
3/16"	144	5760	23:05	09:22	27.4	24.6

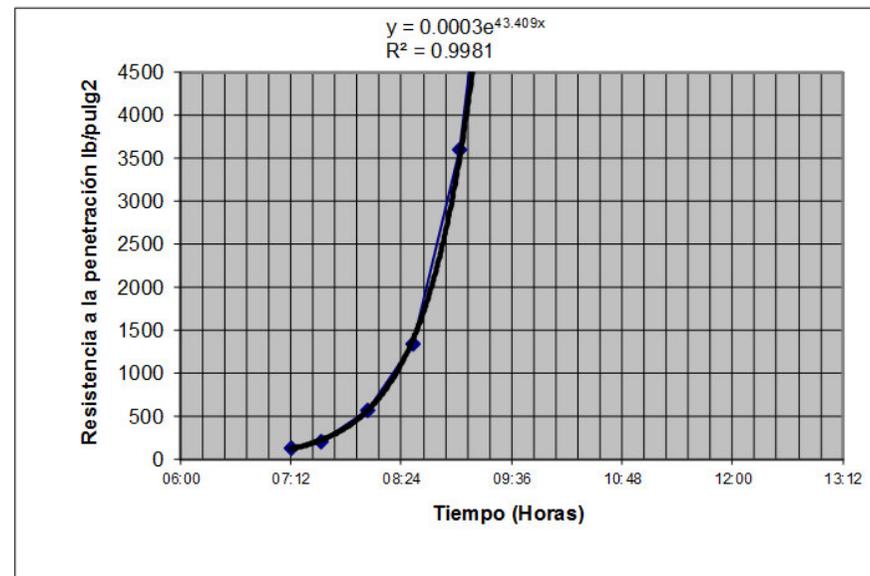
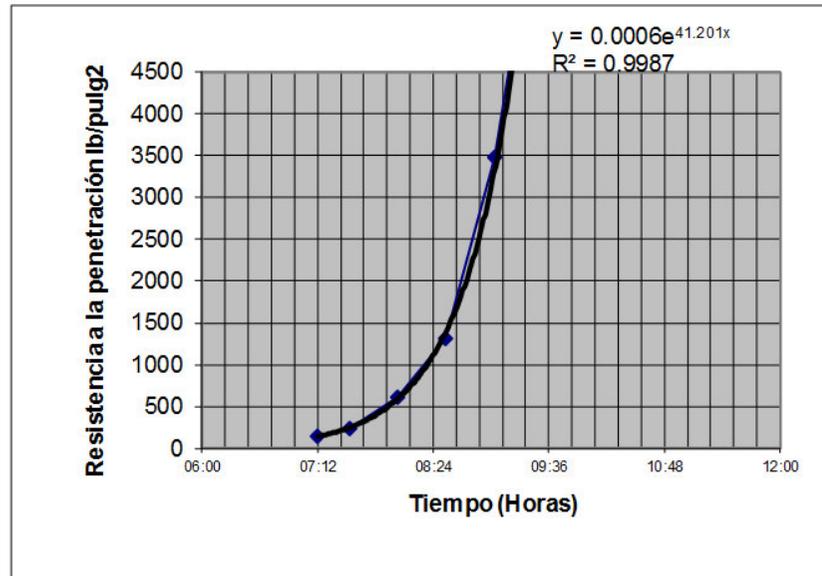
F. Inicial 500 07:56 horas
F. Final 4000 09:09 horas

Fecha : 04/04/2018

Hora Inicio de Mezclado : 13:43

Muestra N° 2						
Diametro aguja (pulg)	Carga	lb/pulg2	Hora	Tiempo Transcurrido	T° Con	T° Amb
1 1/8"	140	140	20:55	07:12	25.0	24.9
13/16"	106	212	21:15	07:32	25.3	24.6
9/16"	142	568	21:45	08:02	25.6	24.6
5/16"	134	1340	22:15	08:32	26.2	24.6
4/16"	180	3600	22:45	09:02	27.0	24.6
3/16"	164	6560	23:05	09:22	27.4	24.6

F. Inicial 500 07:55 horas Promedio 07:55 h:min
F. Final 4000 09:04 horas Promedio 09:06 h:min



CURVAS DE FRAGUA DEL CONCRETO f'c = 280 kg/cm² H67 A 24 HORAS CON SIKAPLAST 700

Fecha : 04/04/2018

Hora Inicio de Mezclado : 13:43

Muestra N° 1						
Diametro aguja (pulg)	Carga	lb/pulg2	Hora	Tiempo Transcurrido	T° Con	T° Amb
1 1/8"	106	106	21:50	08:07	25.1	24.6
13/16"	166	332	22:20	08:37	25.4	24.6
9/16"	168	672	22:40	08:57	25.9	24.6
5/16"	124	1240	23:00	09:17	26.3	24.6
4/16"	100	2000	23:20	09:37	26.6	24.6
3/16"	112	4480	23:50	10:07	27.3	24.5

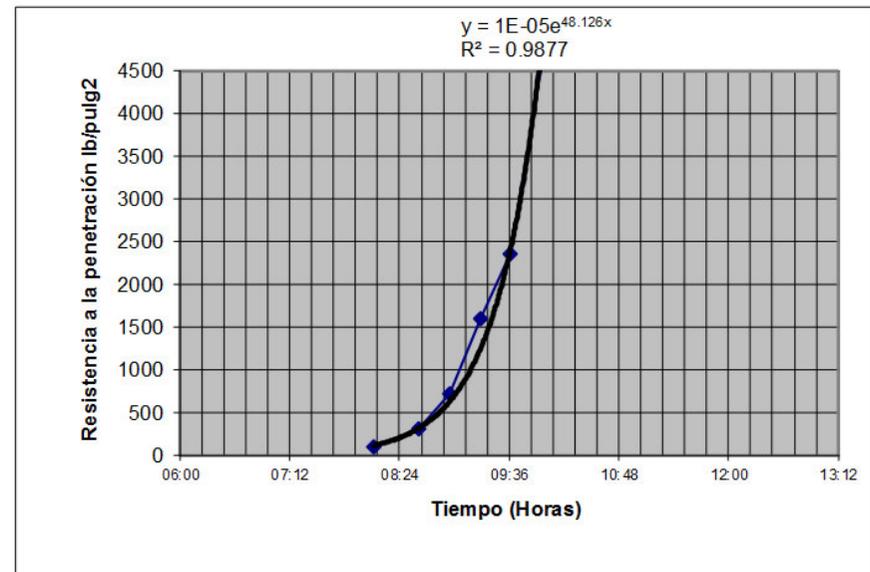
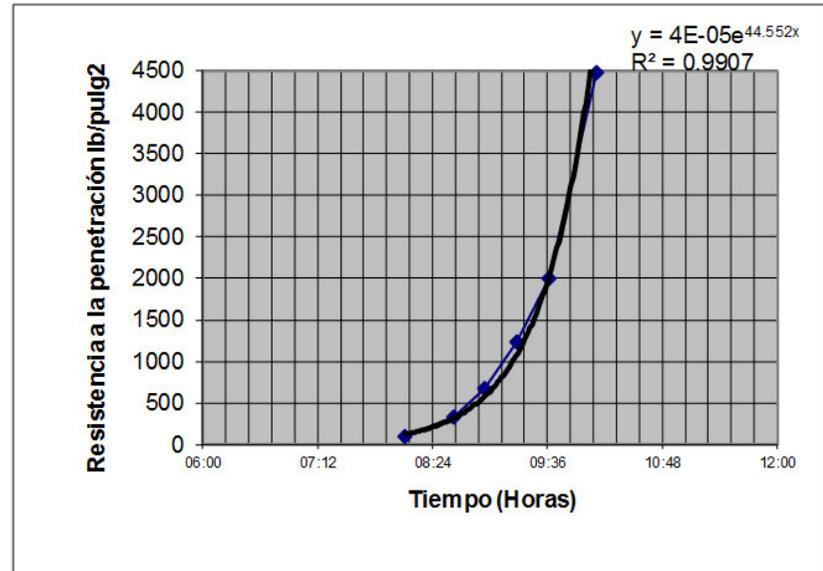
F. Inicial 500 08:48 horas
F. Final 4000 09:55 horas

Fecha : 04/04/2018

Hora Inicio de Mezclado : 13:43

Muestra N° 2						
Diametro aguja (pulg)	Carga	lb/pulg2	Hora	Tiempo Transcurrido	T° Con	T° Amb
1 1/8"	104	104	21:50	08:07	25.1	24.6
13/16"	158	316	22:20	08:37	25.4	24.6
9/16"	180	720	22:40	08:57	25.9	24.6
5/16"	160	1600	23:00	09:17	26.3	24.6
4/16"	118	2360	23:20	09:37	26.6	24.6
3/16"	140	5600	23:50	10:07	27.3	24.5

F. Inicial 500 08:50 horas Promedio **08:49** h:min
F. Final 4000 09:52 horas Promedio **09:54** h:min



CURVAS DE FRAGUA DEL CONCRETO $f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ H67 A 24 HORAS CON VISCOCRETE SC-50

Fecha : 04/04/2018

Hora Inicio de Mezclado : 14:12

Muestra N° 1						
Diametro aguja (pulg)	Carga	lb/pulg2	Hora	Tiempo Transcurrido	T° Con	T° Amb
1 1/8"	104	104	22:33	08:21	25.2	24.6
13/16"	138	276	22:53	08:41	25.6	24.6
9/16"	140	560	23:13	09:01	25.8	24.6
5/16"	162	1620	23:33	09:21	26.5	24.5
4/16"	114	2280	23:53	09:41	26.8	24.6
3/16"	110	4400	00:13	10:01	27.3	24.4

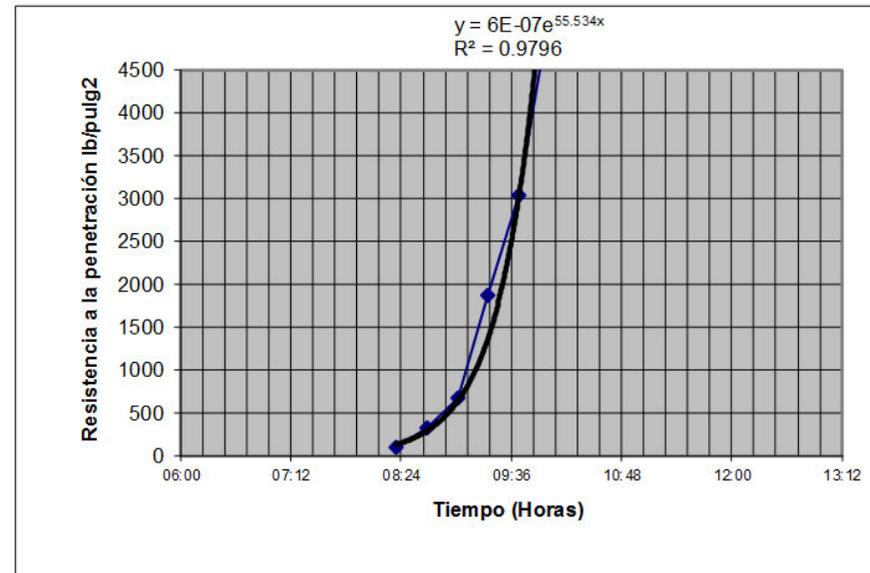
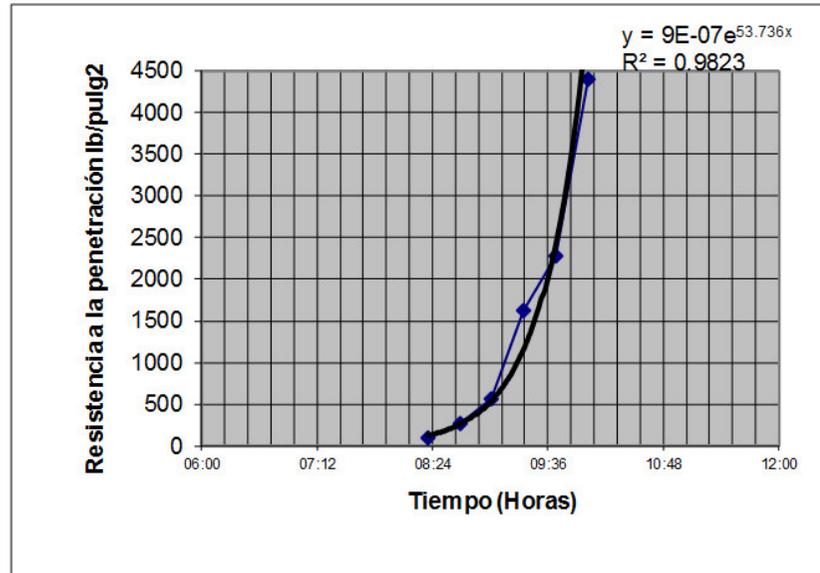
F. Inicial 500 08:59 horas
F. Final 4000 09:55 horas

Fecha : 04/04/2018

Hora Inicio de Mezclado : 14:12

Muestra N° 2						
Diametro aguja (pulg)	Carga	lb/pulg2	Hora	Tiempo Transcurrido	T° Con	T° Amb
1 1/8"	108	108	22:33	08:21	25.2	24.6
13/16"	168	336	22:53	08:41	25.6	24.6
9/16"	170	680	23:13	09:01	25.8	24.6
5/16"	188	1880	23:33	09:21	26.5	24.5
4/16"	152	3040	23:53	09:41	26.8	24.6
3/16"	130	5200	00:13	10:01	27.3	24.4

F. Inicial 500 08:52 horas Promedio 08:56 h:min
F. Final 4000 09:46 horas Promedio 09:50 h:min



CURVAS DE FRAGUA DEL CONCRETO f'c = 350 kg/cm² H67 A 24 HORAS CON SIKAPLAST 700

Fecha : 04/04/2018

Hora Inicio de Mezclado : 14:12

Muestra N° 1						
Diametro aguja (pulg)	Carga	lb/pulg2	Hora	Tiempo Transcurrido	T° Con	T° Amb
1 1/8"	122	122	22:35	08:23	25.0	24.6
13/16"	100	200	22:55	08:43	25.3	24.6
9/16"	134	536	23:25	09:13	25.9	24.6
5/16"	110	1100	23:45	09:33	26.2	24.5
4/16"	118	2360	00:15	10:03	27.1	24.4
3/16"	124	4960	00:45	10:33	27.8	24.4

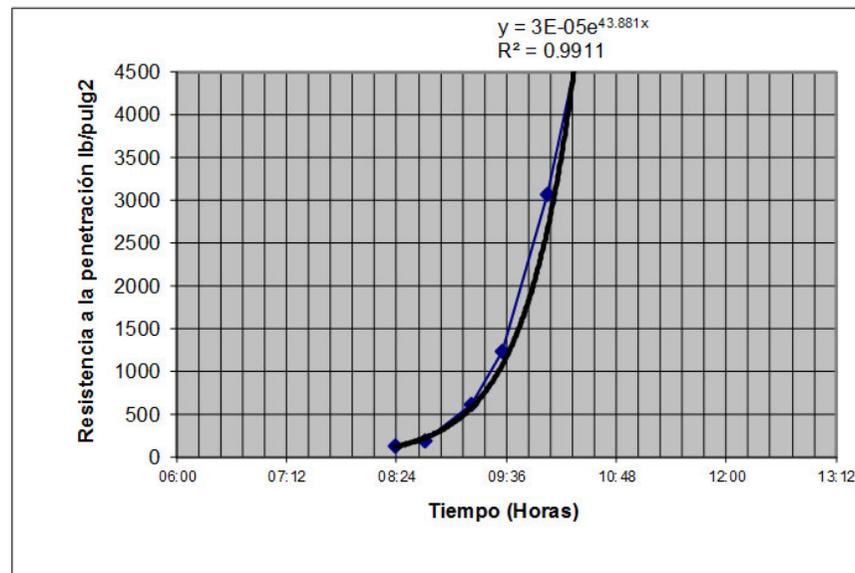
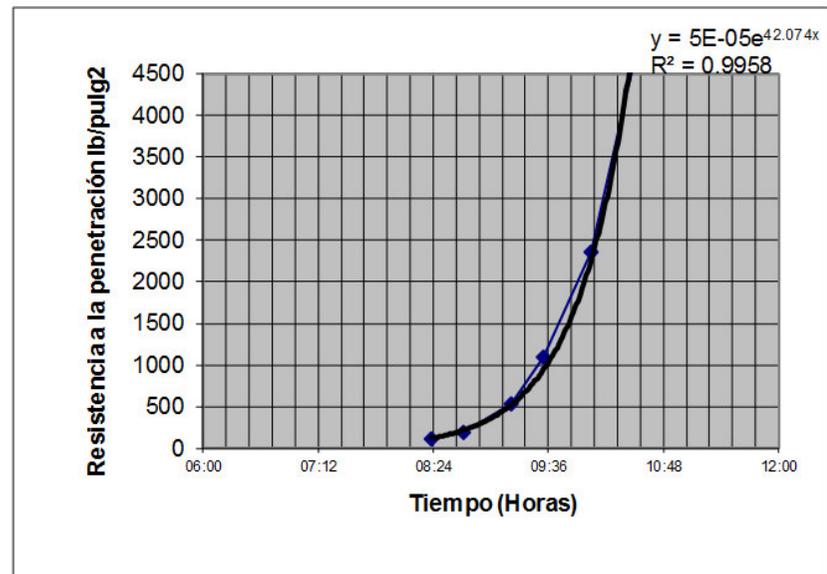
F. Inicial 500 09:11 horas
F. Final 4000 10:22 horas

Fecha : 04/04/2018

Hora Inicio de Mezclado : 14:12

Muestra N° 2						
Diametro aguja (pulg)	Carga	lb/pulg2	Hora	Tiempo Transcurrido	T° Con	T° Amb
1 1/8"	128	128	22:35	08:23	25.0	24.6
13/16"	100	200	22:55	08:43	25.3	24.6
9/16"	154	616	23:25	09:13	25.9	24.6
5/16"	124	1240	23:45	09:33	26.2	24.5
4/16"	154	3080	00:15	10:03	27.1	24.4
3/16"	140	5600	00:45	10:33	27.8	24.4

F. Inicial 500 09:05 horas Promedio **09:08** h:min
F. Final 4000 10:13 horas Promedio **10:18** h:min



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES "LEM"
HOJA DE CÁLCULO PARA DISEÑO DE MEZCLAS

DISEÑO : F'c= 210 H67 A/C 0.40 A 24 HORAS CON ADITIVO VISCOCRETE SC-50

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

DO SIFICACIÓN CEMENTO

FECHA :

04/04/2018

%#200 Arena	4.28
%#200 Piedra H67	2.02

Humedad Arena	0.38	%
Humedad PH	1.11	%

Cementante total	465	kg
Adición	0%	%

R a/ccto	0.40
R a/cte	0.40

M.F. Arena	2.62
M.F. Piedra # 67	6.50
M.F. Global	4.64

Vol. Agregados	0.6523	%
Arena	48.0	%
Piedra # 67	52.0	%

Tipo de Cemento	I
Tipo de Piedra	67

DOSIFICACIONES DE ADITIVOS		P.e. Aditivos	
PLASTIMENT TM30	0.50%	1160	kg/m³
Viscocrete SC 50	0.70%	1190	kg/m³

Volumen abs ag grueso	38.77	%
Voumen mortero	61.23	%
Volumen de pasta	26.78	%
Aporte de agua Arena	-5.94	kg/m³
Aporte de agua Piedra H67	2.11	kg/m³
Compensacion de Agua	-3.83	kg/m³

VOLUMEN DE PRUEBA 0.05 m³

MATERIALES	PROCEDENCIA	P.E. SSS kg/m³	HUM. %	ABS. %	% H-% A	PESO SSS kg/m³	VOL. m³	PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD	TANDA PRUEBA	
									DOSIFICACION	UNIDAD
CEMENTO I	IMPORTADO	3040				465.00	0.1530	465.00	23.25	kg
ADICION	PUZOLANA	2460				0.00	0.0000	0.00	0.00	kg
AGUA	POTABLE	1000				185.00	0.1850	188.83	9.44	L
ARENA	MIRANDA	2670	0.38	1.09	-0.71	835.99	0.3131	830.05	41.50	kg
PIEDRA H	AGREXA H67	2774	1.11	0.89	0.22	940.93	0.3392	943.04	47.15	kg
PLASTIMENT TM30	SIKA	1160				2.33	0.0020	2.33	116.25	gr
Viscocrete SC 50	SIKA	1190				3.26	0.0027	3.26	162.75	gr
AIRE						0.50%	0.0050	0.50%		
TOTAL						2432.50	1.0000	2433	121.63	kg

EN SAYOS A REALIZAR
Temperatura de Materiales
Perdida de trabajabilidad
Peso Unitario
Contenido de Aire
Muestreo de Probetas 4"x8"
Ensayo de Fragua

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES "LEM"
HOJA DE CÁLCULO PARA DISEÑO DE MEZCLAS

DISEÑO : F' C= 210 H67 A/C 0.40 A 24 HORAS CON ADITIVO SIKAPLAST 700

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

DOSIFICACIÓN CEMENTO

FECHA :

04/04/2018

%#200 Arena	4.28	Humedad Arena	0.38	%
%#200 Piedra H67	2.02	Humedad PH	1.11	%
M.F. Arena	2.62	Vol. Agregados	0.6523	
M.F. Piedra # 67	6.50	Arena	48.0	%
M.F. Global	4.64	Piedra # 67	52.0	%

Cementante total	465	kg	R a/cto	0.40
Adición	0%	%	R a/cte	0.40

Tipo de Cemento	I
Tipo de Piedra	67

DOSIFICACIONES DE ADITIVOS		P.e. Aditivos	
PLASTIMENT TM30	0.50%	1160	kg/m³
SIKAPLAST 700	0.70%	1190	kg/m³

Volumen abs ag grueso	38.77	%
Voumen mortero	61.23	%
Volumen de pasta	26.78	%
Aporte de agua Arena	-5.94	kg/m³
Aporte de agua Piedra H67	2.11	kg/m³
Compensacion de Agua	-3.83	kg/m³

VOLUMEN DE PRUEBA 0.05 m³

MATERIALES	PROCEDENCIA	P.E. SSS kg/m³	HUM. %	ABS. %	% H-% A	PESO SSS kg/m³	VOL. m³	PE S O S CORREGIDOS POR HUMEDAD	TANDA PRUEBA	
									DOSIFICACION	UNIDAD
CEMENTO I	IMPORTADO	3040				465.00	0.1530	465.00	23.25	kg
ADICION	PUZOLANA	2460				0.00	0.0000	0.00	0.00	kg
AGUA	POTABLE	1000				185.00	0.1850	188.83	9.44	L
ARENA	MIRANDA	2670	0.38	1.09	-0.71	835.99	0.3131	830.05	41.50	kg
PIEDRA H	AGREXA H67	2774	1.11	0.89	0.22	940.93	0.3392	943.04	47.15	kg
PLA STIMENT TM30	SIKA	1160				2.33	0.0020	2.33	116.25	gr
SIKAPLA ST 700	SIKA	1190				3.26	0.0027	3.26	162.75	gr
AIRE						0.50%	0.0050	0.50%		
TOTAL						2432.50	1.0000	2433	121.63	kg

ENSAYOS A REALIZAR
Temperatura de Materiales
Perdida de trabajabilidad
Peso Unitario
Contenido de Aire
Muestreo de Probetas 4"x8"
Ensayo de Fragua

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES "LEM"
HOJA DE CÁLCULO PARA DISEÑO DE MEZCLAS**

DISEÑO : F'c= 280 H67 A/C 0.38 A 24 HORAS CON ADITIVO VISCOCRETE SC-50

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

DO SIFICACIÓN CEMENTO

FECHA :

04/04/2018

%#200 Arena	4.28	Humedad Arena	0.38	%
%#200 Piedra H67	2.02	Humedad PH	1.11	%
M.F. Arena	2.62	Vol. Agregados	0.6438	
M.F. Piedra # 67	6.50	Arena	47.0	%
M.F. Global	4.68	Piedra # 67	53.0	%

Cementante total	490	kg	R a/ccto	0.38
Adición	0%	%	R a/cte	0.38

Tipo de Cemento	I
Tipo de Piedra	67

DOSIFICACIONES DE ADITIVOS		P.e. Aditivos	
PLASTIMENT TM30	0.50%	1160	kg/m³
VISCOCRETE SC50	0.70%	1190	kg/m³

Volumen abs ag grueso	38.96	%
Voumen mortero	61.04	%
Volumen de pasta	27.78	%
Aporte de agua Arena	-5.74	kg/m³
Aporte de agua Piedra H67	2.12	kg/m³
Compensacion de Agua	-3.62	kg/m³

VOLUMEN DE PRUEBA 0.05 m³

MATERIALES	PROCEDENCIA	P.E. SSS kg/m³	HUM. %	ABS. %	% H-% A	PE SO SSS kg/m³	VOL. m³	PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD	TANDA PRUEBA	
									DOSIFICACION	UNIDAD
CEMENTO I	IMPORTADO	3040				490.00	0.1612	490.00	24.50	kg
ADICION	PUZOLANA	2460				0.00	0.0000	0.00	0.00	kg
AGUA	POTABLE	1000				185.00	0.1850	188.62	9.43	L
ARENA	MIRANDA	2670	0.38	1.09	-0.71	807.93	0.3026	802.20	40.11	kg
PIEDRA H	AGREXA H67	2774	1.11	0.89	0.22	946.56	0.3412	948.68	47.43	kg
PLASTIMENT TM30	SIKA	1160				2.45	0.0021	2.45	122.50	gr
VISCOCRETE SC50	SIKA	1190				3.43	0.0029	3.43	171.50	gr
AIRE						0.50%	0.0050	0.50%		
TOTAL						2435.38	1.0000	2435	121.77	kg

EN SAYOS A REALIZAR
Temperatura de Materiales
Perdida de trabajabilidad
Peso Unitario
Contenido de Aire
Muestreo de Probetas 4"x8"
Ensayo de Fragua

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES "LEM"
HOJA DE CÁLCULO PARA DISEÑO DE MEZCLAS

DISEÑO : F' C= 280 H67 A/C 0.38 A 24 HORAS CON ADITIVO SIKAPLAST 700

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

DO SIFICACIÓN CEMENTO

FECHA :

04/04/2018

%#200 Arena	4.28
%#200 Piedra H67	2.02

Humedad Arena	0.38	%
Humedad PH	1.11	%

Cementante total	490	kg
Adición	0%	%

R a/cto	0.38
R a/cte	0.38

M.F. Arena	2.62
M.F. Piedra # 67	6.50
M.F. Global	4.68

Vol. Agregados	0.6438	
Arena	47.0	%
Piedra # 67	53.0	%

Tipo de Cemento	I
Tipo de Piedra	67

DOSIFICACIONES DE ADITIVOS		P.e. Aditivos	
PLASTIMENT TM30	0.50%	1160	kg/m³
SIKAPLAST 700	0.70%	1190	kg/m³

Volumen abs ag grueso	38.96	%
Voumen mortero	61.04	%
Volumen de pasta	27.78	%
Aporte de agua Arena	-5.74	kg/m³
Aporte de agua Piedra H67	2.12	kg/m³
Compensacion de Agua	-3.62	kg/m³

VOLUMEN DE PRUEBA 0.05 m³

MATERIALES	PROCEDENCIA	P.E. SSS kg/m³	HUM. %	ABS. %	% H.% A	PE SO SSS kg/m³	VOL. m³	PE SOS CORREGIDOS POR HUMEDAD	TANDA PRUEBA	
									DOSIFICACION	UNIDAD
CEMENTO I	IMPORTADO	3040				490.00	0.1612	490.00	24.50	kg
ADICION	PUZOLANA	2460				0.00	0.0000	0.00	0.00	kg
AGUA	POTABLE	1000				185.00	0.1850	188.62	9.43	L
ARENA	MIRANDA	2670	0.38	1.09	-0.71	807.93	0.3026	802.20	40.11	kg
PIEDRA H	AGREXA H67	2774	1.11	0.89	0.22	946.56	0.3412	948.68	47.43	kg
PLA STIMENT TM30	SIKA	1160				2.45	0.0021	2.45	122.50	gr
SIKAPLA ST 700	SIKA	1190				3.43	0.0029	3.43	171.50	gr
AIRE						0.50%	0.0050	0.50%		
TOTAL						2435.38	1.0000	2435	121.77	kg

ENSAYOS A REALIZAR
Temperatura de Materiales
Perdida de trabajabilidad
Peso Unitario
Contenido de Aire
Muestreo de Probetas 4"x8"
Ensayo de Fragua

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES "LEM"
HOJA DE CÁLCULO PARA DISEÑO DE MEZCLAS

DISEÑO : F' C= 350 H67 A/C 0.34 A 24 HORAS CON ADITIVO VISCOCRETE SC-50

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

DO SIFICACIÓN CEMENTO

FECHA :

04/04/2018

%#200 Arena	4.28
%#200 Piedra H67	2.02

Humedad Arena	0.38	%
Humedad PH	1.11	%

Cementante total	545	kg
Adición	0%	%

R a/cto	0.34
R a/cte	0.34

M.F. Arena	2.62
M.F. Piedra # 67	6.50
M.F. Global	4.75

Vol. Agregados	0.6247	%
Arena	45.0	%
Piedra # 67	55.0	%

Tipo de Cemento	I
Tipo de Piedra	67

DOSIFICACIONES DE ADITIVOS		P.e. Aditivos	
PLASTIMENT TM30	0.50%	1160	kg/m³
VISCOCRETE SC50	0.80%	1190	kg/m³

Volumen abs ag grueso	39.16	%
Voumen mortero	60.84	%
Volumen de pasta	30.00	%
Aporte de agua Arena	-5.33	kg/m³
Aporte de agua Piedra H67	2.13	kg/m³
Compensacion de Agua	-3.20	kg/m³

VOLUMEN DE PRUEBA 0.05 m³

MATERIALES	PROCEDENCIA	P.E. SSS kg/m³	HUM. %	ABS. %	% H.% A	PE SO SSS kg/m³	VOL. m³	PE SOS CORREGIDOS POR HUMEDAD	TANDA PRUEBA	
									DOSIFICACION	UNIDAD
CEMENTO I	IMPORTADO	3040				545.00	0.1793	545.00	27.25	kg
ADICION	PUZOLANA	2460				0.00	0.0000	0.00	0.00	kg
AGUA	POTABLE	1000				185.00	0.1850	188.20	9.41	L
ARENA	MIRANDA	2670	0.38	1.09	-0.71	750.59	0.2811	745.26	37.26	kg
PIEDRA H	AGREXA H67	2774	1.11	0.89	0.22	953.12	0.3436	955.26	47.76	kg
PLA STIMENT TM30	SIKA	1160				2.73	0.0023	2.73	136.25	gr
VISCOCRETE SC50	SIKA	1190				4.36	0.0037	4.36	218.00	gr
AIRE						0.50%	0.0050	0.50%		
TOTAL						2440.80	1.0000	2441	122.04	kg

ENSAYOS A REALIZAR
Temperatura de Materiales
Perdida de trabajabilidad
Peso Unitario
Contenido de Aire
Muestreo de Probetas 4"x8"
Ensayo de Fragua

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES "LEM"
HOJA DE CÁLCULO PARA DISEÑO DE MEZCLAS

DISEÑO : F'c= 350 H67 A/C 0.34 A 24 HORAS CON ADITIVO SIKAPLAST 700

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

DOSIFICACION CEMENTO

FECHA :

04/04/2018

%#200 Arena	4.28
%#200 Piedra H67	2.02

Humedad Arena	0.38	%
Humedad PH	1.11	%

Cementante total	545	kg
Adición	0%	%

R a/cto	0.34
R a/cte	0.34

M.F. Arena	2.62
M.F. Piedra # 67	6.50
M.F. Global	4.75

Vol. Agregados	0.6247	
Arena	45.0	%
Piedra # 67	55.0	%

Tipo de Cemento	I
Tipo de Piedra	67

DOSIFICACIONES DE ADITIVOS		P.e. Aditivos	
PLASTIMENT TM30	0.50%	1160	kg/m³
SIKAPLAST 700	0.80%	1190	kg/m³

Volumen abs ag grueso	39.16	%
Voumen mortero	60.84	%
Volumen de pasta	30.00	%
Aporte de agua Arena	-5.33	kg/m³
Aporte de agua Piedra H67	2.13	kg/m³
Compensacion de Agua	-3.20	kg/m³

VOLUMEN DE PRUEBA 0.05 m³

MATERIALES	PROCEDENCIA	P.E. SSS kg/m³	HUM. %	ABS. %	% H-% A	PESO SSS kg/m³	VOL. m³	PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD	TANDA PRUEBA	
									DOSIFICACION	UNIDAD
CEMENTO I	IMPORTADO	3040				545.00	0.1793	545.00	27.25	kg
ADICION	PUZOLANA	2460				0.00	0.0000	0.00	0.00	kg
AGUA	POTABLE	1000				185.00	0.1850	188.20	9.41	L
ARENA	MIRANDA	2670	0.38	1.09	-0.71	750.59	0.2811	745.26	37.26	kg
PIEDRA H	AGREXA H67	2774	1.11	0.89	0.22	953.12	0.3436	955.26	47.76	kg
PLA STIMENT TM30	SIKA	1160				2.73	0.0023	2.73	136.25	gr
SIKAPLA ST 700	SIKA	1190				4.36	0.0037	4.36	218.00	gr
AIRE						0.50%	0.0050	0.50%		
TOTAL						2440.80	1.0000	2441	122.04	kg

ENSAYOS A REALIZAR
Temperatura de Materiales
Perdida de trabajabilidad
Peso Unitario
Contenido de Aire
Muestreo de Probetas 4"x8"
Ensayo de Fragua

ENSAYOS DE CONTROL F'c= 210 H67 A/C 0.40 A 24 HORAS CON ADITIVO VISCOCRETE SC-50

CONTROL DE CALIDAD		DATOS PESO UNITARIO			PERDIDA DE TRABAJABILIDAD						RESISTENCIA A LA COMPRESION						
Inicio Mezclado	11:04	hh:mm	Tara	3.27	Kg	Tiempo (min)	Hora (hh:mm)	Slump (pulg)	Slump (cm)	TC (°C)	TA (°C)	HR (%)	Edad (días)	Diam (cm)	Carga (Kg)	Fc (Kg/cm2)	Fc prom.(Kg/cm2)
Fin Mezclado	11:14	hh:mm	Volumen	0.00703	m3		11:15		24.5	27.1	23.9	67.6	1		25499	319.00	324.00
Probetas 4"x8"	12	Und	Tara+Concreto	20.27	kg		12:15		24.5	26.7	24.2	68.5	3		26372	330.00	
Vigas		Und	P.U. Real	2418	kg/m3		13:15		21	25.5	24.5	63.9	3		25790	322.00	
Fragua Inicial	07:24	hh:mm	% de Aire	2.0	%		14:15		16	25	24.8	63.1	7		42436	531.00	520.00
Fragua Final	08:36	hh:mm	P.U.Teórico	2432.5	kg/m3		15:15		6	24.2	25.4	66.7	7		42136	527.00	
			Rendimiento	1.01									7		40219	503.00	
													28		49860	625.00	762.00
													28		49809	624.00	
													28		49217	619.00	
													28		57924	729.00	
															63471	797.00	
															60677	761.00	

ENSAYOS DE CONTROL F'c= 210 H67 A/C 0.40 A 24 HORAS CON ADITIVO SIKAPLAST 700

CONTROL DE CALIDAD		DATOS PESO UNITARIO			PERDIDA DE TRABAJABILIDAD						RESISTENCIA A LA COMPRESION						
Inicio Mezclado	11:04	hh:mm	Tara	3.27	Kg	Tiempo (min)	Hora (hh:mm)	Slump (pulg)	Slump (cm)	TC (°C)	TA (°C)	HR (%)	Edad (días)	Diam (cm)	Carga (Kg)	Fc (Kg/cm2)	Fc prom.(Kg/cm2)
Fin Mezclado	11:14	hh:mm	Volumen	0.00703	m3		11:15		25.5	26.7	23.9	67.6	1		26469	331.00	337.00
Probetas 4"x8"	12	Und	Tara+Concreto	20.2	kg		12:15		25.5	26.9	24.2	68.5	3		27442	343.00	
Vigas		Und	P.U. Real	2408	kg/m3		13:15		26	25.6	24.5	62.7	3		26897	336.00	
Fragua Inicial	08:15	hh:mm	% de Aire	2.1	%		14:15		24	25.3	24.8	63.1	7		41035	514.00	528.00
Fragua Final	09:32	hh:mm	P.U.Teórico	2432.5	kg/m3		15:15		17	24.8	25.4	66.8	7		43258	542.00	
			Rendimiento	1.01									7		42131	528.00	
													28		50261	629.00	632.00
													28		50122	629.00	
													28		50831	637.00	
													28		62030	775.00	
															65155	815.00	799.00
															64433	808.00	

ENSAYOS DE CONTROL F'c= 280 H67 A/C 0.38 A 24 HORAS CON ADITIVO VISCOCRETE SC-50

CONTROL DE CALIDAD		DATOS PESO UNITARIO			PERDIDA DE TRABAJABILIDAD						RESISTENCIA A LA COMPRESION						
Inicio Mezclado	13:43	hh:mm	Tara	3.27	Kg	Tiempo (min)	Hora (hh:mm)	Slump (pulg)	Slump (cm)	TC (°C)	TA (°C)	HR (%)	Edad (días)	Diam (cm)	Carga (Kg)	f _c (Kg/cm ²)	f _c prom.(Kg/cm ²)
Fin Mezclado	13:53	hh:mm	Volumen	0.00703	m ³		14:00		26.5	27.8	24.7	64.9	1		30060	376.00	365.00
Probetas 4"x8"	12	Und	Tara+Concreto	20.46	kg		15:00		26	26.8	25.2	65.0	3		28621	358.00	
Vigas		Und	P.U. Real	2445	kg/m ³		16:00		25	26.2	25.5	61.7	3		28698	360.00	
Fragua Inicial	07:55	hh:mm	% de Aire	1.8	%		17:00		23	25.6	25.7	59.6	7		45609	571.00	564.00
Fragua Final	09:06	hh:mm	P.U. Teórico	2435.4	kg/m ³		18:00		19	25.2	25.4	54.8	7		43200	543.00	
			Rendimiento	1.00									7		46251	579.00	
													28		50799	637.00	666.00
													28		55519	698.00	
													28		53020	664.00	
													28		65701	824.00	816.00
													28		65135	813.00	
													28		61164	813.00	

ENSAYOS DE CONTROL F'c= 280 H67 A/C 0.38 A 24 HORAS CON ADITIVO SIKAPLAST 700

CONTROL DE CALIDAD		DATOS PESO UNITARIO			PERDIDA DE TRABAJABILIDAD						RESISTENCIA A LA COMPRESION						
Inicio Mezclado	13:43	hh:mm	Tara	3.27	Kg	Tiempo (min)	Hora (hh:mm)	Slump (pulg)	Slump (cm)	TC (°C)	TA (°C)	HR (%)	Edad (días)	Diam (cm)	Carga (Kg)	f _c (Kg/cm ²)	f _c prom.(Kg/cm ²)
Fin Mezclado	13:53	hh:mm	Volumen	0.00703	m ³		14:00		26.5	27.7	24.2	64.9	1		29946	375.00	372.00
Probetas 4"x8"	12	Und	Tara+Concreto	20.36	kg		15:00		26.5	26.8	25.2	65.2	3		29597	370.00	
Vigas		Und	P.U. Real	2431	kg/m ³		16:00		26.5	26	25.6	62.7	3		29720	372.00	
Fragua Inicial	08:49	hh:mm	% de Aire	1.7	%		17:00		26	25.8	29.7	59.7	7		46202	578.00	599.00
Fragua Final	09:54	hh:mm	P.U. Teórico	2435.4	kg/m ³		18:00		22.5	25.3	25.4	55	7		48153	603.00	
			Rendimiento	1.00									7		49396	617.00	
													28		59855	749.00	721.00
													28		52127	657.00	
													28		60420	756.00	
													28		67403	844.00	872.00
													28		72096	905.00	
													28		69546	868.00	

ENSAYOS DE CONTROL F'C= 350 H67 A/C 0.34 A 24 HORAS CON ADITIVO VISCOCRETE SC-50

CONTROL DE CALIDAD		DATOS PESO UNITARIO			PERDIDA DE TRABAJABILIDAD						RESISTENCIA A LA COMPRESION						
Inicio Mezclado	14:12	hh:mm	Tara	3.27	Kg	Tiempo (min)	Hora (hh:mm)	Slump (pulg)	Slump (cm)	TC (°C)	TA (°C)	HR (%)	Edad (días)	Diam (cm)	Carga (Kg)	f _c (Kg/cm ²)	f _c prom.(Kg/cm ²)
Fin Mezclado	14:27	hh:mm	Volumen	0.00703	m ³		14:45		28	27.8	25.0	65.3	1		38302	478.00	462.00
Probetas 4"x8"	12	Und	Tara+Concreto	20.69	kg		15:45		27.5	27.2	25.4	61.4	3		36016	451.00	
Vigas		Und	P.U. Real	2482	kg/m ³		16:45		27.5	26.4	25.07	58.3	3		36321	457.00	
Fragua Inicial	08:56	hh:mm	% de Aire	1.2	%		17:45		27.5	26.1	25.5	56.3	7		53173	666.00	676.00
Fragua Final	09:50	hh:mm	P.U. Teórico	2440.8	kg/m ³		18:45		27.5	24.9	25.3	56.6	7		52760	662.00	
			Rendimiento	0.98									7		56000	701.00	
													28		64283	806.00	791.00
													28		63365	793.00	
													28		61940	775.00	
													28		81001	1010.00	1009.00
													28		80771	1008.00	
													28		80939	1010.00	

ENSAYOS DE CONTROL F'C= 350 H67 A/C 0.34 A 24 HORAS CON ADITIVO SIKAPLAST 700

CONTROL DE CALIDAD		DATOS PESO UNITARIO			PERDIDA DE TRABAJABILIDAD						RESISTENCIA A LA COMPRESION						
Inicio Mezclado	14:12	hh:mm	Tara	3.27	Kg	Tiempo (min)	Hora (hh:mm)	Slump (pulg)	Slump (cm)	TC (°C)	TA (°C)	HR (%)	Edad (días)	Diam (cm)	Carga (Kg)	f _c (Kg/cm ²)	f _c prom.(Kg/cm ²)
Fin Mezclado	14:27	hh:mm	Volumen	0.00703	m ³		14:55		28.0	27.6	25.1	65.0	1		39507	495.00	484.00
Probetas 4"x8"	12	Und	Tara+Concreto	20.69	kg		15:55		27.5	26.8	25.4	61.4	3		37306	474.00	
Vigas		Und	P.U. Real	2478	kg/m ³		16:55		27.5	26	25.7	58.4	3		38609	483.00	
Fragua Inicial	09:08	hh:mm	% de Aire	1.3	%		17:55		27.5	25.7	25.5	56.1	7		58370	733.00	725.00
Fragua Final	10:18	hh:mm	P.U. Teórico	2440.8	kg/m ³		18:55		27.5	25.2	25.3	56.6	7		56439	713.00	
			Rendimiento	0.99									7		58107	731.00	
													28		69058	864.00	875.00
													28		72518	908.00	
													28		68154	854.00	
													28		88045	1098.00	1068.00
													28		85298	1064.00	
													28		83689	1044.00	



INFORME DE ENSAYO ICP/INF-063/2018

SOLICITANTE:	MIXERCON S.A.
DOMICILIO:	Atención: Ing. José Viacava Carretera Panamericana Sur Km. 17.5 Mza. C lote 4 Asociación La Concordia Villa El Salvador 616-9719
TELÉFONO / FAX:	
SERVICIO SOLICITADO:	Análisis químico en 01 (una) muestra acuosa.
REFERENCIA:	ICP/PRO-043/2018.
PROCEDENCIA:	Purga baja de caldera.
MUESTREO:	Realizado por el solicitante.
FECHA:	2018-03-26.

1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Fue recibida 01 (una) muestra de agua para la determinación de los ítems establecidos en la referencia.

Código solicitante	Fecha	Hora	Código ICP PUCP 2018AQ
AGUA DE PRODUCCIÓN ZONA SUR-MIXERCON	2018-03-12	07:00	0304

2. FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:

2018-03-12.

3. FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS:

2018-03-16 a 2018-03-26.

4. MÉTODOS DE ENSAYO

- Determinación de pH: Método electrométrico basado en SM 4500 H⁺.
 - Determinación de sólidos totales en suspensión: Método gravimétrico basado en SM 2540 D.
 - Determinación de sólidos totales disueltos: Método gravimétrico basado en SM 2540 C.
 - Determinación de alcalinidad total: Método titrimétrico basado en SM 2320 B.
 - Determinación de cloruro: Método titrimétrico basado en SM 4500 Cl⁻ B.
 - Determinación de sulfato: Método turbidimétrico basado en HACH 8051.
 - Determinación de materia orgánica: Método colorimétrico basado en SM 5220 D.
- SM: Standard Methods for Examination of Water & Wastewater APHA-AWWA-WEF, Ed 22^{na}-2012.*

5. RESULTADOS

ANÁLISIS DE MUESTRAS DE AGUA		
Código de muestra	Código solicitante	AGUA DE PRODUCCIÓN ZONA SUR-MIXERCON
	Código ICP-PUCP 2018AQ	0304
Parámetros	Unidades	Resultados
pH	-----	8,009
Sólidos totales en suspensión	mg/L	2
Sólidos totales disueltos	mg/L	2259
Alcalinidad total	mg CaCO ₃ / L	206,4
Cloruro	mg/L	484
Sulfato	mg/L	305
Materia orgánica	mg/L	22

Los resultados obtenidos son aplicables únicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s).





ICP INSTITUTO DE
CORROSION Y
PROTECCION

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

INFORME DE ENSAYO ICP/INF-063/2018

6. OBSERVACIONES

Los resultados reportados son promedios de dos réplicas, excepto el de pH que es promedio de tres réplicas.

EL PRESENTE INFORME DE ENSAYO CONSTA DE 02 (DOS) PÁGINAS DE TEXTO.

Ing. Ilse Eliana Acosta Sulcahuamán.
Jefe (e) del Laboratorio de Análisis Químico e Instrumental.
Instituto de Corrosión y Protección (ICP PUCP).

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
Instituto de Corrosión y Protección

Isabel Díaz Tamayo
Prof. ISABEL DIAZ TAMAYO
Directora



AB-122398

2 de 2



INFORME DE ENSAYO ICP/INF-059/2018

SOLICITANTE:	MIXERCON S.A.
DOMICILIO:	Atención: Ing. José Viacava Carretera Panamericana Sur Km. 17.5 Mza. C lote 4 Asociación La Concordia Villa El Salvador 616-9719
TELÉFONO / FAX:	
SERVICIO SOLICITADO:	Análisis químico en 01 (una) muestra sólida.
REFERENCIA:	ICP/PRO-043/2018.
MUESTREO:	Realizado por el solicitante.
FECHA:	2018-03-26.

1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Fue recibida 01 (una) muestra de agregado para la determinación de los ítems establecidos en la referencia.

Código solicitante	Código ICP PUCP 2018AQ
AF. CANTERA MIRANDA	0301

2. FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:

2018-03-12.

3. FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS:

2018-03-16 a 2018-03-26.

4. MÉTODOS DE ENSAYO

- Determinación de cloruro soluble: Método titrimétrico basado en ASTM D1411-09.
- Determinación de sulfato soluble: Método turbidimétrico basado en HACH 8051.
- Determinación de sales solubles totales: Método gravimétrico basado en SM 2540 C.

SM: Standard Methods for Examination of Water & Wastewater APHA-AWWA-WEF, Ed 22^{ra}-2012.

5. RESULTADOS

ANÁLISIS DE MUESTRA DE AGREGADO		
Código de muestra	Código solicitante	AF. CANTERA MIRANDA
	Código ICP-PUCP 2018AQ	0301
Parámetros	Unidades	Resultados
Cloruro soluble	mg/Kg	324
Sulfato soluble	mg/Kg	158
Sales solubles totales	mg/Kg	1140

Los resultados obtenidos son aplicables únicamente a la(s) muestra(s) ensavada(s).

6. OBSERVACIONES

Los resultados reportados son promedios de dos réplicas.

EL PRESENTE INFORME DE ENSAYO CONSTA DE 01 (UNA) PÁGINA DE TEXTO.

Ing. Ilse Eliana Acosta Sulcahuamán,
Jefe (e) del Laboratorio de Análisis Químico e Instrumental,
Instituto de Corrosión y Protección (ICP PUCP).

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
Instituto de Corrosión y Protección

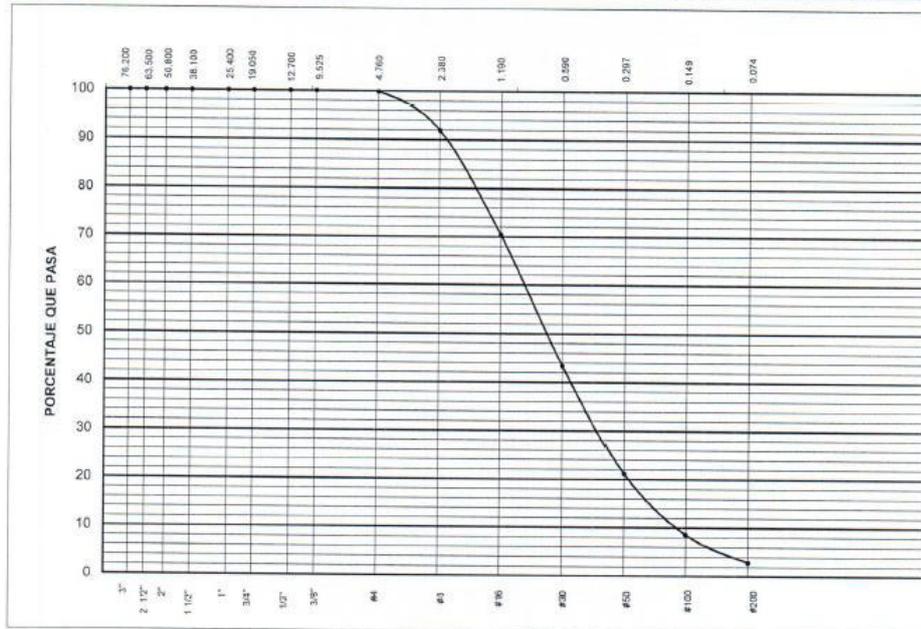
SABEL DIAZ TANG
Prof. SABEL DIAZ TANG
Directora **1 de 1**



AB-12275

PROPIEDADES FÍSICAS DE AGREGADOS
ASTM C-136

Solicitante : MIXERCON S.A.	Expediente : 18-070
Proyecto : CONTROL DE CALIDAD	Fecha : 26-Mar-2018
Muestra : AF. CANTERA MIRANDA	



Huso ASTM N° (para agregados gruesos) : -----	Peso Especifico de la Masa (Bulk) : 2.59 g/cm³																																				
Tamaño Máximo : 9.53 mm	Peso Bulk Superficialmente Seco : 2.62 g/cm³																																				
Tamaño Máximo Nominal : -----	Peso Especifico Aparente : 2.65 g/cm³																																				
Módulo de Fineza : 2.65	Humedad de Absorción : 0.86 %																																				
Peso Unitario Compactado : 1.76 g/cm³	Humedad Natural : -----																																				
Peso Unitario Suelto : 1.50 g/cm³																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tamiz ASTM</th> <th>Porcentaje que pasa</th> <th>Tamiz ASTM</th> <th>Porcentaje que pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3"</td><td>100</td><td>#4</td><td>100</td></tr> <tr><td>2 1/2"</td><td>100</td><td>#8</td><td>92</td></tr> <tr><td>2"</td><td>100</td><td>#16</td><td>70</td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>100</td><td>#30</td><td>43</td></tr> <tr><td>1"</td><td>100</td><td>#50</td><td>21</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>100</td><td>#100</td><td>9</td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>100</td><td>#200</td><td>3</td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>100</td><td>-----</td><td>-----</td></tr> </tbody> </table>	Tamiz ASTM	Porcentaje que pasa	Tamiz ASTM	Porcentaje que pasa	3"	100	#4	100	2 1/2"	100	#8	92	2"	100	#16	70	1 1/2"	100	#30	43	1"	100	#50	21	3/4"	100	#100	9	1/2"	100	#200	3	3/8"	100	-----	-----	 <p>MANUELA OLCESE FRANZERO Ingeniera Civil CIP 42969 Jefe del Laboratorio</p>
Tamiz ASTM	Porcentaje que pasa	Tamiz ASTM	Porcentaje que pasa																																		
3"	100	#4	100																																		
2 1/2"	100	#8	92																																		
2"	100	#16	70																																		
1 1/2"	100	#30	43																																		
1"	100	#50	21																																		
3/4"	100	#100	9																																		
1/2"	100	#200	3																																		
3/8"	100	-----	-----																																		

18-070/8/AG/1 de 1

**PROPIEDADES FÍSICAS DE AGREGADOS
ASTM C-117**

Solicitante : MIXERCON S.A.	Expediente : 18-070
Proyecto : CONTROL DE CALIDAD	Fecha : 26-Mar-2018
Muestra : AF. CANTERA MIRANDA	

Contenido de partículas menores que la malla #200	3.93%
----------------------------------------------------------	--------------



MANUELA OLCESE FRANZERO
Ingeniero Civil CIP 12969
Jefe del Laboratorio

18-070/8/PM2/1 de 1

**PROPIEDADES FÍSICAS DE AGREGADOS
ASTM C-123**

Solicitante : MIXERCON S.A.	Expediente : 18-070
Proyecto : CONTROL DE CALIDAD	
Muestra : AF. CANTERA MIRANDA	Fecha : 26-Mar-2018

Contenido de Partículas Ligeras (Carbón o Lignito)

Agregado Grueso	----
Agregado Fino	0.00%



MANUEL A. OLCESE FRÁNZERO
Ingeniero Civil CIP[®] 12969
Jefe del Laboratorio

18-070/8/CPL/1 de 1

PROPIEDADES FÍSICAS DE AGREGADOS
ASTM C-142

Solicitante : MIXERCON S.A.	Expediente : 18-070
Proyecto : CONTROL DE CALIDAD	
Muestra : AF. CANTERA MIRANDA	Fecha : 26-Mar-2018

Contenido de Arcilla y Partículas Friables

Agregado Fino	1.02%
Agregado Grueso	-----



MANUEL A. QUCFSE FRANZERO
Ingeniero Civil CIP 12969
Jefe del Laboratorio

18-070/8/CAR/1 de 1

**PROPIEDADES FÍSICAS DE AGREGADOS
NTP 339.146**

Solicitante : MIXERCON S.A.	Expediente : 18-070
Proyecto : CONTROL DE CALIDAD	Fecha : 26-Mar-2018
Muestra : AF. CANTERA MIRANDA	

Equivalente de Arena	75%
-----------------------------	------------



MANUELA OLCESE FRANZERO
Ingeniero Civil CIP-12969
Jefe del Laboratorio

18-070/8/EQA/1 de 1

**PROPIEDADES FÍSICAS DE AGREGADOS
ASTM C-40**

Solicitante : MIXERCON S.A.	Expediente : 18-070
Proyecto : CONTROL DE CALIDAD	Fecha : 26-Mar-2018
Muestra : AF. CANTERA MIRANDA	

Impurezas Orgánicas por Colorimetría	N° 1
---------------------------------------------	-------------



MANUEL A. OLCESE TRÁNSITO
Ingeniero Civil CIP 12969
Jefe del Laboratorio

18-070/8/IOC/1 de 1



INFORME DE ENSAYO ICP/INF-053/2018

SOLICITANTE:	MIXERCON S.A.
DOMICILIO:	Atención: Ing. José Viacava Carretera Panamericana Sur Km. 17.5 Mza. C lote 4 Asociación La Concordia Villa El Salvador
TELÉFONO / FAX:	616-9719
SERVICIO SOLICITADO:	Análisis químico en 01 (una) muestra sólida.
REFERENCIA:	ICP/PRO-043/2018.
MUESTREO:	Realizado por el solicitante.
FECHA:	2018-03-26.

1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Fue recibida 01 (una) muestra de agregado para la determinación de los ítems establecidos en la referencia.

Código solicitante	Código ICP PUCP 2018AQ
AG. CANTERA AGREXA HUSO-67	0295

2. FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:

2018-03-12.

3. FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS:

2018-03-16 a 2018-03-26.

4. MÉTODOS DE ENSAYO

- Determinación de cloruro soluble: Método titrimétrico basado en ASTM D1411-09.
- Determinación de sulfato soluble: Método turbidimétrico basado en HACH 8051.
- Determinación de sales solubles totales: Método gravimétrico basado en SM 2540 C.

SM: Standard Methods for Examination of Water & Wastewater APHA-AWWA-WEF, Ed 22th-2012.

5. RESULTADOS

ANÁLISIS DE MUESTRA DE AGREGADO		
Código de muestra	Código solicitante	AG. CANTERA AGREXA HUSO-67
	Código ICP-PUCP 2018AQ	0295
Parámetros	Unidades	Resultados
Cloruro soluble	mg/Kg	22
Sulfato soluble	mg/Kg	11
Sales solubles totales	mg/Kg	256

Los resultados obtenidos son aplicables únicamente a la(s) muestra(s) ensavada(s).

6. OBSERVACIONES

Los resultados reportados son promedios de dos réplicas.

EL PRESENTE INFORME DE ENSAYO CONSTA DE 01 (UNA) PÁGINA DE TEXTO.

Ing. Ilse Eliana Acosta Sulcahuamán.
Jefe (e) del Laboratorio de Análisis Químico e Instrumental.
Instituto de Corrosión y Protección (ICP PUCP).

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
Instituto de Corrosión y Protección.

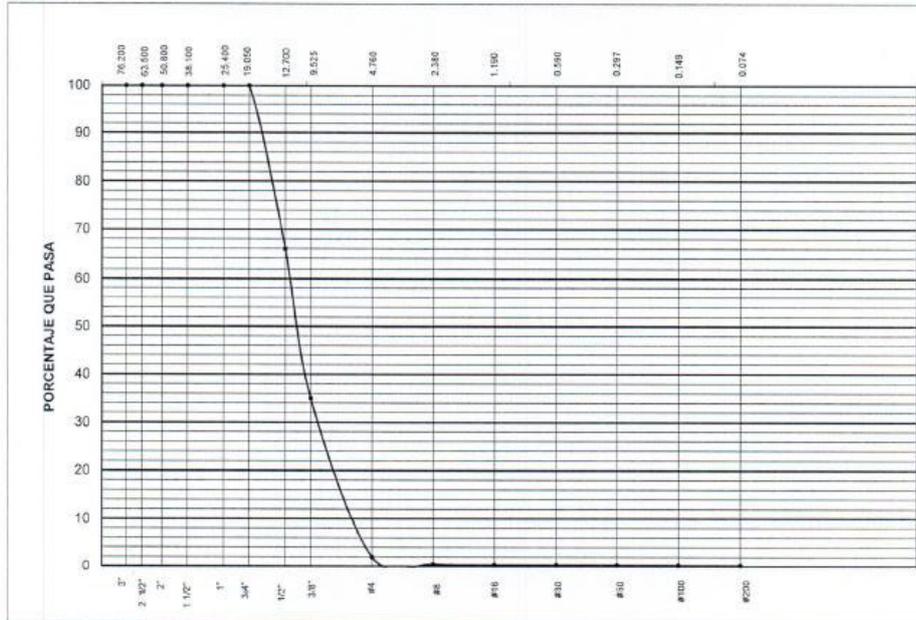
Isabel Díaz Tang
Prof. ISABEL DÍAZ TANG
Directora

1 de 1



**PROPIEDADES FÍSICAS DE AGREGADOS
ASTM C-136**

Solicitante : MIXERCON S.A.	Expediente : 18-070
Proyecto : CONTROL DE CALIDAD	Fecha : 26-Mar-2018
Muestra : AG. CANTERA AGREXA HUSO- 67	



Huso ASTM N° (para agregados gruesos) : 67	Peso Especifico de la Masa (Bulk) : 2.74 g/cm³																																				
Tamaño Máximo : 19.05 mm	Peso Bulk Superficialmente Seco : 2.76 g/cm³																																				
Tamaño Máximo Nominal : 19.05 mm	Peso Especifico Aparente : 2.81 g/cm³																																				
Módulo de Fineza : 6.62	Humedad de Absorción : 0.87 %																																				
Peso Unitario Compactado : 1.57 g/cm³	Humedad Natural : -----																																				
Peso Unitario Suelto : 1.37 g/cm³																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tamiz ASTM</th> <th>Porcentaje que pasa</th> <th>Tamiz ASTM</th> <th>Porcentaje que pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3"</td><td>100</td><td>#4</td><td>2</td></tr> <tr><td>2 1/2"</td><td>100</td><td>#8</td><td>0.4</td></tr> <tr><td>2"</td><td>100</td><td>#16</td><td>0.3</td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>100</td><td>#30</td><td>0.3</td></tr> <tr><td>1"</td><td>100</td><td>#50</td><td>0.2</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>100</td><td>#100</td><td>0.2</td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>66</td><td>#200</td><td>0.1</td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>35</td><td>-----</td><td>-----</td></tr> </tbody> </table>	Tamiz ASTM	Porcentaje que pasa	Tamiz ASTM	Porcentaje que pasa	3"	100	#4	2	2 1/2"	100	#8	0.4	2"	100	#16	0.3	1 1/2"	100	#30	0.3	1"	100	#50	0.2	3/4"	100	#100	0.2	1/2"	66	#200	0.1	3/8"	35	-----	-----	 <p>MANUELA OLCESE FRANZERO Ingeniero Civil CIP 12969 Jefe del Laboratorio</p>
Tamiz ASTM	Porcentaje que pasa	Tamiz ASTM	Porcentaje que pasa																																		
3"	100	#4	2																																		
2 1/2"	100	#8	0.4																																		
2"	100	#16	0.3																																		
1 1/2"	100	#30	0.3																																		
1"	100	#50	0.2																																		
3/4"	100	#100	0.2																																		
1/2"	66	#200	0.1																																		
3/8"	35	-----	-----																																		

18-070/2/AG/1 de 1

**PROPIEDADES FÍSICAS DE AGREGADOS
ASTM C-117**

Solicitante : MIXERCON S.A.	Expediente : 18-070
Proyecto : CONTROL DE CALIDAD	
Muestra : AG. CANTERA AGREXA HUSO- 67	Fecha : 26-Mar-2018

Contenido de partículas menores que la malla #200	0.37%
----------------------------------------------------------	--------------



MANUELA OLCESE-FRANZERO
Ingeniero Civil CIP 12969
Jefe del Laboratorio

18-070/2/PM2/1 de 1

**PROPIEDADES FÍSICAS DE AGREGADOS
ASTM C-131/C-535**

Solicitante : MIXERCON S.A.	Expediente : 18-070
Proyecto : CONTROL DE CALIDAD	
Muestra : AG. CANTERA AGREXA HUSO-67	Fecha : 26-Mar-2018

Abrasión Los Angeles	
Granulometría empleada	B
Número de Revoluciones	500
Peso Inicial (g)	5001.0
Peso Final >#12 (g)	4258.0
Coefficiente de Desgaste	14.9%



MANUEL A. OJESE FRANZERO
Ingeniero Civil CIP 12969
Jefe del Laboratorio

18-070/2/LA/1 de 1

PROPIEDADES FÍSICAS DE AGREGADOS
ASTM D-4791

Solicitante : MIXERCON S.A.	Expediente : 18-070
Proyecto : CONTROL DE CALIDAD	
Muestra : AG. CANTERA AGREXA HUSO- 67	Fecha : 26-Mar-2018

Partículas Chatas y Alargadas				
	Partículas	Chatas ¹	Alargadas ²	Chatas y Alargadas ³
2½" - 2"	0	-----	-----	-----
2" - 1½"	0	-----	-----	-----
1½" - 1"	0	-----	-----	-----
1" - ¾"	0	-----	-----	-----
¾" - ½"	100	5.6%	0.0%	10.5%
½" - ⅜"	100	8.2%	2.4%	23.7%
⅜" - ¼"	100	11.5%	7.2%	34.2%

¹ Relacion ancho / espesor > 3

² Relacion largo / ancho > 3

³ Relacion largo / espesor > 3



MANUEL A. OLCESE FRANZERO
Ingeniero Civil CIP 12969
Jefe del Laboratorio

18-070/2/CHA/1 de 1

PROPIEDADES FÍSICAS DE AGREGADOS
ASTM C-123

Solicitante : MIXERCON S.A.	Expediente : 18-070
Proyecto : CONTROL DE CALIDAD	Fecha : 26-Mar-2018
Muestra : AG. CANTERA AGREXA HUSO- 67	

Contenido de Partículas Ligeras (Carbón o Lignito)

Agregado Grueso	0.00%
Agregado Fino	----



MANUELA OLCESE FRANZERO
Ingeniero Civil CIP 12569
Jefe del Laboratorio

18-070/2/CPL/1 de 1

**PROPIEDADES FÍSICAS DE AGREGADOS
ASTM C-142**

Solicitante : MIXERCON S.A.	Expediente : 18-070
Proyecto : CONTROL DE CALIDAD	
Muestra : AG. CANTERA AGREXA HUSO- 67	Fecha : 26-Mar-2018

Contenido de Arcilla y Partículas Friables

Agregado Fino	-----
Agregado Grueso	0.05%


MANUEL A. OLCESE FRANZERO
Ingeniero Civil CIP-12969
Jefe del Laboratorio

18-070/2/CAR/1 de 1



HOJA TÉCNICA

Plastiment® TM-30

Aditivo polifuncional para concreto.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Plastiment® TM-30 es un aditivo para concretos que puede ser empleado como plastificante. Plastiment® TM-30 no contiene cloruros y no ejerce ninguna acción corrosiva sobre las armaduras.

USOS

Plastiment® TM-30 está particularmente indicado para:

- Todo tipo de concretos en especial los fabricados en plantas concretoras.
- En concretos bombeados, porque permite obtener consistencias adecuadas sin aumentar la relación agua/cemento.
- Se usa para hacer entregas de concreto a sitios distantes de la planta de concreto premezclado.
- Para elementos con alta cuantía de acero de refuerzo.
- Para encofrados dificultosos por su forma.

VENTAJAS

- Facilita los vaciados en encofrados difíciles.
- Aumento de las resistencias mecánicas en todas sus edades.
- Mayor adherencia a las armaduras.
- Permite reducir agua de la mezcla, para lograr concretos fluidos. (dependiendo de la dosis y el tipo de cemento)
- Incrementa considerablemente la impermeabilidad y durabilidad del concreto.
- Proporciona una gran trabajabilidad de la mezcla evitando segregación y la formación de cangrejeras.
- No mancha el concreto.
- Ofrece concreto de alta fluidez.

NORMA

Como plastificante cumple con la Norma ASTM C-494, tipo D.

DATOS BÁSICOS

FORMA

ASPECTO

Líquido

COLORES

Pardo oscuro

PRESENTACIÓN

- Cilindro x 200 litros
- Dispenser x 1,000 litros
- Granel

ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE	CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL 1 año en su envase original bien cerrado y bajo techo en lugar fresco resguardado de heladas. Para el transporte debe tomarse las precauciones normales para el manejo de un producto químico.
------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

DATOS TÉCNICOS	DENSIDAD 1,17 kg/L ± 0,02 USGBC VALORACIÓN LEED Plastiment TM-30 cumple con los requerimientos LEED. Conforme con el LEED V3 IEQc 4.1 Low-emitting materials - adhesives and sealants. Contenido de VOC < 420 g/L (menos agua)
-----------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

INFORMACIÓN DEL SISTEMA

DETALLES DE APLICACIÓN	CONSUMO / DOSIS 0,4 % - 1,0 % del peso del cemento.
-------------------------------	---------------------------------------------------------------

MÉTODO DE APLICACIÓN	MODO DE EMPLEO Debe incorporarse junto con el agua de amasado y mezclarse el tiempo suficiente para lograr uniformizar la mezcla de concreto. IMPORTANTE <ul style="list-style-type: none">Para concretos fluidos se debe tener una buena granulometría y se debe garantizar suficiente contenido de finos para evitar la segregación del material fluido.En caso de deficiencia de finos se debe incorporar aire en forma controlada con el SikaAer®.En dosis superiores a la especificadas, puede ocasionar en el concreto un retardo exagerado y/o un incremento del aire atrapado en la mezcla.Este producto se puede combinar con otros productos Sika® como: SikaAer®, Sika® Pump, Sika® CNI, SikaFume®, entre otros.
-----------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

PRECAUCIONES DE MANIPULACIÓN	Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma natural o sintéticos y anteojos de seguridad. En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico.
-------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

OBSERVACIONES	La Hoja de Seguridad de este producto se encuentra a disposición del interesado. Agradeceremos solicitarla a nuestro Departamento Comercial, teléfono: 618-6060 o descargarla a través de Internet en nuestra página web: www.sika.com.pe
----------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

NOTAS LEGALES	La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe
----------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Hoja Técnica
Plastiment® TM-30
22.01.15, Edición 5

2/3

BUILDING TRUST



HOJA TÉCNICA

Sika® ViscoCrete® SC-50

Aditivo súper-plastificante de alto desempeño y retenedor de trabajabilidad para concreto.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika® ViscoCrete® SC-50 es un aditivo para concreto lanzado, concreto convencional y mortero específicamente desarrollado para incrementar el tiempo de trabajabilidad. Está diseñado para producir concretos que necesitan mantener la fluidez por varias horas.

No contiene cloruros.

USOS

Sika® ViscoCrete® SC-50 puede usarse para:

- Transporte del concreto y mortero a lo largo de grandes distancias.
- Procesos constructivos que requieran mucho tiempo para la colocación y compactación del concreto.
- Para concretos y morteros a suministrarse en obras ubicadas en lugares remotos o de elevado congestionamiento de tránsito.
- Transporte y colocación del concreto y mortero en condiciones medio ambiental es muy rigurosas, baja humedad relativa, muy alta velocidad de viento y temperaturas extremas en el concreto.
- Para elevar la permanencia del concreto y mortero en tuberías y cañerías durante el bombeo.
- Con el uso de cementos de elevada reactividad inicial, como por ejemplo ricos en aluminato tricálcico (C3A), de elevada finura o de alta resistencia.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

El Sika® ViscoCrete® SC-50 es un aditivo que basa su accionar en una combinación de efectos: eléctricos, de adsorción y de repulsión estérica, de tal manera que las partículas sólidas son efectivamente dispersadas y un alto nivel de fluidificación puede mantenerse en el tiempo con menor contenido de agua.

- Es un reductor de agua de alto rango por lo que no es necesario utilizar fluidificantes adicionales.
- El uso de Sika ViscoCrete® SC-50 permite la producción de concretos y morteros de alto desempeño.
- Efectividad en concretos y morteros con un amplio rango de relaciones agua/cemento (a/c) y temperaturas.
- Provee concretos y morteros de mayor estabilidad y tiempo de trabajabilidad que aquellos elaborados con dispersantes y reductores de agua convencionales.

- Compatibilidad con otros aditivos Sika.
- Retiene la trabajabilidad por más tiempo manteniendo el desarrollo de las resistencias iniciales.
- Se puede aplicar a cementos de alta reactividad, los cuales pueden conducir a una elevada rigidez inicial.
- No es necesario recurrir a un acelerante para activar la hidratación ya que no modifica sustancialmente el desarrollo del fraguado (una vez que pasa el efecto de retención de trabajabilidad).

NORMAS

ESTÁNDARES

Cumple con la Norma ASTM C 494 Tipo F y ASTM C 1017.

DATOS BÁSICOS

FORMA

COLORES

Gris a gris oscuro

PRESENTACIÓN

- Cilindro x 200 L
- Dispenser x 1,000 L
- Granel x 1 L

ALMACENAMIENTO

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL

1 año en su envase original bien cerrado y bajo techo.

DATOS TÉCNICOS

DENSIDAD

1,10 +/- 0,01 Kg/L

Información del Sistema

DETALLES DE APLICACIÓN

CONSUMO / DOSIS

Para aplicaciones típicas 0.5% al 1.8% del peso del material cementante.

MÉTODO DE APLICACIÓN

MODO DE EMPLEO

Sika® ViscoCrete® SC-50 se añade en el agua de mezcla o sobre la masa del concreto.

Para asegurar la máxima eficacia se recomienda ampliar el tiempo de mezclado medio minuto más por cada metro cúbico de concreto.

Sika® ViscoCrete® SC-50 puede usarse en sinergia con otros aditivos Sika, se recomienda apoyarse en el equipo técnico Sika.

No debe agregarse al cemento seco.

PRECAUCIONES

Limpie todas las herramientas y equipos de aplicación con agua inmediatamente después de su uso. Los datos técnicos indicados en esta hoja técnica están basados en ensayos de laboratorio. Los datos reales pueden variar debido a circunstancias más allá de nuestro control.

BASES

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.

Hoja Técnica
Sika® ViscoCrete® SC-50
01.12.14, Edición 1

2/3

BUILDING TRUST



HOJA TÉCNICA

SikaPlast® -700

Aditivo Súper Plastificante de Alto Rango para Concreto

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SikaPlast®-700 es un aditivo líquido súper plastificante, reductor de agua de alto rango con fragua controlada, utilizando la tecnología Sika Viscocrete en base a policarboxilatos. No contiene cloruros y Cumple con la norma ASTM C 494 Tipo F y ASTM C1017 Tipo I.

USOS

SikaPlast®-700 se utiliza en la elaboración de concretos en plantas de premezclado. Especialmente diseñado para emplearse como reductor de agua, plastificante o súper plastificante. Como reductor de agua de alto rango, se usa para concretos bombeados y aplicaciones donde se requieran acabados de mejor calidad y fragua controlada. SikaPlast®-700 es ideal para trabajar con mezclas de concretos normales, ásperas.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Altas resistencias tempranas para un desmoldado rápido en concretos estructurales.
- Reduce la tendencia a segregación o exudación de los concretos.
- Altas resistencias finales, permitiendo flexibilidad en el plan mayor de ingeniería.
- Reducciones de la relación agua cemento producen concretos más durables, más densos y menos permeables.
- La alta efectividad plastificante, hace que reduzca los defectos de la superficie en elementos de concreto y mejore la apariencia estética.
- SikaPlast®-700 no contiene cloruros ni ningún otro compuesto que produzca la corrosión del acero de refuerzo. Se puede redosificar en obra para facilitar la colocación y/o bombeo del concreto en climas cálidos.

DATOS BÁSICOS

FORMA	ASPECTO Líquido
	COLOR Marrón claro a marrón oscuro.
	PRESENTACIÓN
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Granel x1 litro. ▪ Dispenser x 1,000 litros.

ALMACENAMIENTO Un año en su envase original bien cerrado y bajo techo en lugar fresco resguardado de heladas. Para el transporte debe tomarse las precauciones normales para el manejo de un producto químico.

DATOS TÉCNICOS
DENSIDAD
1,07 ± 0,01 kg/L
BASE QUÍMICA
Policarboxilatos modificados
NORMA
Cumple con los requerimientos para superplastificantes según la norma ASTM C 494 Tipo F
ASTM C 107 Tipo I
En caso se requiera mantener el asentamiento por tiempos prolongados puede usarse aditivos de la línea Plastiment.

INFORMACIÓN DEL SISTEMA

DETALLES DE APLICACIÓN **CONSUMO / DOSIS**
Como plastificante y súper plastificante y reductor de agua 0.3% al 2% del peso del Cemento

MÉTODO DE APLICACIÓN **Como plastificante y superplastificante:**
Adicionarlo a la mezcla de concreto o mortero si tiene dosificador de aditivos durante el carguo de cemento y en conjunto con el agua, si no se cuenta con dosificadores mecánicos, adicionar toda la dosis del aditivo antes del carguo con el 40% del agua. Posteriormente, independientemente al tipo de dosaje de aditivo remezclar por lo menos durante 5 minutos hasta obtener una mezcla fluida.

IMPORTANTE

- En la elaboración de concretos fluidos se exige una buena distribución granulométrica. Se debe garantizar un suficiente contenido de finos para evitar la segregación del material fluido.
- En caso de deficiencia de finos, dosificar SikaAer® para incorporar el aire en forma controlada a la mezcla.
- El uso de concreto fluido demanda un especial cuidado en el sellado de los encofrados para evitar la pérdida de la pasta de cemento.
- La dosis óptima se debe determinar mediante ensayos con los materiales y en las condiciones de obra.
- Cuando se presenten dificultades en el proceso de bombeo y altas presiones, debido a las características de la mezcla (granulometría discontinua, carencia de finos, mezcla áspera) o cuando las condiciones del bombeo lo dificulten (longitud, altura, cambio de dirección), es aconsejable usar un aditivo que ayude al bombeo. Dosifique SikaAer® entre el 0.015% al 0.12% del peso del cemento.

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

PRECAUCIONES DURANTE LA MANIPULACION Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma natural o sintética y anteojos de seguridad. En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua

Hoja Técnica
SikaPlast® -700
20.13.18, Edición 1

2/3

BUILDING TRUST





Figura 30: Materiales pesados para el diseño con Sikaplast 700 y Viscocrete SC-50
Elaboración: los autores



Figura 31: Pesaje del aditivo Plastiment TM-30
Elaboración: los autores



Figura 32: Mezclado del concreto
Elaboración: los autores

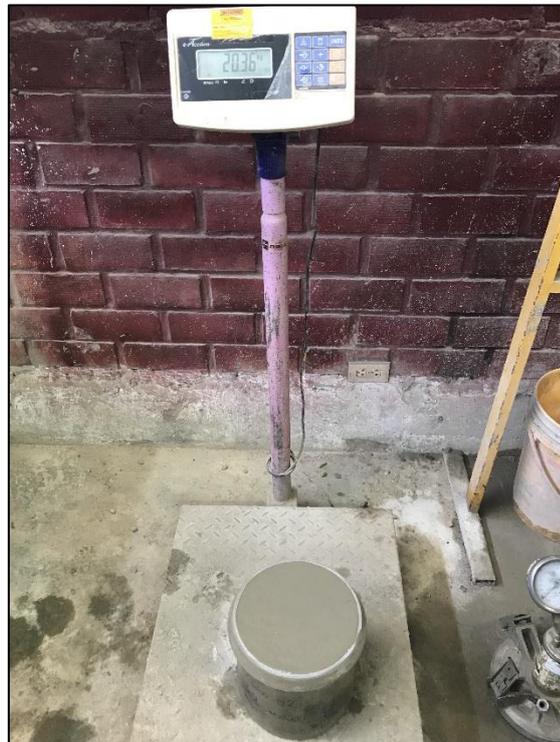


Figura 33: Peso unitario del concreto 280 Kg/cm² con Sikaplast 700
Elaboración: los autores



Figura 34: Medición del asentamiento
Elaboración: los autores



Figura 35: Medición de la temperatura del concreto
Elaboración: los autores



Figura 36: Muestras para ensayo de tiempo de fraguado
Elaboración: los autores



Figura 37: Ensayo de tiempo de fraguado
Elaboración: los autores



Figura 38: Ensayo de exudación
Elaboración: los autores



Figura 39: Identificación de las muestras para la medición de las propiedades mecánicas
Elaboración: los autores



Figura 40: Prensa de concreto
Elaboración: los autores



Figura 41: Probeta fallada por compresión axial
Elaboración: los autores

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 140 - 2018***Área de Metrología
Laboratorio de Masa*

Página 1 de 4

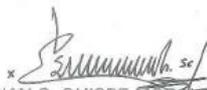
1. Expediente	18162	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	MIXERCON S.A.	
3. Dirección	Car. Panamericana Sur Km. 17,5 Mz. C Lt. 4 Asociación La Concordia, Villa El Salvador - Lima - LIMA.	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Capacidad Máxima	100 kg	
División de escala (d)	0,01 kg	
Div. de verificación (e)	0,01 kg	
Clase de exactitud	III	
Marca	OHAUS	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Modelo	T21P	
Número de Serie	8036300404	
Capacidad mínima	0,20 kg	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	05266 (*)	
Ubicación	AREA DE PRODUCCION - CALIDAD	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Calibración	2018-03-08	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2018-03-12


x **JUAN C. QUISPE MORALES**

Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ
Tel.: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282
RPM: # 971439272 / #942635342 / #971439282
RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 140 - 2018**Área de Metrología
Laboratorio de Masa

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM-INDECOPI. Tercera Edición.

7. Lugar de calibración

AREA DE PRODUCCION - CALIDAD

Car. Panamericana Sur km. 16,5 Mza. B Lote 10 Asoc. La Concordia - Villa El Salvador - Lima.

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26,4 °C	26,4 °C
Humedad Relativa	68 %	69 %

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) Dirección de Metrología - INACAL 150033005	PESAS(Clase de Exactitud: E2)	INACAL LM-C-213-2017
PESAS (Clase de exactitud F1) DM - INACAL LM-C-312-2017 / LM-039- 2017.	PESAS(Clase de Exactitud: M1)	METROIL M-1050-2017
PESAS (Clase de exactitud F2)DM- INACAL LM-040-2017.		
PESAS (Clase de exactitud E2)DM / INACAL LM-371-2016	PESA(Clase de Exactitud M1)	INACAL M-0307-2017
PESAS (Clase de exactitud M1) DM- INACAL PE17C-0119	PESAS(Clase de Exactitud M2)	TOTAL WEIGH CM-1074-2017

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (*) Código Indicado en una etiqueta adherido al equipo.



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ
Telf.: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282
RPM: # 971439272 / #942635342 / #971439282
RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 140 - 2018

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	26,4 °C	26,4 °C

Medición N°	Carga L1 = 50,00 kg			Carga L2 = 100,00 kg		
	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	l (kg)	ΔL (g)	E (g)
1	50,00	5	0	100,00	6	-1
2	50,00	5	0	100,01	7	8
3	50,00	6	-1	100,01	7	8
4	50,00	6	-1	100,00	6	-1
5	50,00	6	-1	100,00	6	-1
6	50,00	5	0	100,00	4	1
7	50,00	6	-1	100,00	6	-1
8	50,00	6	-1	100,00	5	0
9	50,00	7	-2	100,00	6	-1
10	50,00	6	-1	100,00	6	-1
	Diferencia Máxima			Diferencia Máxima		
	2			9		
	Error Máximo Permisible			Error Máximo Permisible		
	± 30			± 30		

ENSAYO DE EXCENRICIDAD

2	1	5
3		4

Posición
de las
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	26,4 °C	26,4 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido E _c				
	Carga Mínima*	l (kg)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L' (kg)	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1		0,10	5	0		30,00	5	0	0
2		0,10	6	-1		29,99	4	-9	-8
3	0,10 kg	0,10	6	-1	30,00	30,00	5	0	1
4		0,10	6	-1		30,00	6	-1	0
5		0,10	6	-1		30,01	8	7	8
	Error máximo permisible								± 30

* Valor entre 0 y 10e

Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ
Tel: (511) 540-0642
Cel: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282
RPM: # 971439272 / #942635342 / #971439282
RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 140 - 2018

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	26,4 °C	26,4 °C

Carga L (kg)	CRECIENTES				DÉCRECIENTES				e.m.p.** (± g)
	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
0,10	0,10	5	0						
0,20	0,20	5	0	0	0,20	6	-1	-1	10
0,50	0,50	6	-1	-1	0,50	6	-1	-1	10
1,00	1,00	6	-1	-1	1,00	7	-2	-2	10
5,00	5,00	5	0	0	5,00	6	-1	-1	10
10,00	10,00	6	-1	-1	10,00	6	-1	-1	20
20,00	20,01	6	9	9	20,00	6	-1	-1	20
40,00	40,01	6	9	9	40,00	6	-1	-1	30
60,00	60,01	7	8	8	60,01	7	8	8	30
80,00	80,01	7	8	8	80,01	7	8	8	30
100,00	100,02	7	18	18	100,02	7	18	18	30

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.



Lectura corregida

$$R_{CORREGIDA} = R + 0,000224 R$$

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0,0000387 \text{ kg}^2 + 0,0000000811 R^2)}$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 137 - 2018**Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	18162	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	MIXERCON S.A.	
3. Dirección	Car. Panamericana Sur Km. 17,5 Mz. C Lt. 4 Asociación La Concordia, Villa El Salvador - Lima - LIMA.	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Capacidad Máxima	20000 g	
División de escala (d)	0,1 g	
Div. de verificación (e)	1 g	
Clase de exactitud	II	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Marca	RADWAG	
Modelo	WLC 20/A2	
Número de Serie	332427	
Capacidad mínima	5,0 g	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	05328 (*)	
Ubicación	LABORATORIO DE ENSAYOS QUIMICOS - CALIDAD.	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Calibración	2018-03-08	

Fecha de Emisión

2018-03-12

Jefe del Laboratorio de Metrología


x **JUAN C. QUISPE MORALES**

Sello

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Telf.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282

RPM: # 971439272 / #942635342 / #971439282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología

Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**MT - LM - 137 - 2018**

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Cuarta Edición.

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE ENSAYOS QUIMICOS - CALIDAD.

Car. Panamericana Sur km. 16,5 Mza. B Lote 10 Asoc. La Concordia - Villa El Salvador - Lima.

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26,4 °C	26,4 °C
Humedad Relativa	68 %	68 %

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) Dirección de Metrología - INACAL 150033005	PESAS (Clase de Exactitud: E2)	INACAL LM-C-213-2017
PESAS (Clase de exactitud F1) DM - INACAL LM-C-312-2017 / LM- 039-2017.	PESAS (Clase de Exactitud: M1)	METROIL M-1050-2017
PESAS (Clase de exactitud F2) DM-INACAL LM-040-2017.		
PESAS (Clase de exactitud E2) DM / INACAL LM-371-2016	PESA (Clase de Exactitud M1)	METROIL M-0307-2017
PESAS (Clase de exactitud M1) DM- INACAL LM-006-2017	PESAS (Clase de Exactitud M1)	METROIL M-1051-2017

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Telf: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282

RPM: # 971439272 / #942635342 / #971439282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 137 - 2018

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	26,4 °C	26,4 °C

Medición Nº	Carga L1 = 10 000,1 g			Carga L2 = 20 000,0 g		
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	10 000,0	50	-100	20 000,0	40	10
2	10 000,0	50	-100	20 000,1	60	90
3	10 000,0	50	-100	20 000,1	60	90
4	10 000,0	40	-90	20 000,1	60	90
5	10 000,0	50	-100	20 000,0	40	10
6	10 000,0	50	-100	20 000,1	60	90
7	10 000,0	50	-100	20 000,1	70	80
8	10 000,0	60	-110	20 000,1	60	90
9	10 000,0	60	-110	20 000,0	30	20
10	10 000,0	60	-110	20 000,0	40	10
	Diferencia Máxima			Diferencia Máxima		
	20			80		
	Error Máximo Permissible ± 2 000			Error Máximo Permissible ± 3 000		

ENSAYO DE EXCENRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición
de las
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	26,4 °C	26,5 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1	1,0 g	1,0	50	0	6 000,0	6 000,0	50	0	0
2		1,0	50	0		6 000,1	60	90	90
3		1,0	50	0		6 000,1	60	90	90
4		1,0	50	0		6 000,0	50	0	0
5		1,0	50	0		6 000,0	50	0	0
		Error máximo permisible							± 2 000

* Valor entre 0 y 10e

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Tel.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282

RPM: # 971439272 / #942635342 / #971439282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 137 - 2018

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	26,4 °C	26,4 °C

Carga I (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1,0	1,0	0	0						
5,0	5,0	50	0	0	5,0	40	10	10	1 000
50,0	50,0	50	0	0	50,0	40	10	10	1 000
100,0	100,0	50	0	0	100,0	40	10	10	1 000
500,0	500,0	50	0	0	500,0	40	10	10	1 000
1 000,0	1 000,0	50	0	0	1 000,1	70	80	80	1 000
2 000,0	2 000,0	60	-10	-10	2 000,1	80	70	70	1 000
5 000,0	5 000,0	60	-10	-10	5 000,1	80	70	70	2 000
10 000,1	10 000,1	60	-10	-10	10 000,1	30	20	20	2 000
15 000,1	15 000,1	60	-10	-10	15 000,1	40	10	10	2 000
20 000,0	20 000,2	90	160	160	20 000,2	90	160	160	3 000

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_C: Error corregido.



Incertidumbre expandida de medición $U = 2 \times \sqrt{(0,00375 \text{ g}^2 + 0,000000000875 \text{ g}^2)}$

Lectura corregida $R_{CORREGIDA} = R + 0,00000126 \text{ R}$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Tel: (51) 540-0642

Cel.: (51) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282

RPM: # 971439272 / #942635342 / #971439282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCMA-004-2018**

Peticionario : MIXERCON S.A.
Atención : Ing. Leonor Nancy Ruiz Panduro.
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
Tipo de equipo : Medidor contenido de aire de concreto fresco "Press - Aire - Meter"
Capacidad del equipo : 0% - 100% de aire
División de escala : 0,1% de 0% a 6% ; 0,2% de 6% a 8%; 0,5% de 8% a 15% ; 1% de
: 15% a 30% ; 5% de 30% a 50%; 10% de 50% a 100% .
Marca : FORNEY
Capacidad del recipiente : 1/4 de pie cúbico
Nº de serie : 110533
Código Mixercon : 110533
Modelo : LA-0316
Procedencia : USA
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 25,9°C / 63%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 25,9°C / 63%
Método de calibración : Norma ASTM C-231
Patrón de referencia : 02 canister marca ELE - INTERNATIONAL, modelo 34-3267/10, con números
de serie 080312 y 070312, certificado de calibración CSA-2884-17 y
CSA-2883-17 respectivamente; cada uno de 5% de capacidad con respecto
a un volumen de 1/4 de pie cúbico.
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2018-02-13

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2018-02-14	 Vladimir Toledo TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JARA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

Resultados de medición

Con 01 canister (patrón)

Número de medición	Contenido de aire en el equipo (%)	Promedio contenido de aire en el equipo (%)	Contenido de aire con 01 canister (%)	Error (%)	Incertidumbre K=2
1	5,0	5,0	5,0	0,0	0,1
2	5,0				
3	5,0				

Con 02 canister (patrón)

Número de medición	Contenido de aire en el equipo (%)	Promedio contenido de aire en el equipo (%)	Contenido de aire con 02 canister (%)	Error (%)	Incertidumbre K=2
1	10,0	10,0	10,0	0,0	0,1
2	10,0				
3	10,0				

Incertidumbre

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

Notas

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

El cero "0" inicial del cual debe partir la aguja en el equipo es - 5 % y esta indicado con un stiker en el dial indicador.

El equipo se encuentra calibrado.



INFORME TÉCNICO 008-18

A : Ing. Nancy Ruiz - MIXERCON S.A.
De : Ing. Vladimir Tello - Asesor Técnico - CELDA EIRL.
Asunto: Mantenimiento y Calibración de equipo medidor de aire confinado en Mezclas de Concreto fresco marca Fomey, N° de Serie 110533, Modelo LA-0316, código 110533, perteneciente a la Planta Villa II - Mz. C, Lt. 4 Asociación La Concordia Km. 17.5 - Panamericana Sur, realizado el 13 de Febrero del 2018.
Fecha : 14 de Febrero del 2018.

Estimada Ingeniero; respecto al mantenimiento y calibración realizado al equipo arriba descrito, tengo a bien informar lo siguiente:

1.- El equipo no se encontraba operativo, se procedió a la reparación, de acuerdo a nuestro protocolo de mantenimiento que incluye:

- Desarmado general del equipo
- Limpieza general de partes.
- Evaluación de componentes.
- Reemplazo de todos los sellos de la base y tapa de la cámara de aire.
- Reemplazo de la válvula de paso de aire a la cámara.
- Reemplazo de las válvulas de la tapa del equipo.
- Armado general del equipo.
- Pruebas de funcionamiento.

2.- Cuando se sometió el equipo a pruebas para comprobar el correcto funcionamiento de éste, así como verificar la calibración del mismo, se observó que las lecturas indicadas por el equipo no eran similares al del patrón utilizado, por lo que se realizó ajuste antes de la calibración.

3.- El equipo se encuentra operativo.

Atentamente;



Ing. Vladimir Tello
Asesor Técnico
CELDA EIRL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 091 - 2018***Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza*

Página 1 de 3

1. Expediente	18287	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	MIXERCON S.A.	
3. Dirección	Car. Panamericana Sur km. 17,5 Mza. C Lote 4 Asoc. La Concordia, Villa El Salvador - Lima - LIMA.	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO	
Capacidad	2000 kN	
Marca	UTEST	
Modelo	UTC-6231	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Número de Serie	17/002380	
Procedencia	TURQUIA	
Identificación	01547 (*)	
Indicación	DIGITAL	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Marca	UTEST	
Modelo	BC100	
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	0,1 kN	
Ubicación	LABORATORIO DE CONCRETO	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Calibración	2018-02-07	

Fecha de Emisión Jefe del Laboratorio de Metrología
2018-04-16


JUAN C. QUISPE MORALES

Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ
Telf.: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282
RPM: # 971439272 / #942635342 / #971439282
RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 091 - 2018

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE CONCRETO

Car. Panamericana Sur km. 17,5 Mza. C Lote 4 Asoc. La Concordia, Villa El Salvador - Lima - LIMA.

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	25,0 °C	24,7 °C
Humedad Relativa	65 % HR	64 % HR

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en el National Standards Testing Laboratory de Maryland - USA	Celda de carga calibrado a 1500 kN con incertidumbre del orden de 0,6%	LEDI-PUCP INF-LE N° 006-18A

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1,0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.
- (*) Código de identificación indicado en una etiqueta adherido en el equipo.

Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ
Telf.: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282
RPM: # 971439272 / #942635342 / #971439282
RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LF - 091 - 2018

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo	Indicación de Fuerza (Ascenso)				
	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	15000	14964,2	15024,5	15009,4	14999,4
20	30000	30070,2	30100,2	30085,2	30085,2
30	45000	45124,9	45220,1	45170,0	45171,6
40	60000	60213,7	60198,7	60203,7	60205,3
50	75000	74776,6	74821,6	74791,6	74796,6
60	90000	89619,0	89594,1	89604,0	89605,7
70	105000	104824,7	104859,5	104849,6	104847,9
80	120000	119924,2	119949,1	119934,2	119935,8
90	135000	134888,0	134967,6	134937,8	134931,1
100	150000	150019,7	150084,3	150074,3	150059,4
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
15000	0,00	0,40	---	0,00	0,34
30000	-0,28	0,10	---	0,00	0,34
45000	-0,38	0,21	---	0,00	0,34
60000	-0,34	0,02	---	0,00	0,34
75000	0,27	0,06	---	0,00	0,34
90000	0,44	0,03	---	0,00	0,34
105000	0,15	0,04	---	0,00	0,34
120000	0,05	0,02	---	0,00	0,34
135000	0,05	0,06	---	0,00	0,34
150000	-0,04	0,04	---	0,00	0,34

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0,00 %
-----------------------------------------	--------



12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a

largo plazo,
Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ
Telf.: (511) 540-0642
Cél.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282
RPM: # 971439272 / #942635342 / #971439282
RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com



Calibration
Certificate No. 1750.01

Calibration complies with ISO/IEC
17025, ANSI/NCSL Z540-1, and 9001



Cert. No.: 4040-8842101

Traceable® Certificate of Calibration for Therm./Clock/Humidity Monitor

Instrument Identification:

Model: 4040 S/N: 170677034 Manufacturer: Control Company

Standards/Equipment:

Description	Serial Number	Due Date	NIST Traceable Reference
Chilled Mirror Hygrometer	31874/H2048MCR	10/19/17	14489
Digital Thermometer	221197993	10/04/17	4000-8017448
Non-contact Frequency Counter	26.6 2025	3/27/18	1000406563

Certificate Information:

Technician: 126 Procedure: CAL-17 Cal Date: 9/26/17 Due Date: 9/26/19
Test Conditions: 24.2°C 69.0 %RH 1011 mBar

Calibration Data: (New Instrument)

Unit(s)	Nominal	As Found	In Tol	Nominal	As Left	In Tol	Min	Max	±U	TUR
°C		N.A.		25.03	24.6	Y	24.0	26.0	0.059	>4.1
%RH		N.A.		54.73	58	Y	50	60	1.3	3.8.1
Sec/24hr		N.A.		0.000	-1.200	Y	-8.640	8.640	0.13	>4.1

This Instrument was calibrated in compliance with ISO/IEC 17025:2005 and ANSI/NCSL Z540-1-1994 Part 1.

A Test Uncertainty Ratio of at least 4:1 is maintained unless otherwise stated and is calculated using the expanded measurement uncertainty. Uncertainty evaluation includes the instrument under test and is calculated in accordance with the ISO "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement" (GUM). The uncertainty represents an expanded uncertainty using a coverage factor k=2 to approximate a 95% confidence level. In tolerance conditions are based on test results falling within specified limits with no reduction by the uncertainty of the measurement. The results contained herein relate only to the item calibrated. This certificate shall not be reproduced except in full, without written approval of Control Company.

The calibration results published in this certificate were obtained using equipment capable of producing results that are traceable to NIST and through NIST to the International System of Units

Nominal=Standard's Reading; As Left=Instrument's Reading; In Tol=In Tolerance; Min/Max=Acceptance Range; ±U=Expanded Measurement Uncertainty; TUR=Test Uncertainty Ratio; Accuracy=s/(Max-Min)/2; Min = As Left Nominal(Rounded) - Tolerance; Max = As Left Nominal(Rounded) + Tolerance; Date=MMDDYY

Nicol Rodriguez
Nicol Rodriguez, Quality Manager

Aaron Justice
Aaron Justice, Technical Manager

Maintaining Accuracy:

In our opinion once calibrated your Therm./Clock/Humidity Monitor should maintain its accuracy. There is no exact way to determine how long calibration will be maintained. Therm./Clock/Humidity Monitors change little, if any at all, but can be affected by aging, temperature, shock, and contamination.

Recalibration:

This device was calibrated using a single test point. Should additional test points be required, please contact Control Company for factory calibration and re-certification traceable to National Institute of Standards and Technology.

PUNTA
VILLA 2

CONTROL COMPANY 12554 Galveston RD Suite B230 Webster TX USA 77598

Phone 281 482-1714 Fax 281 482-9448 service@control3.com www.control3.com

Control Company is an ISO 17025:2005 Calibration Laboratory Accredited by (ASLA) American Association for Laboratory Accreditation, Certificate No. 1750.01
Control Company is ISO 9001:2008 Quality Certified by (DNV) Det Norske Veritas, Certificate No. CERT-01805-2008-AQ-HOU-RvA.
International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) - Multilateral Recognition Arrangement (MRA).

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 098 - 2018***Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura*

Página 1 de 3

1. Expediente	18040	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).	
2. Solicitante	MIXERCON S.A.		
3. Dirección	Car. Panamericana Sur Km. 17,5 Mz. C Lt. 4 Asociación La Concordia, Villa El Salvador - Lima - LIMA.		Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Instrumento de medición	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL		
Alcance de Indicación	-50 °C a 300 °C		METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Div. de escala / Resolución	0,1 °C		
Marca	BOECO		
Modelo	TBT-08H		
Número de Serie	020		
Procedencia	NO INDICA		
Elemento Sensor	TERMISTOR		
Identificación	NO INDICA	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.	
5. Fecha de Calibración	2018-03-26	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.	

Fecha de Emisión

2018-03-26

Jefe del Laboratorio de Metrología


JUAN C. QUISPE MORALES

Sello



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ
Telf: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282
RPM: # 971439272 / #942635342 / #971439282
RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 098 - 2018***Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura*

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SNM/INDECOPI tomado como referencia el PC-017 "Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales" Segunda edición - diciembre 2012 de INDECOPI/SNM.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Temperatura de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Mínimo	Máximo
Temperatura	26,4 °C	27,2 °C
Humedad Relativa	69,8 %	72 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de la Dirección de Metrología INACAL	Termómetro Digital con incertidumbres del orden desde 0,012 °C hasta 0,025 °C	INACAL LT - 560 - 2017
		INACAL LT - 562 - 2017

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ
Telf: (511) 540-0642
Cel: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282
RPM: # 971439272 / #942635342 / #971439282
RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 098 - 2018***Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura*

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

INDICACIÓN DEL TERMOMETRO (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	CORRECCIÓN (°C)	INCERTIDUMBRE (K=2) (°C)
10,0	9,71	-0,29	0,14
20,0	19,72	-0,28	0,14
40,0	39,64	-0,36	0,14

TCV (Temperatura Convencionalmente Verdadera) = Indicación del termómetro + Corrección

Nota 1.- La profundidad de inmersión del sensor fue 100 mm de aproximadamente.**Nota 2.-** Tiempo de estabilización no menor a 10 minutos.**12. Incertidumbre**

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ
Telf.: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282
RPM: # 971439272 / #942635342 / #971439282
RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com