



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

“INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO- ARENA - IQUITOS, 2017”.

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORES:

CÁRDENAS APASA CRISTIAN OMAR

LÓPEZ SÁNCHEZ LUCIANO MANUEL

ASESORES:

ING. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA MSC

DRA. DELIA PEREA TORRES

SAN JUAN BAUTISTA-LORETO

2017

DEDICATORIA

CRISTIAN OMAR CÁRDENAS APASA

Para mis amados padres Luis Alberto Cárdenas Villacorta y Magdalena Sofia Apaza de Cárdenas, que con su apoyo incondicional y constante, hicieron de cada mañana un día mejor para mi vida; a mi esposa Jennifer Rossana Gómez Zevallos y a mi hija Mia Sofia Cárdenas Gómez que son mi motor y motivo para continuar mi camino de superación profesional.

LUCIANO MANUEL LÓPEZ SÁNCHEZ

A mis amados padres Luis Alberto López Vinatea y Nadir Sánchez Sifuentes por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros se los debo a ustedes que siempre me apoyaron incondicionalmente en la parte moral y económica para llegar a tener la mejor herencia que todo hijo pueda recibir que es una profesión.

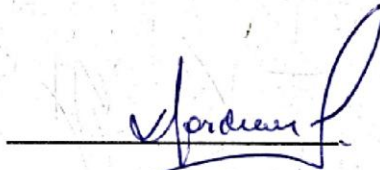
A mi abuela Lilia Vinatea Cabrejos y demás familiares, en general, por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el trascurso de mi carrera universitaria.

AGRADECIMIENTOS

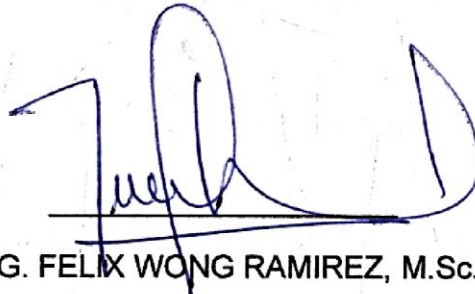
Al Ingeniero Ulises Octavio Irigoien Cabrera por su asesoramiento constante durante la ejecución del trabajo de investigación, al personal técnico del Laboratorio de Mecánica de Suelos por brindarnos su tiempo para apoyo durante los ensayos que se realizaron; y, a la Universidad Científica del Perú por darnos los conocimientos necesarios y brindarlos los ambientes para que esta tesis pueda ser elaborada.

APROBACIÓN

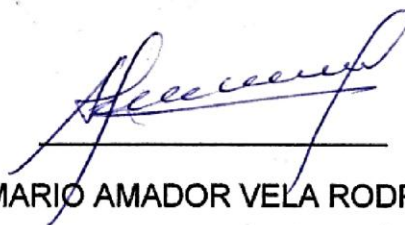
Trabajo de Investigación Asistida, sustentado en acto público el día...27..
de.....MARZO.....del 2019.



ING. CARMEN PATRICIA CERDEÑA DEL ÁGUILA, DRA.
PRESIDENTE DEL JURADO



ING. FELIX WONG RAMIREZ, M.Sc.
MIEMBRO DEL JURADO



ING. MARIO AMADOR VELA RODRÍGUEZ
MIEMBRO DEL JURADO



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP
 "Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

FACULTAD
 CIENCIAS E
 INGENIERÍA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
 PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Con Resolución Decanal N°106-2019-UCP-FCEI del 11 de marzo de 2019, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador y Dictaminador de la Sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional a los Señores:

- Ing. Carmen Patricia Cerdeña del Águila, Dra. Presidente
- Ing. Félix Wong Ramírez, M.Sc. Miembro
- Ing. Mario Amador Vela Rodríguez Miembro

En la ciudad de Iquitos, siendo las 11:00 horas del día miércoles 27 de marzo de 2019, en las instalaciones de la UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa del Trabajo de Suficiencia Profesional: "INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA-IQUITOS, 2017"

Presentado por los sustentantes:

CRISTIAN OMAR CARDENAS APASA

y

LUCIANO MANUEL LÓPEZ SÁNCHEZ

Como requisito para optar el título profesional de: **Ingeniero Civil**

Luego de escuchar la Sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: *Satis factus*

El jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La Sustentación es: *Aprobado (Cum Laude)*

En fe de lo cual los miembros del jurado firman el acta.


 Presidente

 
 Miembro Miembro

CALIFICACIÓN:	Aprobado (a) Sumo Cum Laude	19 - 20
	Aprobado (a) Magna Cum Laude	17 - 18
	Aprobado (a) Cum Laude	15 - 16
	Aprobado (a)	13 - 14
	Desaprobado (a)	00 - 12

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
PORTADA	I
APROBACIÓN.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO	V
ÍNDICE DE TABLA.....	IX
ÍNDICE DE FIGURA	X
RESUMEN.....	. XI
ABSTRACT.....	XII
CAPÍTULO I	
Introducción.....	1
CAPÍTULO II	
Marco Teórico Referencial	
2.1. Antecedentes del estudio	4
2.2. Bases Teóricas	6
2.2.1. Los plastificadores.....	6
2.2.1.1 Mecanismo de acción de un plastificante.....	7
2.2.1.2 Poder de humectación.....	8
2.2.1.3 Dispersión.....	9
2.2.1.4 Influencia del plastificante en la resistencia.....	10
2.2.2. Cemento Portland	11
2.2.3. Agua.....	12

2.2.4. Agregado fino	13
2.2.5. Aditivo.....	14
2.2.6. Sika Cem Plastificante.....	14
2.3. Definición de Términos Básicos.....	16

CAPÍTULO III

Planteamiento del problema de investigación..... 18

3.1. Descripción del Problema.....	18
3.2. Formulación del problema.....	18
3.3. Objetivos.....	19
3.3.1. Objetivo general.....	19
3.3.2. Objetivos específicos.....	19
3.4. Hipótesis.....	
3.4.1 Hipótesis general.....	19
3.4.2 Hipótesis específicas.....	19
3.5. Variables.....	20
3.5.1. Identificación de variables e indicadores.....	20

CAPÍTULO IV:

Metodología.....21

4.1. Tipo de investigación.....	21
4.2. Diseño de investigación	21
4.3. Población y muestra	21
4.4. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos....	22
4.4.1. Técnicas de recolección de datos.....	22
4.4.2. Instrumentos de recolección de datos.....	22
4.4.3. Procedimientos de recolección de datos.....	22

4.5. Procedimiento, análisis e interpretación de la información.	23
---	----

CAPÍTULO V

Resultados	24
5.1. Resultados de la investigación	24
5.1.1. Agregado Fino	24
5.1.1.1. Análisis granulométrico.....	24
5.1.1.2. Peso unitario del agregado fino.....	26
5.1.1.3. Gravedad específica y absorción.....	26
5.1.1.4. Cantidad de material fino.....	27
5.1.1.5. Resumen de los ensayos.....	28
5.1.2. Diseños de mezcla	28
5.1.2.1. Cálculos de los diseños.....	28
5.1.3. Resultados de los ensayos del concreto fresco.....	52
5.1.4. Resistencia a la compresión.....	53
5.2. Análisis e interpretación de los resultados.....	77
5.2.1. Resumen de la resistencia a la compresión.....	77
5.2.2. Progresión de la resistencia a la compresión.....	79
5.2.3. Desviación estándar y coeficiente de variación.....	82
5.2.4. Cantidad de cemento y aditivo por metro.....	87
Cúbico de concreto. Comparación de costo	
De concreto.	

CAPÍTULO VI:

Discusión, conclusiones y recomendaciones.....	90
6.1. Discusión.....	90
6.2. Conclusiones.....	91
6.3. Recomendaciones.....	91
CAPÍTULO VII	
Referencias bibliográficas.....	92
ANEXOS.	
Anexo N° 01: Matriz de Consistencia.....	94
Anexo N° 02: Matriz ficha técnica	96
Anexo N° 03: Panel fotográfico	99

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 01.	Análisis granulométrico del agregado fino (M-1).....	23
TABLA 02.	Análisis granulométrico del agregado fino (M-2).....	24
TABLA 03.	Análisis granulométrico del agregado fino (M-3).....	24
TABLA 04.	Peso unitario suelto.....	25
TABLA 05.	Peso unitario compactado.....	25
TABLA 06.	Gravedad específica y absorción del agregado fino.....	26
TABLA 07.	Cantidad de finos en agregado fino.....	26
TABLA 08.	Propiedades de agregado fino.....	27
TABLA 09.	Asentamiento (Slump) del concreto fresco.....	51
TABLA 10.	Peso unitario del concreto fresco.....	51
TABLA 11.	Resumen de resistencias a la compresión.....	76
TABLA 12.	Resumen de las desviaciones estándar.....	82
TABLA 13.	Resumen de los coeficientes de variación.....	84
TABLA 14.	Cantidad de cemento y aditivo por metro cúbico. Comparación de costo del concreto.....	87

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 01. Análisis granulométrico del agregado fino (M-1).....	23
FIGURA 02. Análisis granulométrico del agregado fino (M-2).....	24
FIGURA 03. Análisis granulométrico del agregado fino (M-3).....	24
FIGURA 04. Resistencia a la compresión (3 días del curado).....	76
FIGURA 05. Resistencia a la compresión (7 días del curado).....	77
FIGURA 06. Resistencia a la compresión (14 días del curado).....	77
FIGURA 07. Resistencia a la compresión (28 días del curado).....	78
FIGURA 08. Progresión de la resistencia, relación $a/c=0.66$	79
FIGURA 09. Progresión de la resistencia, relación $a/c=0.62$	79
FIGURA 10. Progresión de la resistencia, relación $a/c=0.58$	80
FIGURA 11. Progresión de la resistencia, diseños sin aditivo.....	80
FIGURA 12. Progresión de la resistencia, diseños con aditivo.....	81
FIGURA 13. Desviación estándar (3 días del curado).....	82
FIGURA 14. Desviación estándar (7 días del curado).....	83
FIGURA 15. Desviación estándar (14 días del curado).....	83
FIGURA 16. Desviación estándar (28 días del curado).....	84
FIGURA 17. Coeficiente de variación (3 días del curado).....	85
FIGURA 18. Coeficiente de variación (7 días del curado).....	85
FIGURA 19. Coeficiente de variación (14 días del curado).....	86
FIGURA 20. Coeficiente de variación (28 días del curado).....	86
FIGURA 21. Cantidad de cemento por metro cúbico del concreto.....	88

RESUMEN

El presente trabajo de investigación evalúa la influencia de aditivo plastificante SikaCem de la marca SIKA en la resistencia a la compresión del concreto cemento-arena (sin el uso de agregado grueso) con los materiales accesibles en la ciudad de Iquitos. El objetivo de la investigación es realizar las pruebas comparativas en las mezclas de concreto sin aditivo y con el uso de aditivo SikaCem.

Para lograr el objetivo se realizó pruebas en seis diseños de mezcla. Tres de ellos corresponden a diseños sin el uso de aditivo y otros tres con el uso de SikaCem. Se empleó tres relaciones agua/cemento: 0.66, 0.62 y 0.58 para pruebas sin y con aditivo. El estudio se enfocó en las pruebas de la resistencia a la compresión de concreto a los 3, 7, 14 y 28 días a partir del curado con 9 testigos por cada edad.

Como conclusión, se obtuvo valores de resistencia superiores a los obtenidos sin el uso de aditivo para las mismas relaciones agua/cemento; y, los valores de resistencia del concreto cemento -arena con aditivo presentan homogeneidad (variación mínima).

EL informe consta de siete (7) capítulos y un (1) capítulo adicional de Referencias Bibliográficas.

Palabras Clave: Aditivo plastificante; resistencia a la compresión y concreto cemento-arena.

ABSTRACT

The present work of investigation evaluates the influence of plasticizing additive SikaCem of the SIKA brand in the compressive strength of cement-sand concrete (without the use of coarse aggregate) with the accessible materials in the City of Iquitos. The objective of the research is to perform the comparative tests in concrete mixtures without the use and with the use of SikaCem additive.

To achieve the objective, tests were carried out on six mixing designs. Three of them correspond to designs without the use of additive and another three with the use of SikaCem. Three water/cement ratios were used: 0.66, 0.62 and 0.58 for tests without and with additive. The study focused on concrete compressive strength tests at 3, 7, 14 and 28 days after curing with 9 controls per age.

In conclusion, higher resistance values were obtained than those obtained without the use of additive for the same water / cement ratios; and, the resistance values of concrete cement - sand with additive present homogeneity (minimum variation).

The report consists of seven (7) chapters and one (1) additional chapter of Bibliographic References.

Key Words: Plasticizer additive, resistance to compression and concrete cement-sand.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El uso de concreto cemento-arena en el mundo es muy poco frecuente, por eso no existen investigaciones sobre el tema de uso de los aditivos en los casos donde este material intervenga como único agregado en la elaboración de la mezcla de concreto. En la región Loreto poco se hace para intentar reducir el costo del concreto y mejorar sus propiedades físicas y mecánicas; lo que afecta prácticamente casi a toda población loreтана. El costo de cemento casi siempre es el mayor gasto en las obras inclusive en las simples construcciones de viviendas unifamiliares. Los aditivos plastificantes, aunque casi no existen en el mercado loreetano, son fácilmente accesibles en Lima y otras provincias del Perú. El transporte de aditivos resultaría relativamente barato, gracias al bajo volumen y peso que se requiere para su uso en el concreto.

La investigación beneficiaría a la industria de construcción en la selva peruana influyendo en la reducción del costo de obras y aumentando la calidad de su construcción. Todos los loretanos podrían en forma directa o indirecta beneficiarse invirtiendo menos durante la construcción o renovación de sus propias viviendas; así como, al usar infraestructura pública de mayor calidad.

La ciudad de Iquitos y la región Loreto en general es un territorio aislado dentro de los límites del Perú. Este aislamiento debido a la falta de conectividad genera varios problemas a nivel económico en esta región: Uno de ellos es el elevado costo del concreto en la industria de construcción. Esto se debe a alto precio de cemento, el cual es transportado a Loreto muchos kilómetros por medio de transporte terrestre y fluvial. El transporte por los ríos es indispensable en este momento, porque Iquitos no tiene ninguna conexión terrestre con el resto del país.

Otro factor que sube el costo del concreto se debe a la inexistencia es la falta de presencia de canteras de agregado grueso (piedra) en esta región. Los ingenieros desde hace mucho tiempo solucionan este inconveniente simplemente omitiendo este importantísimo tipo de agregado del concreto. Casi todas las estructuras son construidas con un material, al que académicamente se le denomina concreto cemento-arena, es decir, constituido por la mezcla de arena, cemento y agua con ausencia del agregado grueso. En la región Loreto se lo emplea en la construcción de la generalidad de la infraestructura no vital, donde normalmente en el resto del Perú se usa el concreto. “normal”, elaborada con la piedra.

El concreto cemento-arena presenta las siguientes desventajas:

- Mayor contracción durante el fraguado
- Mayor requerimiento de agua
- Mayor requerimiento del cemento y por consiguiente el mayor calor de hidratación de concreto
- Rápido desgaste superficial en los pavimentos rígidos
- Otros

El mayor requerimiento de cemento en el concreto empleado en Iquitos es un factor, que encarece su elaboración. Aunque la producción de concreto en Loreto ya es cara, prácticamente no se emplea los aditivos que podrían bajar el requerimiento de cemento en la mezcla. En todo el mundo moderno el uso de aditivos plastificantes es muy común, porque gracias a ellos se puede usar menos cemento. El ahorro en cemento compensa el costo del mismo aditivo, mejorando trabajabilidad de la mezcla fresca sin afectar su resistencia.

Otro gran problema en Iquitos es la calidad de arenas. Prácticamente el mejor agregado fino lo encontramos en las canteras a lo largo de los primeros treinta kilómetros de la carretera Iquitos-Nauta. Desgraciadamente, este material no cumple con la norma ASTM C-33, pues el módulo de fineza de esas arenas oscila entre 0,9 y 1,6, mientras las normas exigen mínimo 2,3. Además, su gradación es muy pobre y

su granulometría está lejos de cumplir las especificaciones de ningunas de las normas técnicas. Todos esos problemas causan gran requerimiento de agua en las mezclas de concreto cemento-arena en la región. La cantidad de agua en las mezclas oscila entre 270 y 310 litros por metro cúbico, casi duplicándose requerimientos de agua en los concretos hechos con agregados de alta calidad en otras partes del mundo. El propósito primordial de los plastificantes es reducir este requerimiento, por eso estas sustancias químicas llevan otro nombre frecuentemente usado – reductores de agua. En el mundo entero existen infinidad de estudios de la influencia esos productos en los concretos hechos con los agregados que cumplen las normas establecidas; pero, el estado actual de la investigación de uso de estos aditivos plastificantes o superplastificantes en las mezclas parecidas a las que se usa en la Ciudad de Iquitos es prácticamente nulo. Es cierto que los reductores de agua se diseñaron para el uso en los concretos que cumplen todas esas especificaciones, no obstante ello, el propósito de esta investigación es comprobar si los plastificantes pueden realmente ayudar en el problema tan difícil como es la producción de concreto cemento-arena de resistencia estructural y sin incremento sustancial de su costo.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

- HERNÁNDEZ PREISLER, César Augusto (2005) en su trabajo de tesis titulado, PLASTIFICANTES PARA EL HORMIGÓN bajo el objetivo de recopilar la información disponible sobre los aditivos plastificantes para concreto, desarrollo su investigación recopilando datos e información de diversas tesis y de la literatura científica existente a esos años; y, llego a formular entre otras, las siguientes conclusiones:

El uso de aditivos plastificantes nos presenta múltiples ventajas:

- Aumenta la resistencia de concreto
 - Aumenta impermeabilidad de concreto
 - Mejor trabajabilidad
 - Mayor homogeneidad
-
- ✓ MILLONES PRADO, Ángel Antonio (2008), en su trabajo de tesis titulado, CONCRETO DE ALTA DENSIDAD CON SUPER PLASTIFICANTE, se formuló como objetivo comparar los costos de un concreto patrón sin plastificante y un llamado concreto pesado usando un superplastificante.

La investigación se realizó en base a una serie de ensayos en laboratorio de las principales propiedades de concreto fresco y endurecido. Los resultados arrojaron datos muy favorables para el concreto con aditivo plastificante, conservando la misma relación agua – cemento, las resistencias del concreto con aditivo presentaban resistencias, en promedio, de 30% mayores que el concreto patrón sin aditivo.

- DÍAZ VILCA, Miguel Justiniano (2010), EN LA TESIS “CORRELACIÓN ENTRE LA POROSIDAD Y LA RESISTENCIA DEL CONCRETO”, concluyó lo siguiente:

Que los puntos que correlacionan la porosidad (X) y la resistencia a la compresión a los 28 días (Y), presentan una concentración a lo largo de un eje aproximadamente recto y de forma descendente. En base a lo cual este investigador afirma que, hay una tendencia a que los valores de “Y” disminuyan a medida que aumentan los de “X”.

- SALVATIERRA HUINCHO Edher (2011), EN LA TESIS “CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA USANDO ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, MICROSILICE Y NANOSILICE CON CEMENTO PORTLAND TIPO I” concluyó lo siguiente:

Que se ha logrado obtener un concreto de alta resistencia a la compresión, con un valor de 1423 kg/cm² a la edad de 90 días y que además tiene la propiedad de ser un concreto auto compactado; asimismo, también concluyó que, el aditivo superplastificante en una dosis del 3,0% en peso del cemento reduce la cantidad de agua en más del 40,0%.

- ARI QUEQUE, Ismael (2002), EN LA TESIS “ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO, DE MEDIANA Y ALTA RESISTENCIA, CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y RETARDADOR DE FRAGUADO, CON CEMENTO PORTLAND TIPO I”, concluyó lo siguiente:

Los porcentajes de reducción de agua son significativos, conforme se incrementa la dosificación del aditivo y que la relación agua/ cemento, sea menor.

El Peso Unitario y Contenido de Aire del Concreto, en estado fresco se incrementa conforme aumenta la dosificación del aditivo y la relación agua/ cemento. Para el caso de exudación disminuye en gran porcentaje conforme se incrementa la

dosificación del aditivo, lo que nos indica que aditivo aplicado ayuda a retener el agua del mezclado, por lo que nos proporciona un concreto de baja porosidad.

Con respecto al tiempo de fraguado inicial y final, ésta se incrementa conforme se aumenta la dosificación del aditivo, lo que nos indica que se produce aumento en la de la mezcla y la viscosidad y que el tiempo de endurecimiento del concreto es mayor.

- FLORES HUAMANI, Mauro (2005), EN LA TESIS “ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PESADO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CEMENTO PORTLAND TIPO I Y UN ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE” concluyó lo siguiente:

El uso del aditivo superplastificante es necesario cuando se requiere disminuir el agua de diseño con la intención de elevar las resistencias finales del concreto.

Se confirma que la reducción del agua de diseño debido a la inclusión del aditivo superplastificante, determinan que las resistencias iniciales se elevan considerablemente.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Los plastificadores.

En la página web www.wikipedia.org encontramos la siguiente información:

“Los plastificadores suelen obtenerse a partir de lignosulfonatos, un producto intermedio de la industria papelera. En cambio, los superplastificadores generalmente proceden de naftaleno formaldehído sulfonatado o de melamina formaldehído sulfonatado, si bien existe una nueva generación de superplastificadores desarrollados a partir de éteres policarboxílicos. Los plastificadores tradicionales a base de lignosulfatos y los superplastificadores a base de naftaleno y melamina dispersan las partículas de cemento floculadas mediante un mecanismo de repulsión electrostática. En

los plastificadores normales, las sustancias activas son adsorbidas sobre las partículas de cemento cargándolas negativamente, lo que provoca la repulsión entre ellas al tener cargas del mismo signo”.

“Los éteres policarboxílicos, base de la nueva generación de superplastificadores, no son sólo químicamente diferentes de los productos basados en melamina y naftaleno sulfonatados, sino que su mecanismo de acción es también diferente, provocando la dispersión del cemento por estabilización estérica en lugar de por repulsión electrostática. Esta forma de dispersión es más potente y mejora la mezcla. Además, la estructura química de los éteres policarboxílicos permite un mayor grado de modificación química, pudiendo así adaptar la mezcla a las necesidades del trabajo específico a realizar”.

2.2.1.1 Mecanismo de acción de un plastificador.

“La parte activa del plastificante la componen moléculas en forma de hilitos finos que se concentran en toda la superficie de contacto, o sea, en la del cemento, de los áridos y de las burbujas de aire. Un extremo del hilito repele el agua y sobresale de la misma, mientras que el otro extremo la absorbe y estando introducido dentro del agua la atrae hacia la superficie de los componentes de la mezcla. De esta forma se aumenta de hecho la superficie humedecida y disminuye, por consiguiente, la cantidad de agua necesaria. Este fenómeno conocido como la disminución de la tensión superficial del agua, se efectúa liberando cierta cantidad de energía de trabajo lo que se demuestra fácilmente al añadir una gotita de plastificante al agua coloreada. Sin agitarla, ésta empieza a moverse, se forman remolinos quedando el plastificante uniformemente repartido. Este hecho tiene una gran importancia práctica ya que el plastificante se añade en proporciones muy pequeñas, del 0,1 al 0,7 % sobre el peso del cemento y es naturalmente muy importante que su reparto uniforme se logre con un mínimo de agitación”.

2.2.1.2 Poder de humectación

“El poder de humectación, es decir, la capacidad de humedecer se determina en el laboratorio midiendo en dinas/cm la tensión superficial del agua con o sin adición del plastificante. A mayor tensión superficial corresponde menor poder de humectación. El mercurio, por ejemplo, tiene una tensión superficial muy alta, 472 dinas/cm; su gota forma una esfera, o sea, un cuerpo con un mínimo de superficie. El alcohol, en cambio, la tiene muy baja, prácticamente nula, no forma gotas y se extiende completamente sobre un plano; su poder de humectación es muy elevado. El agua se encuentra entre ambos materiales, con una tensión superficial de 73 dinas/cm, aproximadamente; su gota forma sobre un plano una media esfera rebajada. Al añadir un plastificante en cantidad normal, baja su tensión a 40-50 dinas/cm, adquiriendo, por consiguiente, un mayor poder de humectación. Aumentando la proporción del plastificante se consigue rebajar aún más la tensión superficial del agua. En la obra es normalmente suficiente determinar solamente el poder relativo de humectación de un plastificante, comparando el escurrimiento de distintas clases de concretos en una mesa de sacudidas. En concretos de las mismas características, un plastificante de mejor calidad produce un mayor escurrimiento o lo que es lo mismo, una mayor reducción de la tensión superficial del agua. El efecto de un plastificante se manifiesta con mayor intensidad en concretos ricos de cemento que en concretos pobres, pero empleando un plastificante de buena calidad se consigue siempre mejorar notablemente también la calidad de un hormigón muy pobre en cemento. En unos ensayos realizados en el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, utilizando concretos de solamente 150 kg de cemento por metro cúbico, pudimos observar que conservando la misma trabajabilidad, al añadir 0,5 % de plastificante sobre el peso del cemento, la relación de a/c disminuyó en un 8 %, aumentando, no obstante, el escurrimiento en un 5,5 %, según lo comprobado en la mesa de sacudidas. La resistencia a la compresión aumentó a los 7 días en un 12 %, y a los 28 días en un 19 %”.

“Naturalmente, esta clase de ensayos nos proporcionan solamente valores relativos para comparar distintas clases de aditivos, pero son muy útiles para demostrar su eficacia, valiéndose de procedimientos sencillos y rápidos. Para esta clase de comprobación se recomienda la utilización de morteros, ya que el efecto resulta más pronunciado. En unos ensayos realizados con morteros de 22 % de cemento y 78 % de arena en peso, y relación a/c de 0,53 y 0,67, respectivamente, al añadir un aditivo plastificante en proporción de 0,5 y 0,7 % sobre el peso del cemento, el escurrimiento aumentó del 16,7 hasta el 88 %”.

2.2.1.3 Dispersión

“Otro efecto muy importante de un plastificante representa su poder de dispersión. Al absorber la superficie del cemento las moléculas que forman la parte activa del plastificante, se produce una carga electrostática. Las partículas del cemento quedan cargadas negativamente, y al repelerse mutuamente se produce una dispersión y, por consiguiente, su reparto más uniforme dentro de la mezcla. Al estar las partículas de cemento mejor repartidas, se aumenta también la facilidad de su humectación, resultando, además el concreto más homogéneo”.

2.2.1.4 Influencia del plastificante en la resistencia del concreto

“Hemos expuesto los tres efectos fundamentales que debe reunir un aditivo plastificante de calidad. Debido a la plastificación resulta el concreto más trabajable; a causa de la fluidificación se reduce la relación a/c, disminuyen los poros y conductos capilares y como resultado de la dispersión del cemento, intensificamos su humectación y obtenemos el concreto más homogéneo. Es lógico esperar una influencia favorable de estos efectos en el hormigón fraguado. Efectivamente y según lo demuestran los ensayos observamos al añadir un plastificante un aumento de resistencia entre el 10 y el 20 %. Conservando la misma trabajabilidad la reducción de la relación a/c es más pronunciada en los hormigones de consistencia fluida y disminuye a medida que los concretos se hacen más secos. El empleo de plastificante

está indicado principalmente en concretos vibrados, de consistencia relativamente fluida. Aparte del aumento de la resistencia, al resultar la estructura del concreto más homogénea y con menor volumen de huecos se consigue una mayor impermeabilidad, así como también una más elevada resistencia a la abrasión. Un procedimiento sencillo para demostrar esto último consiste en cubrir el concreto con una plancha de hierro perforada, siendo el diámetro del hueco de unos 10 cm, y someterlo durante un tiempo al desgaste por medio de un chorro de arena. Su composición es idéntica, solamente que uno tiene 15 % menos de agua, debido a la adición de un plastificante. Se observa claramente que este último ha sufrido mucho menos desgaste que el concreto sin plastificante. Naturalmente, esta prueba nos facilita únicamente valores relativos para comparar la resistencia a la abrasión de distintas clases de hormigones”.

2.2.2. Cemento Portland

Según la norma ASTM C – 150 y la Norma Técnica Peruana 334.009 (NTP 334.009), el cemento Portland es definido como el producto obtenido de la pulverización muy fina del Clinker, el cual está constituido esencialmente de silicato de calcio hidráulico; posteriormente a la calcinación, se le adiciona agua y sulfato de calcio (yeso).

La norma ASTM C – 150 clasifica el cemento Portland en cinco diferentes tipos de acuerdo a las propiedades de los cuatros compuestos principales: Tipo I, Tipo II, Tipo III, Tipo IV y Tipo V.

Se presenta en forma de un polvo finísimo, de color gris que, mezclado con agua, forma una pasta que endurece tanto bajo agua como en el aire. La primera de estas características es que necesita agua para el fraguado y se define como un aglomerante hidráulico.

Es obtenido mediante un proceso de fabricación que utiliza principalmente dos materias primas: caliza, con un alto contenido de cal en forma de óxidos

de calcio, y un componente rico en sílice, constituido normalmente por arcilla o eventualmente por una escoria de alto horno.

Estos componentes son mezclados en proporciones adecuadas y sometidos a un proceso de fusión incipiente en un horno rotatorio, del cual se obtiene un material granular denominado Clinker, constituido de cuatro (04) compuestos básicos:

- Silicato Tricálcico C_3S (30 – 60%)
Define la resistencia inicial en la primera semana y tiene mucha importancia en el proceso de hidratación.
- Silicato Dicálcico C_2S (15 – 37%)
Define la resistencia a largo plazo y tiene menor incidencia en el calor de hidratación.
- Aluminato Tricálcico C_3A (7 – 15%)
Acelera el endurecimiento en las primeras horas, también es responsable de la resistencia del cemento y los sulfatos ya que al reaccionar con estos produce sulfoaluminatos con propiedades expansivas.
- Aluminio-Férrico Tetracálcico C_4AF (8 – 10%)
Tiene la trascendencia en la velocidad de hidratación y secundariamente en el calor de hidratación.

2.2.3. Agua

Se entiende por agua de mezclado a la cantidad de agua total contenida en el concreto fresco. Esta cantidad es utilizada para el cálculo de la relación agua/cemento (a/c) y está compuesta por el agua agregada a la mezcla y la humedad superficial de los agregados.

El agua de amasado cumple una doble función en el concreto; por un lado, permite la hidratación del cemento, y por el otro es indispensable para asegurar la trabajabilidad y la buena compactación del concreto.

Está prohibido el empleo de aguas ácidas, calcáreas, minerales ya sea carbonatas o minerales; aguas provenientes de minas o relaves; aguas que contengan residuos industriales; aguas con contenido de sulfatos mayor del 1%; aguas que contengan algas, materia orgánica, humus o descargas de desagües; aguas que contengan azúcares o sus derivados; igualmente aquellas aguas que contengan porcentajes significativos de sales de sodio o de potasio disueltas, que puedan producir efectos desfavorables sobre el fraguado, la resistencia o la durabilidad del concreto o sobre las armaduras.

Podrá utilizarse aguas naturales no potables, únicamente si están limpias y libres de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica u otras sustancias que puedan ser dañinas al concreto, acero de refuerzo o elemento embebidos.

Al seleccionar el agua deberá recordarse que aquellas con alta concentración de sales deberán ser evitadas en la medida que no sólo pueden afectar el tiempo de fraguado, la resistencia del concreto y su estabilidad de volumen, sino que, adicionalmente, pueden originar eflorescencias o corrosión del acero de refuerzo.

El agua empleada en la preparación del concreto deberá cumplir con los requisitos de la norma NTP 339.088 y ser de preferencia, potable. Se considerarán aptas para el mezclado del concreto el empleo de aguas no potables cuyas propiedades y contenidos en sustancias disueltas sean como máximo las siguientes:

Requisitos	Unidad	Máximo
Cloruros	Ppm	300
Sulfatos	Ppm	300
Sales de magnesio	Ppm	125
Sales solubles	Ppm	500
pH	Ppm	Mayor de 7

Sólidos en suspensión	Ppm	500
Materia orgánica expresada en oxígeno	Ppm	10

2.2.4. Agregado fino

Se define como agregado fino a aquel proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, el cual pasa el tamiz 9.4 mm (3/8”) y cumple con los límites establecidos en las Normas NTP 400.037 o ASTM C 33.

El agregado fino puede consistir de arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Sus partículas limpias; de perfiles preferentemente angulares, duros, compactos y resistentes; libres de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales, u otras sustancias dañinas para el concreto.

2.2.5. Aditivo

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

Los aditivos son materiales utilizados como componentes del concreto o el mortero, los cuales se añaden a éstos durante el mezclado a fin de:

- Modificar una o algunas de sus propiedades, a fin de permitir que sean más adecuados al trabajo que se está efectuando.
- Facilitar su colocación.
- Reducir los costos de operación.

2.2.6. Sika Cem Plastificante

Es el aditivo que permite disminuir la cantidad de agua necesaria para obtener una determinada consistencia del mortero o concreto a utilizar.

Son aditivos que permiten, una reducción de la cantidad de agua para igual trabajabilidad, o un aumento de la manejabilidad para igual proporción de agua, es decir, provoca la dispersión de las partículas de cemento, agrupadas en flóculos comúnmente en una mezcla sin aditivos.

Esos aditivos mejoran la aptitud a la deformación de los morteros y concretos frescos bajo el efecto de un medio de compactación dado; su característica principal es aumentar la manejabilidad del concreto fresco, y/o reducir la cantidad de agua utilizada para un asentamiento determinado. Lo más frecuente es que se presenten bajo la forma de un líquido de color pardo oscuro, de una densidad que oscila entre 1,10 y 1,25 kg/dm³ (más raramente bajo la forma de un polvo de color castaño un poco claro). Las dosis que suelen utilizarse varían, en general, entre 1,0 y 2,0% de la masa del cemento.

Los aditivos plastificantes se pueden utilizar en todo tipo de concretos, donde se requieran condiciones normales o particulares de colocación:

- Mejoran los concretos bombeados, lanzados y los normales o convencionales.
- Mejoran los concretos simples (sin refuerzo), reforzados, prefabricados, pretensados y normales.
- Mejoran notablemente la manejabilidad de las mezclas, o alternativamente permiten reducir el agua a utilizar.
- Permiten obtener concretos impermeables, solos o en combinación con los aditivos incorporadores de aire.

Entre las ventajas y beneficios que se obtienen al utilizar los aditivos plastificantes tenemos:

- En Concreto Fresco:
 - ✓ Mejoran la trabajabilidad.
 - ✓ Mejora las características del terminado.
 - ✓ Menor energía de compactación.
- En Concreto Endurecido
 - ✓ Mejoran la apariencia final en el acabado.
 - ✓ Pueden aumentar la resistencia (compresión, flexión, tensión y la adherencia del concreto al refuerzo)
 - ✓ Reducen la permeabilidad.
 - ✓ Disminuyen los agrietamientos.
 - ✓ Pueden desarrollar mayores resistencias tempranas y finales.

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.

- **Aditivos plastificantes:** La NTP 339.086 define los aditivos como una sustancia añadida a los componentes fundamentales del concreto con el propósito de modificar alguna de sus propiedades.
Son materiales orgánicos o inorgánicos que se añaden a la mezcla durante o luego de formada la pasta de cemento y que modifican en forma dirigida algunas características del proceso de hidratación, el endurecimiento e incluso la estructura interna del concreto.
- **Cemento:** Según la norma ASTM C – 150 y la Norma Técnica Peruana 334.009 (NTP 334.009), el cemento Portland es definido como el producto obtenido de la pulverización muy fina del Clinker, el cual está constituido esencialmente de silicato de calcio hidráulico; posteriormente a la calcinación, se le adiciona agua y sulfato de calcio (yeso).

Etimológicamente, proviene del latín *Cementum*, usado en la vulgata por argamasa. Mezcla formada de arcilla y materiales calcáreos, sometidas a cocción y muy finamente molida, que mezclada a su vez con agua se solidifica y endurece. // ~ De Pórtland. m. cemento hidráulico así llamado por su color, semejante al de la piedra de las canteras inglesas de Pórtland. (Diccionario virtual Microsoft® Encarta® 2009. © 1993-2008 Microsoft Corporation).

- **Influencia:** La influencia es el efecto, consecuencia o cambio que produce una cosa en otra. La mezcla de mortero tiene influencia directa de los materiales que lo componen.
- **Mortero:** Mezcla de materiales cementante, agregado fino y agua que sirve generalmente como adhesivo para unir las unidades de albañilería y así formar un conjunto durable y resistente, para acabados, cimientos y otros usos.

Etimológicamente, proviene del latín *mortarium* y en la construcción conglomerado o masa constituida por arena, conglomerante y agua, que puede contener además algún aditivo. (Diccionario virtual Microsoft® Encarta® 2009. © 1993-2008 Microsoft Corporation).

- **Concreto:** Material constituido por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, que inicialmente denotan una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades resistentes y aislantes, lo que lo hace un material ideal para la construcción.

Proviene del inglés *concrete* también conocido como hormigón (ll mezcla de piedras y mortero). (Diccionario virtual Microsoft® Encarta® 2009. © 1993-2008 Microsoft Corporation).

- **Agregado Fino.** Es material proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas que pasan por el tamiz 3/8" (9.51 mm) y es retenido en el tamiz numero 200 (74 um), Norma Técnica peruana 400.011.
El agregado fino utilizado en este trabajo de investigación proviene de la cantera "Chancho" ubicada a la altura del kilómetro 20 de la carretera Iquitos -Nauta km 20.
- **Peso Específico.** Según NTP 400.022 es la relación entre el peso del material y su volumen, su diferencia con el peso unitario está en que éste no toma en cuenta el volumen que ocupan los vacíos del material. Es necesario tener este valor para realizar la dosificación de la mezcla y también para verificar que el agregado corresponda al material de peso normal.
- **Peso Específico de la Masa (PE_{masa}).** Es la relación del peso de la masa del agregado y el volumen total (incluyendo los poros permeables e impermeables, naturales del material).
- **Peso Específico de la Masa Saturado – Superficialmente Seco (PE_{sss}).** Es la relación entre el peso de la masa del agregado saturado superficialmente seco y el volumen del mismo.
- **Resistencia a la compresión.** Mide la capacidad mecánica del cemento. Es una de las más importantes propiedades, se expresa en kg/cm². En el laboratorio se determina mediante el ensayo a la compresión en probetas cubicas de 5cm (con mortero cemento -arena normalizada) (NTP 334.051)
- **Contenido de Aire.** Mide la cantidad de aire atrapado o retenido en la mezcla (mortero), se expresa en % del volumen total. En el laboratorio se determina mediante: Pesos y volúmenes absolutos de mortero C.A en el molde cilíndrico estándar (NTP 334.048).
- **Cantera.** Fuente principal de materiales pétreos los cuales se constituyen en uno de los insumos fundamentales en el sector de la construcción de obras civiles, estructurales, vías, presas y embalses, entre otros.
- **Laboratorio.** Local provisto de aparatos y utensilios adecuados para realizar experimentos científicos y análisis químicos.

CAPÍTULO III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

3.1 Descripción del problema

El uso de concreto cemento-arena en el mundo es muy poco frecuente, por eso no existen investigaciones sobre el tema de uso de los aditivos en este material. Es la razón por la cual se desea saber la influencia del aditivo plastificante en la resistencia a la compresión del concreto cemento-arena en la ciudad de Iquitos.

3.2. Formulación del problema

Problema General

- ❖ ¿Cómo influye el uso de aditivo plastificante SikaCem en la resistencia a la compresión del concreto cemento-arena producido con la arena extraída de la cantera ubicada en la carretera Iquitos-Nauta km. 20?

Problemas Específicos

- ❖ ¿El uso de aditivo plastificante SikaCem reducirá la cantidad del cemento en el concreto cemento-arena no afectando su resistencia?

- ❖ ¿El uso de aditivo plastificante SikaCem reducirá el costo del concreto cemento-arena?
- ❖ ¿El uso de aditivo plastificante SikaCem en el concreto cemento-arena reducirá la variabilidad de su resistencia?

3.3 OBJETIVOS

3.3.1 Objetivo general

- ❖ Determinar la influencia del uso de aditivo plastificante SikaCem en la resistencia a la compresión del concreto cemento-arena mediante los ensayos del laboratorio.

3.3.2 Objetivos específicos

- ❖ Determinar sí, el uso de aditivo plastificante SikaCem reduce la cantidad del cemento en el concreto cemento-arena.
- ❖ Determinar sí, el uso de aditivo plastificante SikaCem reduce el costo del concreto cemento-arena.
- ❖ Determinar si el aditivo plastificante Sika Cem reduce la variabilidad de la resistencia del concreto cemento-arena.

3.4 HIPÓTESIS

3.4.1 Hipótesis General

- ❖ El aditivo superplastificante influye beneficiosamente en el concreto cemento-arena.

3.4.2 Hipótesis Específicas

- ❖ El uso de aditivo superplastificante reduce la cantidad del cemento en el concreto cemento-arena.
- ❖ Aditivo superplastificante reduce la variabilidad de la resistencia en concreto cemento-arena.

- ❖ El uso de aditivo superplastificante reduce el costo del concreto cemento-arena.

3.5 VARIABLES

3.5.1 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES

Variables independientes:

- Aditivo superplastificante en la mezcla.
- Relación agua-cemento

Variables dependientes:

- Asentamiento de la mezcla de concreto
- Resistencia del concreto

Indicadores independientes:

- Cantidad de aditivo superplastificante
- Cantidad de agua
- Cantidad de cemento

Indicadores dependientes:

- Asentamiento (slump)
- Resistencia a la compresión del concreto
- Cantidad de cemento/m³
- Costo del m³ del concreto

CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA

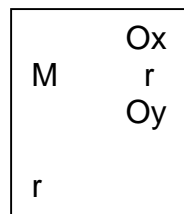
4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Estudio correlacional: Porque en el proyecto de investigación se analiza las relaciones entre dos variables (aditivo vs resistencia) en un contexto en particular. Este tipo de estudio mide el grado de asociación entre dos o más variables; es decir, miden cada variable, presuntamente relacionadas en los mismos sujetos y después analizan y evalúan la correlación. Tales correlaciones se sustentan en hipótesis sometidas a prueba.

4.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Diseño Experimental: Porque en la investigación se manipulo deliberadamente la variable independiente (diferentes porcentajes de aditivo superplastificantes en el concreto fresco) y se observó cambios en la variable dependiente (slump en el concreto fresco y resistencia a la compresión en el concreto endurecido).

Esquema:



Dónde: M = Muestra.

Ox Oy = observaciones a cada una de las variables.

r = Relación entre las variables.

4.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

Población: Aditivos plastificantes de concreto, Cementos Portland accesibles en el mercado de Iquitos, arenas de las canteras de Iquitos

Muestra: Aditivo superplastificante: Plastificante SikaCem
Cemento Portland Tipo Ico, marca Inka
Arena de la cantera Iquitos-Nauta km. 20 “Chancheros”.

4.4. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

4.4.1 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Técnicas: Observación.

4.4.2 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Instrumentos: Ficha de observación.

4.4.3 PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Procedimientos:

- Elaboración de instrumentos de recolección de datos.
- Aprobación del anteproyecto.
- Prueba de validez y confiabilidad a los instrumentos de recolección de datos.

- Aplicación de instrumentos de recolección de datos.
- Procesamiento de la información.
- Análisis e interpretación de los datos.
- Elaboración del trabajo de Investigación Asistida (Trabajo de suficiencia profesional).
- Presentación del Trabajo de Investigación Asistido (Trabajo de suficiencia profesional).
- Sustentación del Trabajo de Investigación Asistido (Trabajo de suficiencia profesional).

Los ensayos se realizaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales de la Universidad Científica del Perú.

4.5. PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN.

- El procesamiento de los datos se realizó en forma manual y computarizada sobre el plan de tabulación, se utilizó software estadístico de Windows EXCEL para el procesamiento de la información.

CAPÍTULO V. RESULTADOS

5.1. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1.1. Agregado fino

Se realizó los ensayos básicos del agregado fino con el fin de efectuar los diseños de mezcla. El agregado fino corresponde a arena de color blanco proveniente de la cantera ubicada en la carretera Iquitos-Nauta km. 20.

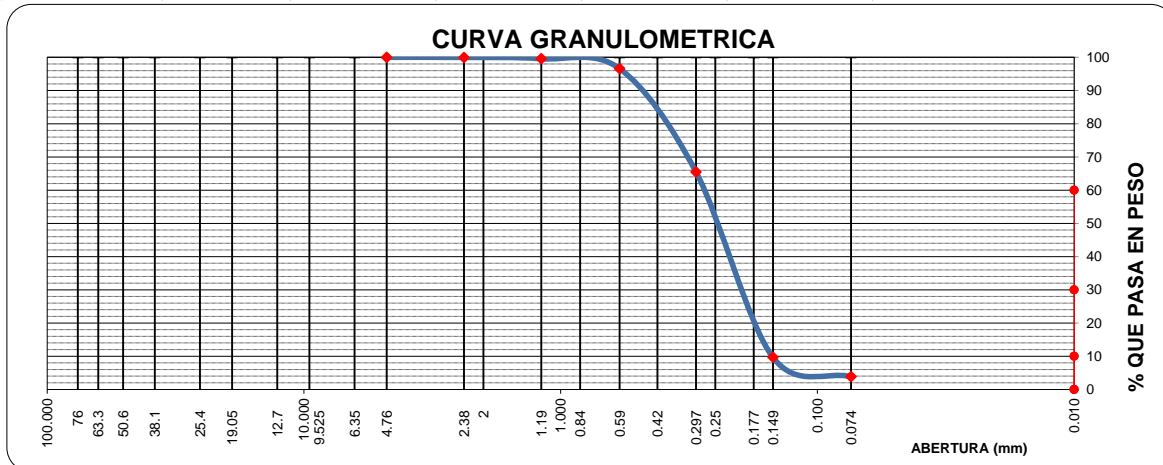
5.1.1.1 Análisis granulométrico

Análisis granulométrico se realizó de acuerdo con la norma ASTM C-136. En los siguientes cuadros podemos apreciar los resultados de tres pruebas independientes:

TABLA 01, FIGURA 01: Análisis granulométrico del agregado fino

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MUESTRA N° 01)
SEGÚN NORMA ASTM C - 136**

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		% Que Pasa	OBSERVACIONES
			Parcial	Acumulado		
N°04	4.760				100.00	MF : 1.29
N°08	2.380	0.18	0.04	0.04	99.96	
N°16	1.190	1.74	0.38	0.42	99.58	
N°30	0.590	13.69	2.97	3.39	96.61	
N°50	0.297	143.49	31.15	34.54	65.46	
N°100	0.149	256.97	55.78	90.32	9.68	
N°200	0.074	26.78	5.81	96.13	3.87	
Pasa N°200		17.81	3.87			

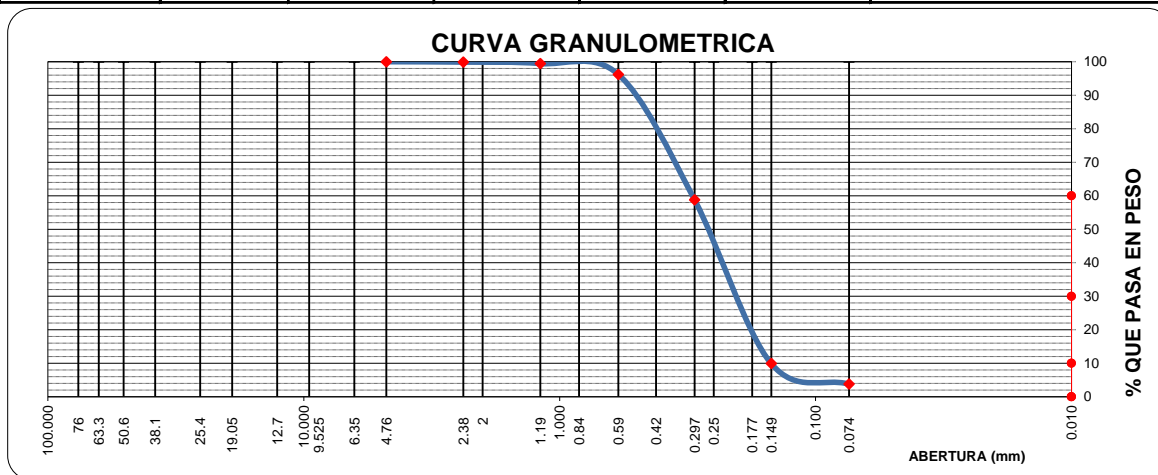


Fuente y elaboración propia

TABLAS 02, 03 - FIGURAS 02, 03 Análisis granulométrico del agregado fino

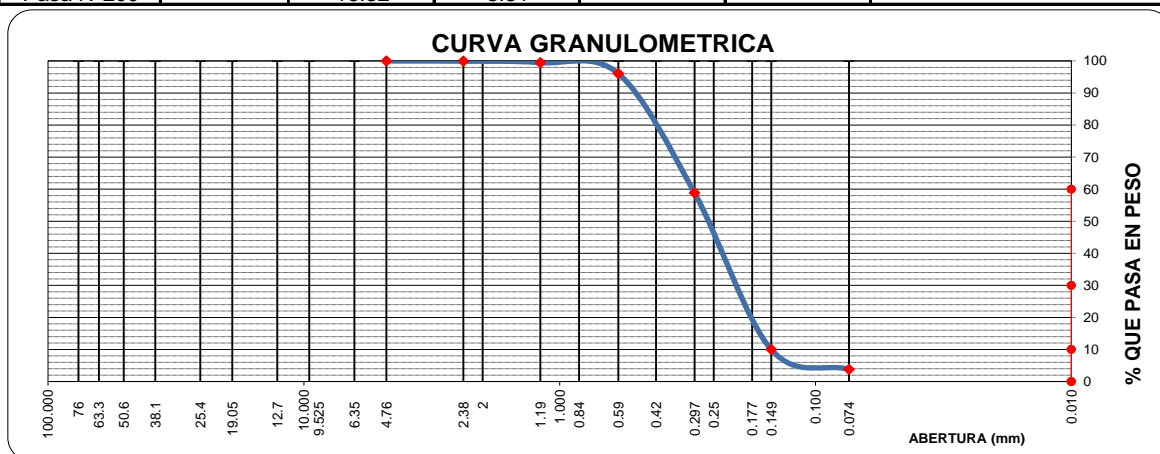
**ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MUESTRA N° 02)
SEGÚN NORMA ASTM C - 136**

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		% Que Pasa	OBSERVACIONES
			Parcial	Acumulado		
N°04	4.760				100.00	MF : 1.36
N°08	2.380	0.53	0.11	0.11	99.89	
N°16	1.190	2.03	0.43	0.54	99.46	
N°30	0.590	15.25	3.23	3.78	96.22	
N°50	0.297	176.38	37.41	41.19	58.81	
N°100	0.149	230.52	48.90	90.09	9.91	
N°200	0.074	28.84	6.12	96.20	3.80	
Pasa N°200		17.90	3.80			



**ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MUESTRA N° 03)
SEGÚN NORMA ASTM C - 136**

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		% Que Pasa	OBSERVACIONES
			Parcial	Acumulado		
N°04	4.760				100.00	MF : 1.36
N°08	2.380	0.25	0.06	0.06	99.94	
N°16	1.190	2.03	0.46	0.52	99.48	
N°30	0.590	15.07	3.41	3.93	96.07	
N°50	0.297	164.38	37.21	41.14	58.86	
N°100	0.149	215.81	48.86	90.00	10.00	
N°200	0.074	27.36	6.19	96.19	3.81	
Pasa N°200		16.82	3.81			



Fuente: elaboración propia

Fuente: elaboración propia

5.1.1.2. Peso unitario del agregado fino suelto y varillado.

El ensayo de peso unitario se realizó según la norma ASTM C-29. En las siguientes tablas se presenta los resultados.

TABLAS 04, 05: Peso unitario del agregado fino

**PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO
SEGÚN NORMA ASTM C - 29**

Nº DE ENSAYOS	1	2	3
(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	9505	9507	9504
(B) PESO DE MOLDE (g)	6220	6220	6220
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	3285	3287	3284
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm ³)	2114	2114	2114
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm ³)	1.554	1.555	1.553
PROMEDIO PESO UNITARIO (kg/m ³)	1,554		

Fuente elaboración propia

**PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO
SEGÚN NORMA ASTM C - 29**

Nº DE ENSAYOS	1	2	3
(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	10020	10024	10027
(B) PESO DE MOLDE (g)	6220	6220	6220
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	3800	3804	3807
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm ³)	2114	2114	2114
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm ³)	1.798	1.799	1.801
PROMEDIO PESO UNITARIO (kg/m ³)	1,799		

Fuente elaboración propia

5.1.1.3 Gravedad específica y absorción del agregado fino.

El ensayo de gravedad específica y absorción se realizó de acuerdo con la norma ASTM C-128. En el siguiente cuadro se presenta los resultados:

TABLA 06: Gravedad específica y absorción del agregado fino

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO
SEGÚN NORMA ASTM C - 128**

N° DE ENSAYOS		1	2	3	PROMEDIO
S	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire) (g)	215.63	226.76	214.88	
B	Peso Frasco + H2O (g)	642.24	707.72	675.96	
C	Peso de Mat. + H2O en el Frasco (g)	775.78	848.03	808.84	
A	Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C) (g)	214.12	225.27	213.42	
Gravedad Específica (Base Seca)		2.608	2.606	2.603	2.606
Gravedad Específica (S.S.S)		2.627	2.623	2.620	2.623
Gravedad Específica Aparente (Base Seca)		2.657	2.651	2.650	2.653
% de Absorción		0.71	0.66	0.68	0.68

Fuente: elaboración propia

$$\text{Gravedad específica (secado en horno – base seca)} = \frac{A}{B+S-C}$$

$$\text{Gravedad específica (S.S.S. Saturado Superficialmente Seco)} = \frac{S}{B+S-C}$$

$$\text{Absorción) } = \frac{S-A}{A} \times 100 \%$$

5.1.1.4. Cantidad de material fino que pasa por el tamiz N°200.

El ensayo de la cantidad de material fino que pasa por la malla N°200 se efectuó de acuerdo con la norma ASTM C-117. En la siguiente tabla se presenta los resultados

TABLA 07: Cantidad de finos en agregado fino

**CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N°200
SEGÚN NORMA ASTM C - 117**

N° DE ENSAYOS	1	2	3
(A) PESO DE MUESTRA + TARA (g)	422.36	439.00	399.33
(B) PESO DE MUESTRA LAVADA + TARA (g)	370.42	393.90	350.37
(C) PESO DE TARA (g)	103.42	158.11	99.24
(D=A-C) PESO DE MUESTRA (g)	318.94	280.89	300.09
(E=B-C) PESO DE MUESTRA LAVADA (g)	267.00	235.79	251.13
(F=D-E) PESO DEL MATERIAL FINO (g)	51.94	45.10	48.96
(F/D*100%) % QUE PASA LA MALLA N°200	16.29	16.06	16.32
PROMEDIO DE % QUE PASA MALLA N°200	16.22		

Fuente elaboración propia

5.1.1.5. Resumen de los ensayos del agregado fino.

En el siguiente cuadro podemos apreciar las propiedades básicas del agregado fino empleado en las mezclas de prueba:

TABLA 08: Propiedades del agregado fino

PROPIEDADES DE AGREGADO FINO		
Gravedad específica (base seca)	2.606	
Gravedad específica (base saturada - S.S.S.)	2.623	
Gravedad específica aparente	2.653	
Peso unitario suelto	1,554	kg/m ³
Peso unitario compactado	1,799	kg/m ³
Módulo de fineza	1.34	
% que pasa malla n° 200	16.22	%

Fuente elaboración propia

5.1.2. Diseños de mezcla

Se realizó en total 6 diseños de mezcla con relaciones agua cemento 0.66, 0.62 y 0.58 sin aditivo y con mismas relaciones con aditivo para poder comparar sus propiedades. A continuación, se presenta los cálculos de las proporciones de mezclas incluyendo ensayo de Peso Unitario, Rendimiento y Aire Atrapado según norma ASTM C-29 y respectivas correcciones.

5.1.2.1. Cálculos de los diseños

En los diseños con aditivo plastificante se usó la dosificación máxima del aditivo según ficha técnica del SikaCem y corresponde a 500 ml por bolsa de cemento. Cantidad de agua por metro cúbico se ajustó para obtener la consistencia plástica para todos los diseños.

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

CEMENTO - ARENA

0.66 SIN ADITIVO

INFORMACIÓN

A. MATERIALES

CEMENTO

Marca y Tipo : **INKA TIPO Ico**
Peso Específico : 2.96 gr/cc
Peso Unitario : 1500 kg/m³

AGREGADO FINO

ARENA BLANCA

Peso Específico : 2.61 gr/cc
Porcentaje de Absorción : 0.68 %
Peso Unitario Suelto : 1,554 kg/m³
Peso Unitario Compactado : 1,799 kg/m³
Módulo de Fineza : 1.34
Humedad para Diseño : 6.67 %

ADITIVO

PLASTIFICANTE SIKACEM

Peso Específico : 1.20 gr/cc 1200 kg/m³

B. CARACTERÍSTICAS

DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Estimación de Agua : 300 Lts/m³
Relación Agua/Cemento (A/C) : 0.66
Factor Cemento : $300.00 / 0.66 = 454.5 = 10.69$ Bls./m³
Contenido de Aire Atrapado : 4.50 %

C. CALCULO

CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento : $454.5 / 2960 = 0.154$ m³
Agua : $300.00 / 1000 = 0.300$ m³
Aire Atrapado : $4.50 / 100 = 0.045$ m³
0.499 m³

Volumen Absoluto de los agregados : $1.000 - 0.499 = 0.501$ m³
Peso del Agregado Fino : $0.501 \times 2606 = 1305.6$ m³

VALORES DE DISEÑO

Cemento : 454.5 kg/m³
Agua (restando el aditivo) : 300.0 lts/m³
Agregado Fino : 1305.6 kg/m³

CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Húmedo del A. Fino	:	1305.60	x	1.0667	=	1392.68	Kg/m3
Humedad Superficial A. Fino	:	6.67	-	0.68	=	5.99	%
Aporte de Humedad A. Fino	:	1305.60	x	0.06	=	78.21	Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	300.00	-	78.21	=	221.8	Lts.

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	454.50	kg/m3
Agua	:	221.80	lts/m3
Agregado Fino	:	1392.68	kg/m3

PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	454.50	/	454.50	=	1.00	
Agregado Fino	:	1392.68	/	454.50	=	3.06	
Agua	:	0.49	x	42.50	=	20.83	Lts/m3

DOSIFICACIÓN EN PESO

C		AF		Agua
1	:	3.06	:	20.83

 Lts/m3

PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie3)

Peso Unitario Suelto Húmedo A. fino	:	1657.65	kg/m3
-------------------------------------	---	---------	-------

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN

C		AF		Agua
1	:	2.75	:	20.83

 Lts/m3

DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5	kg
Agregado Fino	:	130.1	kg
Agua Efectiva	:	20.83	lts.

PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO
ASTM C-138

Relación agua/cemento: **0.66** **SIN ADITIVO**

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO (ARENA EN ESTADO COMPLETAMENTE SECO)

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO :	454.50 kg	0.154 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*) :	1314.48 kg	0.501 m3
AGUA :	300.00 lts.	0.300 m3
PESO TOTAL DE MATERIALES	2068.98 kg	0.955 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{2068.98 \text{ kg}}{0.955 \text{ m}^3} = \mathbf{2167.19 \text{ kg/m}^3}$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	17834	8679	8662
(B) PESO DE MOLDE (g)	3341	2876	2876
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	14493	5803	5786
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	7074	2827	2827
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.049	2.053	2.047
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)	2.04939		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)	2049.39		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{2068.98 \text{ kg.}}{2049.39 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1.0096 \text{ m}^3}$$

$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{1.0096 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = \mathbf{1.0096}$$

$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{454.5 \text{ m}^3.}{1.0096 \text{ m}^3} = \mathbf{450.18 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{10.59 \text{ bolsas/m}^3}$$

$$\text{CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO} = \frac{2167.19 - 2049.39}{2167.19} \times 100 = \mathbf{5.45 \%}$$

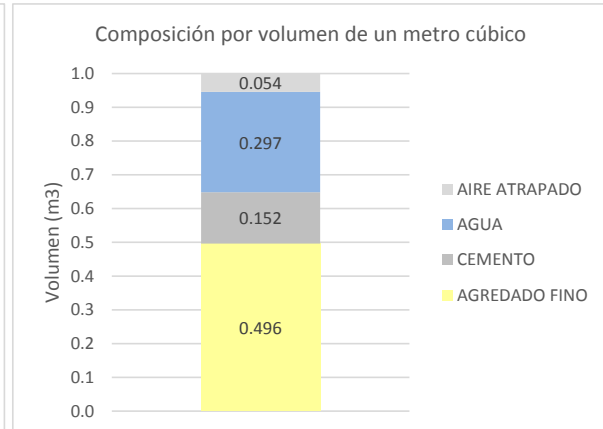
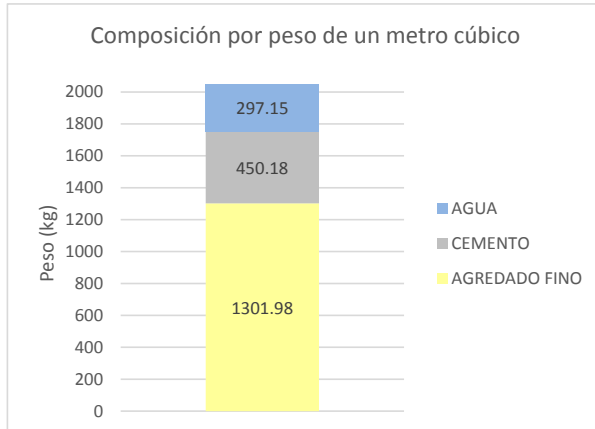
(Método Volumétrico)

$$\text{CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO} = \mathbf{5.50 \%}$$

(Método a Presión - Washington)

COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	: 450.18 kg	0.152 m ³
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S.)	: 1301.98 kg	0.496 m ³
AGUA	: 297.15 lts.	0.297 m ³
AIRE ATRAPADO	: 0.00 kg	0.054 m ³
TOTAL	: 2049.30 kg	1.000 m ³



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

CEMENTO - ARENA

0.62 SIN ADITIVO

INFORMACIÓN

A. MATERIALES

CEMENTO

Marca y Tipo : **INKA TIPO Ico**
 Peso Específico : 2.96 gr/cc
 Peso Unitario : 1500 kg/m³

AGREGADO FINO

ARENA BLANCA

Peso Específico : 2.61 gr/cc
 Porcentaje de Absorción : 0.68 %
 Peso Unitario Suelto : 1,554 kg/m³
 Peso Unitario Compactado : 1,799 kg/m³
 Módulo de Fineza : 1.34
 Humedad para Diseño : 4.60 %

ADITIVO

PLASTIFICANTE SIKACEM

Peso Específico : 1.20 gr/cc 1200 kg/m³

B. CARACTERISTICAS

DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Estimación de Agua : 300 Lts/m³
 Relación Agua/Cemento (A/C) : 0.62
 Factor Cemento : 300.00 / 0.62 = 483.9 = 11.39 Bls./m³
 Contenido de Aire Atrapado : 4.50 %

C. CÁLCULO

CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento : 483.9 / 2960 = 0.163 m³
 Agua : 300.00 / 1000 = 0.300 m³
 Aire Atrapado : 4.50 / 100 = 0.045 m³
0.508 m³

Volumen Absoluto de los agregados : 1.000 - 0.508 = 0.492 m³
 Peso del Agregado Fino : 0.492 x 2606 = 1282.2 m³

VALORES DE DISEÑO

Cemento : 483.9 kg/m³
 Agua (restando el aditivo) : 300.0 lts/m³
 Agregado Fino : 1282.2 kg/m³

CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Húmedo del A. Fino : 1282.20 x 1.0460 = 1341.18 Kg/m³
 Humedad Superficial A. Fino : 4.60 - 0.68 = 3.92 %
 Aporte de Humedad A. Fino : 1282.20 x 0.039 = 50.26 Lts.
 Agua Efectiva de Diseño : 300.00 - 50.26 = 249.7 Lts.

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento : 483.90 kg/m³
 Agua : 249.70 lts/m³
 Agregado Fino : 1341.18 kg/m³

PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento : 483.90 / 483.90 = 1.00
 Agregado Fino : 1341.18 / 483.90 = 2.77
 Agua : 0.52 x 42.50 = 22.10 Lts/m³

DOSIFICACIÓN EN PESO :

C	AF	Agua
1	: 2.77	22.10

 Lts/m³

PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie³)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino : 1625.48 kg/m³

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN :

C	AF	Agua
1	: 2.53	22.10

 Lts/m³

DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento : 42.5 kg
 Agregado Fino : 117.7 kg
 Agua Efectiva : 22.10 lts.

PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO
ASTM C-138

Relación agua/cemento: **0.62** **SIN ADITIVO**

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO (ARENA EN ESTADO COMPLETAMENTE SECO)

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO :	483.90 kg	0.163 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*) :	1290.92 kg	0.492 m3
AGUA :	300.00 lts.	0.300 m3
PESO TOTAL DE MATERIALES	2074.82 kg	0.956 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{2074.82 \text{ kg}}{0.956 \text{ m}^3} = \mathbf{2171.15 \text{ kg/m}^3}$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	17873	8684	8653
(B) PESO DE MOLDE (g)	3341	2876	2876
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	14532	5808	5777
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	7074	2827	2827
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.054	2.054	2.044
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)	2.05075		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)	2050.75		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{2074.82 \text{ kg.}}{2050.75 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1.0117 \text{ m}^3}$$

$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{1.0117 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = \mathbf{1.0117}$$

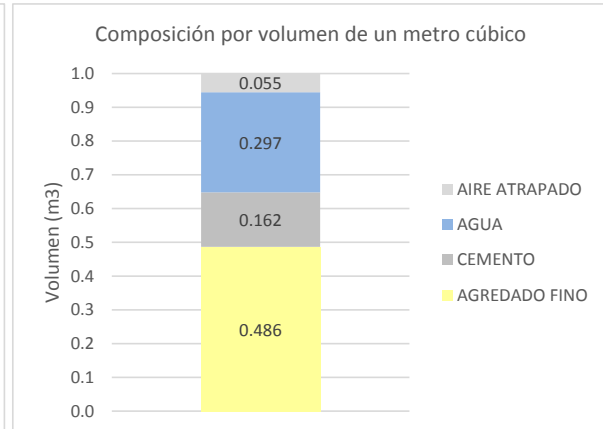
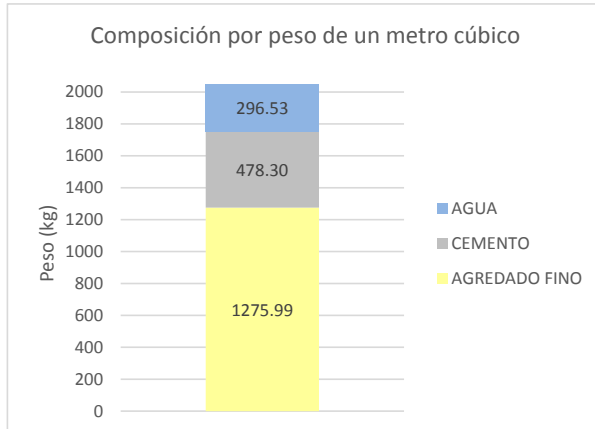
$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{483.9 \text{ m}^3.}{1.0117 \text{ m}^3} = \mathbf{478.3 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{11.25 \text{ bolsas/m}^3}$$

$$\text{CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO = (Método Volumétrico)} = \frac{2171.15 - 2050.75}{2171.15} \times 100 = \mathbf{5.53 \%}$$

$$\text{CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO = (Método a Presión - Washington)} = \mathbf{6.50 \%}$$

COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	: 478.30 kg	0.162 m ³
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S.)	: 1275.99 kg	0.486 m ³
AGUA	: 296.53 lts.	0.297 m ³
AIRE ATRAPADO	: 0.00 kg	0.055 m ³
TOTAL	: 2050.82 kg	1.000 m ³



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

CEMENTO - ARENA

0.58 SIN ADITIVO

INFORMACIÓN

A. MATERIALES

CEMENTO

Marca y Tipo : **INKA TIPO Ico**
 Peso Específico : 2.96 gr/cc
 Peso Unitario : 1500 kg/m³

AGREGADO FINO

ARENA BLANCA

Peso Específico : 2.61 gr/cc
 Porcentaje de Absorción : 0.68 %
 Peso Unitario Suelto : 1,554 kg/m³
 Peso Unitario Compactado : 1,799 kg/m³
 Módulo de Fineza : 1.34
 Humedad para Diseño : 3.40 %

ADITIVO

PLASTIFICANTE SIKACEM

Peso Específico : 1.20 gr/cc 1200 kg/m³

B. CARACTERISTICAS

DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Estimación de Agua : 300 Lts/m³
 Relación Agua/Cemento (A/C) : 0.58
 Factor Cemento : 300.00 / 0.58 = 517.2 = 12.17 Bls./m³
 Contenido de Aire Atrapado : 4.50 %

C. CALCULO

CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento : 517.2 / 2960 = 0.175 m³
 Agua : 300.00 / 1000 = 0.300 m³
 Aire Atrapado : 4.50 / 100 = 0.045 m³
0.520 m³

Volumen Absoluto de los agregados : 1.000 - 0.52 = 0.480 m³
 Peso del Agregado Fino : 0.480 x 2606 = 1250.9 m³

VALORES DE DISEÑO

Cemento : 517.2 kg/m³
 Agua (restando el aditivo) : 300.0 lts/m³
 Agregado Fino : 1250.9 kg/m³

CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Húmedo del A. Fino : 1250.90 x 1.0340 = 1293.43 Kg/m³
 Humedad Superficial A. Fino : 3.40 - 0.68 = 2.72 %
 Aporte de Humedad A. Fino : 1250.90 x 0.027 = 34.02 Lts.
 Agua Efectiva de Diseño : 300.00 - 34.02 = 266.0 Lts.

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento : 517.20 kg/m³
 Agua : 266.00 lts/m³
 Agregado Fino : 1293.43 kg/m³

PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento : 517.20 / 517.20 = 1.00
 Agregado Fino : 1293.43 / 517.20 = 2.50
 Agua : 0.51 x 42.50 = 21.68 Lts/m³

DOSIFICACIÓN EN PESO :

C	AF	Agua
1	: 2.50	21.68

 Lts/m³

PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie³)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino : 1606.84 kg/m³

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN :

C	AF	Agua
1	: 2.31	21.68

 Lts/m³

DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento : 42.5 kg
 Agregado Fino : 106.3 kg
 Agua Efectiva : 21.68 lts.

PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO
ASTM C-138

Relación agua/cemento: **0.58** **SIN ADITIVO**

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO (ARENA EN ESTADO COMPLETAMENTE SECO)

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO :	517.20 kg	0.175 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*) :	1259.41 kg	0.480 m3
AGUA :	300.00 lts.	0.300 m3
PESO TOTAL DE MATERIALES	<u>2076.61 kg</u>	<u>0.955 m3</u>

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{2076.61 \text{ kg}}{0.955 \text{ m}^3} = 2174.76 \text{ kg/m}^3$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	18081	8735	8725
(B) PESO DE MOLDE (g)	3341	2876	2876
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	14740	5859	5849
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	7074	2827	2827
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.084	2.073	2.069
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)	2.07506		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)	2075.06		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{2076.61 \text{ kg.}}{2075.06 \text{ kg/m}^3} = 1.0007 \text{ m}^3$$

$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{1.0007 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 1.0007$$

$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{517.2 \text{ m}^3.}{1.0007 \text{ m}^3} = 516.84 \text{ kg/m}^3 = 12.16 \text{ bolsas/m}^3$$

$$\text{CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO} = \frac{2174.76 - 2075.06}{2174.76} \times 100 = 4.59 \%$$

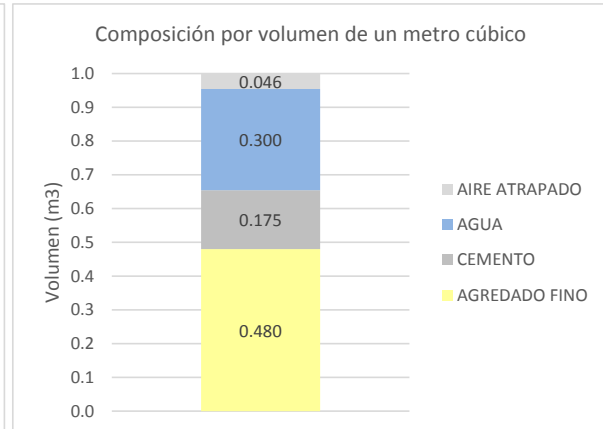
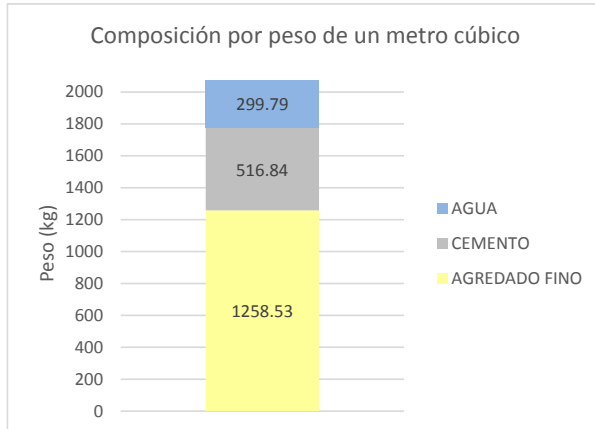
(Método Volumétrico)

$$\text{CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO} = 5.00 \%$$

(Método a Presión - Washington)

COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	: 516.84 kg	0.175 m ³
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S.)	: 1258.53 kg	0.480 m ³
AGUA	: 299.79 lts.	0.300 m ³
AIRE ATRAPADO	: 0.00 kg	0.046 m ³
TOTAL	: 2075.15 kg	1.000 m ³



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

CEMENTO - ARENA

0.66 CON ADITIVO

INFORMACIÓN

A. MATERIALES

CEMENTO

Marca y Tipo	:	INKA TIPO Ico
Peso Específico	:	2.96 gr/cc
Peso Unitario	:	1500 kg/m ³

AGREGADO FINO

		ARENA BLANCA
Peso Específico	:	2.61 gr/cc
Porcentaje de Absorción	:	0.68 %
Peso Unitario Suelto	:	1,554 kg/m ³
Peso Unitario Compactado	:	1,799 kg/m ³
Modulo de Fineza	:	1.34
Humedad para Diseño	:	5.20 %

ADITIVO

		PLASTIFICANTE SIKACEM
Peso Específico	:	1.20 gr/cc
		1200 kg/m ³

B. CARACTERISTICAS

DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Estimación de Agua	:	270	Lts/m ³		
Relación Agua/Cemento (A/C)	:	0.66			
Factor Cemento	:	270.00 / 0.66	=	409.1	= 9.63 Bls./m ³
Contenido de Aire Atrapado	:	8.50	%		
Contenido de aditivo SikaCem	:	500.00	ml por una bolsa de cemento		
		500.00 *	9.63	=	4815 ml por m ³ de concreto
				0.00482	m ³ por m ³ de concreto
		0.00482 *	1200	=	5.778 kg por m ³ de concreto

C. CALCULO

CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	409.1 / 2960	=	0.138	m ³
Agua	:	270.00 / 1000	=	0.270	m ³
Aire Atrapado	:	8.50 / 100	=	0.085	m ³
				0.493	m ³
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000 - 0.493	=	0.507	m ³
Peso del Agregado Fino	:	0.507 x 2606	=	1321.2	m ³

VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	409.1	kg/m ³
Agua (restando el aditivo)	:	265.2	lts/m ³
Agregado Fino	:	1321.2	kg/m ³
Aditivo SikaCem	:	5.8	kg/m ³

CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino : 1321.20 x 1.0520 = 1389.9 Kg/m³
 Humedad Superficial A. Fino : 5.20 - 0.68 = 4.52 %
 Aporte de Humedad A. Fino : 1321.20 x 0.045 = 59.72 Lts.
 Agua Efectiva de Diseño : 265.19 - 59.72 = 205.5 Lts.

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento : 409.10 kg/m³
 Agua : 205.50 lts/m³
 Agregado Fino : 1389.9 kg/m³
 Aditivo SikaCem : 5.8 kg/m³

PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento : 409.10 / 409.10 = 1.00
 Agregado Fino : 1389.9 / 409.10 = 3.40
 Agua : 0.50 x 42.50 = 21.25 Lts/m³

DOSIFICACIÓN EN PESO :

C	AF	Agua
1	: 3.40	21.25

 Lts/m³

PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie³)

Peso Unitario Suelto Húmedo A. fino : 1634.81 kg/m³

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN :

C	AF	Agua
1	: 3.09	21.25

 Lts/m³

DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento : 42.5 kg
 Agregado Fino : 144.5 kg
 Agua Efectiva : 21.25 lts.
 Aditivo SikaCem : 0.5 lts.

PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO
ASTM C-138

Relación agua/cemento: **0.66** **CON ADITIVO**

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO (ARENA EN ESTADO COMPLETAMENTE SECO)

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO :	409.10 kg	0.138 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*) :	1330.18 kg	0.507 m3
AGUA :	265.19 lts.	0.265 m3
ADITIVO SIKACEM :	5.78 kg	0.005 m3
PESO TOTAL DE MATERIALES	2010.25 kg	0.915 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{2010.25 \text{ kg}}{0.915 \text{ m}^3} = \mathbf{2196.20 \text{ kg/m}^3}$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	16742	8262	8320
(B) PESO DE MOLDE (g)	3341	2876	2876
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	13401	5386	5444
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	7074	2827	2827
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	1.894	1.905	1.926
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)	1.90844		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)	1908.44		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{2010.25 \text{ kg.}}{1908.44 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1.0533 \text{ m}^3}$$

$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{1.0533 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = \mathbf{1.0533}$$

$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{409.1 \text{ m}^3.}{1.0533 \text{ m}^3} = \mathbf{388.4 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{9.14 \text{ bolsas/m}^3}$$

$$\text{CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO} = \frac{2196.2 - 1908.44}{2196.2} \times 100 = \mathbf{13.12 \%}$$

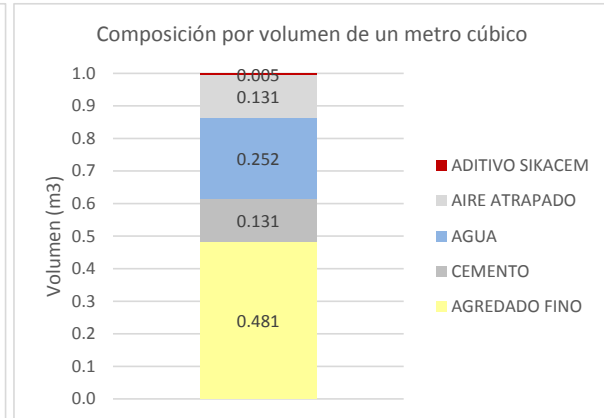
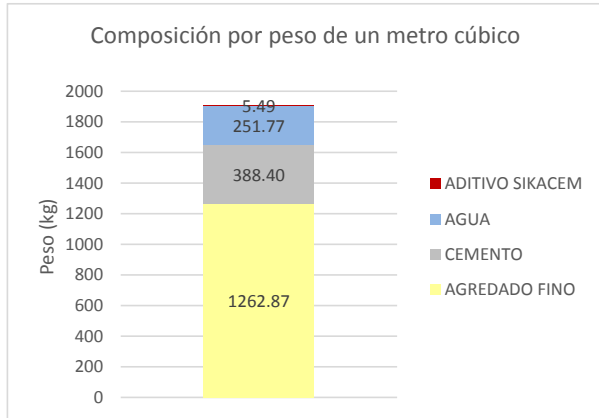
(Método Volumétrico)

$$\text{CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO} = \mathbf{14.50 \%}$$

(Método a Presión - Washington)

COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	: 388.40 kg	0.131 m ³
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S.)	: 1262.87 kg	0.481 m ³
AGUA	: 251.77 lts.	0.252 m ³
ADITIVO SIKACEM	: 5.49 kg	0.005 m ³
AIRE ATRAPADO	: 0.00 kg	0.131 m ³
TOTAL	: 1908.52 kg	1.000 m ³



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

CEMENTO - ARENA

0.62 CON ADITIVO

INFORMACIÓN

A. MATERIALES

CEMENTO

Marca y Tipo	:	INKA TIPO Ico
Peso Específico	:	2.96 gr/cc
Peso Unitario	:	1500 kg/m ³

AGREGADO FINO

		ARENA BLANCA
Peso Específico	:	2.61 gr/cc
Porcentaje de Absorción	:	0.68 %
Peso Unitario Suelto	:	1,554 kg/m ³
Peso Unitario Compactado	:	1,799 kg/m ³
Módulo de Fineza	:	1.34
Humedad para Diseño	:	5.33 %

ADITIVO

		PLASTIFICANTE SIKACEM
Peso Específico	:	1.20 gr/cc 1200 kg/m ³

B. CARACTERISTICAS

DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Estimación de Agua	:	253.7 Lts/m ³	
Relacion Agua/Cemento (A/C)	:	0.62	
Factor Cemento	:	253.70 / 0.62 = 409.2	= 9.63 Bls./m ³
Contenido de Aire Atrapado	:	8.50 %	
Contenido de aditivo SikaCem	:	500.00 ml por una bolsa de cemento	
		500.00 * 9.63 = 4814.12	ml por m ³ de concreto
			0.00481 m ³ por m ³ de concreto
		0.00481 * 1200 = 5.77694	kg por m ³ de concreto

C. CALCULO

CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	409.2 / 2960 =	0.138 m ³
Agua	:	253.70 / 1000 =	0.254 m ³
Aire Atrapado	:	8.50 / 100 =	<u>0.085</u> m ³
			0.477 m ³
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000 - 0.477 =	0.523 m ³
Peso del Agregado Fino	:	0.523 x 2606 =	1362.9 m ³

VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	409.2 kg/m ³
Agua (restando el aditivo)	:	248.9 lts/m ³
Agregado Fino	:	1362.9 kg/m ³
Aditivo SikaCem	:	5.8 kg/m ³

CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino : 1362.90 x 1.0533 = 1435.54 Kg/m³
 Humedad Superficial A. Fino : 5.33 - 0.68 = 4.65 %
 Aporte de Humedad A. Fino : 1362.90 x 0.047 = 63.37 Lts.
 Agua Efectiva de Diseño : 248.89 - 63.37 = 185.5 Lts.

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento : 409.20 kg/m³
 Agua : 185.50 lts/m³
 Agregado Fino : 1435.54 kg/m³
 Aditivo SikaCem : 5.8 kg/m³

PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento : 409.20 / 409.20 = 1.00
 Agregado Fino : 1435.54 / 409.20 = 3.51
 Agua : 0.45 x 42.50 = 19.13 Lts/m³

DOSIFICACIÓN EN PESO :

C	AF	Agua
1	: 3.51	19.13

 Lts/m³

PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie³)

Peso Unitario Suelto Húmedo A. fino : 1636.83 kg/m³

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN :

C	AF	Agua
1	: 3.19	19.13

 Lts/m³

DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento : 42.5 kg
 Agregado Fino : 149.2 kg
 Agua Efectiva : 19.13 lts.
 Aditivo SikaCem : 0.5 lts.

PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO
ASTM C-138

Relación agua/cemento: **0.62** **CON ADITIVO**

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO (ARENA EN ESTADO COMPLETAMENTE SECO)

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO :	409.20 kg	0.138 m ³
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*) :	1372.17 kg	0.523 m ³
AGUA :	248.89 lts.	0.249 m ³
ADITIVO SIKACEM :	5.78 kg	0.005 m ³
PESO TOTAL DE MATERIALES	2036.03 kg	0.915 m³

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{2036.03 \text{ kg}}{0.915 \text{ m}^3} = \mathbf{2224.99 \text{ kg/m}^3}$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	17842	8701	8695
(B) PESO DE MOLDE (g)	3341	2876	2876
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	14501	5825	5819
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm ³)	7074	2827	2827
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm ³)	2.050	2.060	2.058
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm³)	2.05625		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m³)	2056.25		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{2036.03 \text{ kg.}}{2056.25 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.9902 \text{ m}^3}$$

$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{0.9902 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = \mathbf{0.9902}$$

$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{409.2 \text{ m}^3.}{0.9902 \text{ m}^3} = \mathbf{413.25 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{9.72 \text{ bolsas/m}^3}$$

$$\text{CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO} = \frac{2224.99 - 2056.25}{2224.99} \times 100 = \mathbf{7.6 \%}$$

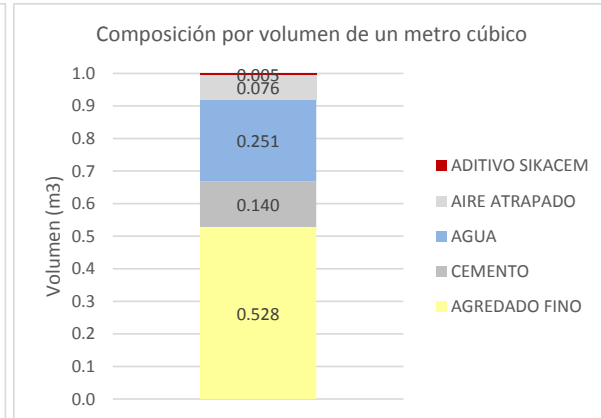
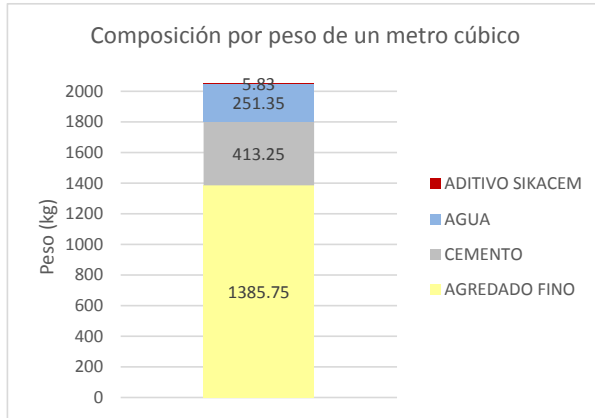
(Método Volumétrico)

$$\text{CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO} = \mathbf{10.00 \%}$$

(Método a Presión - Washington)

COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	: 413.25 kg	0.140 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S.)	: 1385.75 kg	0.528 m3
AGUA	: 251.35 lts.	0.251 m3
ADITIVO SIKACEM	: 5.83 kg	0.005 m3
AIRE ATRAPADO	: 0.00 kg	0.076 m3
TOTAL	: 2056.18 kg	1.000 m3



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

CEMENTO - ARENA

0.58 CON ADITIVO

INFORMACIÓN

A. MATERIALES

CEMENTO

Marca y Tipo	:	INKA TIPO Ico
Peso Específico	:	2.96 gr/cc
Peso Unitario	:	1500 kg/m ³

AGREGADO FINO

ARENA BLANCA

Peso Específico	:	2.61 gr/cc
Porcentaje de Absorción	:	0.68 %
Peso Unitario Suelto	:	1,554 kg/m ³
Peso Unitario Compactado	:	1,799 kg/m ³
Módulo de Fineza	:	1.34
Humedad para Diseño	:	1.04 %

ADITIVO

PLASTIFICANTE SIKACEM

Peso Específico	:	1.20 gr/cc	1200	kg/m ³
-----------------	---	------------	------	-------------------

B. CARACTERISTICAS

DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Estimación de Agua	:	250	Lts/m ³
Relación Agua/Cemento (A/C)	:	0.58	
Factor Cemento	:	250.00 / 0.58	= 431 = 10.14 Bls./m ³
Contenido de Aire Atrapado	:	8.50	%
Contenido de aditivo SikaCem	:	500.00	ml por una bolsa de cemento
		500.00 * 10.14	= 5070.59 ml por m ³ de concreto
			0.00507 m ³ por m ³ de concreto
		0.00507 * 1200	= 6.08471 kg por m ³ de concreto

C. CALCULO

CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	431 / 2960	=	0.146	m ³
Agua	:	250.00 / 1000	=	0.250	m ³
Aire Atrapado	:	8.50 / 100	=	<u>0.085</u>	m ³
				0.481	m ³
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000 - 0.481	=	0.519	m ³
Peso del Agregado Fino	:	0.519 x 2606	=	1352.5	m ³

VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	431.0	kg/m ³
Agua (restando el aditivo)	:	244.9	lts/m ³
Agregado Fino	:	1352.5	kg/m ³
Aditivo SikaCem	:	6.1	kg/m ³

CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Húmedo del A. Fino : 1352.50 x 1.0104 = 1366.57 Kg/m3
 Humedad Superficial A. Fino : 1.04 - 0.68 = 0.36 %
 Aporte de Humedad A. Fino : 1352.50 x 0.004 = 4.87 Lts.
 Agua Efectiva de Diseño : 244.93 - 4.87 = 240.1 Lts.

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento : 431.00 kg/m3
 Agua : 240.10 lts/m3
 Agregado Fino : 1366.57 kg/m3
 Aditivo SikaCem : 6.1 kg/m3

PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento : 431.00 / 431.00 = 1.00
 Agregado Fino : 1366.57 / 431.00 = 3.17
 Agua : 0.56 x 42.50 = 23.80 Lts/m3

DOSIFICACIÓN EN PESO :

C	AF	Agua
1	: 3.17	23.80

 Lts/m3

PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie3)

Peso Unitario Suelto Húmedo A. fino : 1570.16 kg/m3

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN :

C	AF	Agua
1	: 3	23.80

 Lts/m3

DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento : 42.5 kg
 Agregado Fino : 134.7 kg
 Agua Efectiva : 23.80 lts.
 Aditivo SikaCem : 0.5 lts.

PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO
ASTM C-138

Relación agua/cemento: **0.58** **CON ADITIVO**

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO (ARENA EN ESTADO COMPLETAMENTE SECO)

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO :	431.00 kg	0.146 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*) :	1361.70 kg	0.519 m3
AGUA :	244.93 lts.	0.245 m3
ADITIVO SIKACEM :	6.08 kg	0.005 m3
PESO TOTAL DE MATERIALES	2043.71 kg	0.915 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{2043.71 \text{ kg}}{0.915 \text{ m}^3} = \mathbf{2234.18 \text{ kg/m}^3}$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	17856	8706	8672
(B) PESO DE MOLDE (g)	3341	2876	2876
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	14515	5830	5796
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	7074	2827	2827
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.052	2.062	2.050
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)	2.05479		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)	2054.79		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{2043.71 \text{ kg.}}{2054.79 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.9946 \text{ m}^3}$$

$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{0.9946 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = \mathbf{0.9946}$$

$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{431 \text{ m}^3.}{0.9946 \text{ m}^3} = \mathbf{433.34 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{10.2 \text{ bolsas/m}^3}$$

$$\text{CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO} = \frac{2234.18 - 2054.79}{2234.18} \times 100 = \mathbf{8.02 \%}$$

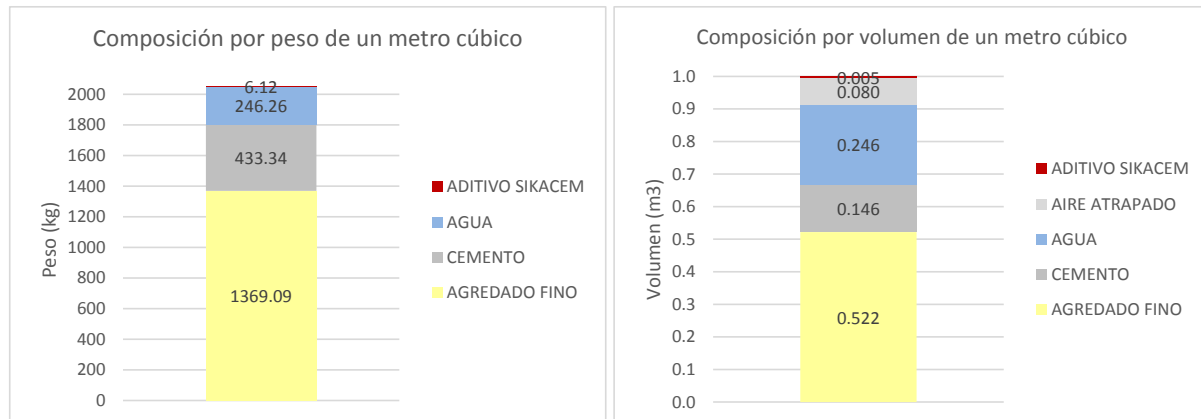
(Método Volumétrico)

$$\text{CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO} = \mathbf{7.50 \%}$$

(Método a Presión - Washington)

COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	: 433.34 kg	0.146 m ³
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S.)	: 1369.09 kg	0.522 m ³
AGUA	: 246.26 lts.	0.246 m ³
ADITIVO SIKACEM	: 6.12 kg	0.005 m ³
AIRE ATRAPADO	: 0.00 kg	0.080 m ³
TOTAL	: 2054.81 kg	1.000 m ³



5.1.3. Resultados de los ensayos en el concreto fresco

TABLA 09: Asentamientos (slump) de concreto fresco.

ASENTAMIENTO (SLUMP) DEL CONCRETO FRESCO (pulg)			
relación a/c	0.66	0.62	0.58
sin aditivo	3 1/2	3	3
con aditivo	3	2	2

Fuente : elaboración propia

TABLA 10: Pesos unitarios del concreto fresco.

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO (kg/m³)			
relación a/c	0.66	0.62	0.58
sin aditivo	2049	2051	2076
con aditivo	1908	2056	2055

Fuente : elaboración propia

5.1.4. Resistencia a la compresión

Los ensayos de resistencia a la compresión se realizaron de acuerdo con la norma ASTM C-39 con la muestra de nueve testigos por cada edad de 3, 7, 14 y 28 días. En los siguientes cuadros presentamos los resultados de las roturas con respectivas desviaciones estándar y coeficientes de variación.

ENSAYO DE COMPRESIÓN SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.66** SIN ADITIVO 3 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	24/03/2017	27/03/2017	3	10.18	71.0	7,236	81.393	89	119
2	TESTIGO	24/03/2017	27/03/2017	3	10.17	96.5	9,838	81.153	121	
3	TESTIGO	24/03/2017	27/03/2017	3	10.23	106.4	10,853	82.194	132	
4	TESTIGO	24/03/2017	27/03/2017	3	10.20	121.1	12,349	81.713	151	
5	TESTIGO	24/03/2017	27/03/2017	3	10.15	81.0	8,260	80.914	102	
6	TESTIGO	24/03/2017	27/03/2017	3	10.18	77.7	7,926	81.393	97	
7	TESTIGO	24/03/2017	27/03/2017	3	10.14	92.4	9,417	80.675	117	
8	TESTIGO	24/03/2017	27/03/2017	3	10.17	118.0	12,028	81.153	148	
9	TESTIGO	24/03/2017	27/03/2017	3	10.18	87.7	8,942	81.313	110	

DESVIACIÓN ESTANDAR
21.78

VARIANZA
474.28

COEF. DE VARIACION
18.30

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento:

0.66

SIN ADITIVO

7 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	24/03/2017	31/03/2017	7	10.18	126.5	12,903	81.393	159	143
2	TESTIGO	24/03/2017	31/03/2017	7	10.18	93.1	9,497	81.313	117	
3	TESTIGO	24/03/2017	31/03/2017	7	10.18	116.7	11,896	81.313	146	
4	TESTIGO	24/03/2017	31/03/2017	7	10.16	109.2	11,130	80.993	137	
5	TESTIGO	24/03/2017	31/03/2017	7	10.18	88.8	9,056	81.393	111	
6	TESTIGO	24/03/2017	31/03/2017	7	10.15	117.9	12,020	80.834	149	
7	TESTIGO	24/03/2017	31/03/2017	7	10.15	117.8	12,015	80.914	148	
8	TESTIGO	24/03/2017	31/03/2017	7	10.17	117.3	11,956	81.233	147	
9	TESTIGO	24/03/2017	31/03/2017	7	10.15	139.9	14,270	80.834	177	

DESVIACIÓN ESTANDAR
20.10

VARIANZA
404.03

COEF. DE VARIACION
14.06

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento:

0.66

SIN ADITIVO

14 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	24/03/2017	07/04/2017	14	10.14	93.6	9,548	80.754	118	154
2	TESTIGO	24/03/2017	07/04/2017	14	10.19	107.3	10,943	81.553	134	
3	TESTIGO	24/03/2017	07/04/2017	14	10.20	126.2	12,872	81.713	158	
4	TESTIGO	24/03/2017	07/04/2017	14	10.14	145.2	14,809	80.754	183	
5	TESTIGO	24/03/2017	07/04/2017	14	10.15	114.9	11,714	80.914	145	
6	TESTIGO	24/03/2017	07/04/2017	14	10.17	123.7	12,614	81.233	155	
7	TESTIGO	24/03/2017	07/04/2017	14	10.15	154.7	15,779	80.914	195	
8	TESTIGO	24/03/2017	07/04/2017	14	10.15	101.8	10,383	80.914	128	
9	TESTIGO	24/03/2017	07/04/2017	14	10.17	136.0	13,863	81.153	171	

DESVIACIÓN ESTANDAR
25.69

VARIANZA
660.11

COEF. DE VARIACION
16.68

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento:

0.66

SIN ADITIVO

28 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	24/03/2017	21/04/2017	28	10.16	123.0	12,538	81.073	155	178
2	TESTIGO	24/03/2017	21/04/2017	28	10.15	160.4	16,355	80.914	202	
3	TESTIGO	24/03/2017	21/04/2017	28	10.14	132.3	13,491	80.754	167	
4	TESTIGO	24/03/2017	21/04/2017	28	10.18	154.2	15,725	81.313	193	
5	TESTIGO	24/03/2017	21/04/2017	28	10.18	160.5	16,362	81.313	201	
6	TESTIGO	24/03/2017	21/04/2017	28	10.15	156.9	15,994	80.834	198	
7	TESTIGO	24/03/2017	21/04/2017	28	10.17	122.4	12,483	81.233	154	
8	TESTIGO	24/03/2017	21/04/2017	28	10.16	113.9	11,612	81.073	143	
9	TESTIGO	24/03/2017	21/04/2017	28	10.17	148.9	15,184	81.233	187	

DESVIACIÓN ESTANDAR
23.08

VARIANZA
532.69

COEF. DE VARIACION
12.97

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento:

0.62

SIN ADITIVO

3 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	17/03/2017	20/03/2017	3	10.18	121.7	12,409	81.393	152	167
2	TESTIGO	17/03/2017	20/03/2017	3	10.18	138.9	14,168	81.313	174	
3	TESTIGO	17/03/2017	20/03/2017	3	10.17	131.0	13,359	81.153	165	
4	TESTIGO	17/03/2017	20/03/2017	3	10.23	126.9	12,938	82.114	158	
5	TESTIGO	17/03/2017	20/03/2017	3	10.21	135.7	13,836	81.793	169	
6	TESTIGO	17/03/2017	20/03/2017	3	10.13	131.8	13,438	80.595	167	
7	TESTIGO	17/03/2017	20/03/2017	3	10.15	129.2	13,179	80.834	163	
8	TESTIGO	17/03/2017	20/03/2017	3	10.18	146.4	14,931	81.393	183	
9	TESTIGO	17/03/2017	20/03/2017	3	10.19	140.9	14,368	81.473	176	

DESVIACIÓN ESTANDAR
9.45

VARIANZA
89.28

COEF. DE VARIACION
5.66

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento:

0.62

SIN ADITIVO

7 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	17/03/2017	24/03/2017	7	10.18	157.3	16,040	81.393	197	196
2	TESTIGO	17/03/2017	24/03/2017	7	10.17	158.3	16,140	81.233	199	
3	TESTIGO	17/03/2017	24/03/2017	7	10.18	155.8	15,888	81.313	195	
4	TESTIGO	17/03/2017	24/03/2017	7	10.19	153.5	15,649	81.553	192	
5	TESTIGO	17/03/2017	24/03/2017	7	10.15	153.5	15,654	80.834	194	
6	TESTIGO	17/03/2017	24/03/2017	7	10.19	159.8	16,298	81.553	200	
7	TESTIGO	17/03/2017	24/03/2017	7	10.18	132.0	13,459	81.313	166	
8	TESTIGO	17/03/2017	24/03/2017	7	10.17	168.0	17,135	81.233	211	
9	TESTIGO	17/03/2017	24/03/2017	7	10.12	168.0	17,129	80.436	213	

DESVIACIÓN ESTANDAR
13.51

VARIANZA
182.50

COEF. DE VARIACION
6.89

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento:

0.62

SIN ADITIVO

14 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	17/03/2017	31/03/2017	14	10.20	159.6	16,273	81.633	199	216
2	TESTIGO	17/03/2017	31/03/2017	14	10.16	158.1	16,119	80.993	199	
3	TESTIGO	17/03/2017	31/03/2017	14	10.14	194.5	19,836	80.754	246	
4	TESTIGO	17/03/2017	31/03/2017	14	10.18	173.3	17,668	81.393	217	
5	TESTIGO	17/03/2017	31/03/2017	14	10.14	161.7	16,484	80.754	204	
6	TESTIGO	17/03/2017	31/03/2017	14	10.21	173.5	17,689	81.793	216	
7	TESTIGO	17/03/2017	31/03/2017	14	10.19	162.2	16,538	81.553	203	
8	TESTIGO	17/03/2017	31/03/2017	14	10.21	183.6	18,720	81.793	229	
9	TESTIGO	17/03/2017	31/03/2017	14	10.22	188.9	19,267	81.953	235	

DESVIACIÓN ESTANDAR
17.03

VARIANZA
290.03

COEF. DE VARIACION
7.88

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento:

0.62

SIN ADITIVO

28 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	17/03/2017	14/04/2017	28	10.16	181.0	18,454	80.993	228	230
2	TESTIGO	17/03/2017	14/04/2017	28	10.17	172.6	17,603	81.233	217	
3	TESTIGO	17/03/2017	14/04/2017	28	10.15	190.6	19,431	80.834	240	
4	TESTIGO	17/03/2017	14/04/2017	28	10.12	198.0	20,185	80.357	251	
5	TESTIGO	17/03/2017	14/04/2017	28	10.13	182.8	18,640	80.516	232	
6	TESTIGO	17/03/2017	14/04/2017	28	10.12	171.7	17,505	80.357	218	
7	TESTIGO	17/03/2017	14/04/2017	28	10.14	187.2	19,087	80.675	237	
8	TESTIGO	17/03/2017	14/04/2017	28	10.18	181.2	18,473	81.313	227	
9	TESTIGO	17/03/2017	14/04/2017	28	10.15	173.9	17,729	80.834	219	

DESVIACIÓN ESTANDAR
11.41

VARIANZA
130.11

COEF. DE VARIACION
4.96

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento:

0.58

SIN ADITIVO

3 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	20/03/2017	23/03/2017	3	10.16	140.4	14,321	81.073	177	171
2	TESTIGO	20/03/2017	23/03/2017	3	10.15	140.0	14,271	80.914	176	
3	TESTIGO	20/03/2017	23/03/2017	3	10.20	147.3	15,017	81.713	184	
4	TESTIGO	20/03/2017	23/03/2017	3	10.16	146.6	14,944	80.993	185	
5	TESTIGO	20/03/2017	23/03/2017	3	10.15	140.4	14,317	80.914	177	
6	TESTIGO	20/03/2017	23/03/2017	3	10.16	157.1	16,016	80.993	198	
7	TESTIGO	20/03/2017	23/03/2017	3	10.18	131.1	13,367	81.313	164	
8	TESTIGO	20/03/2017	23/03/2017	3	10.19	120.8	12,315	81.473	151	
9	TESTIGO	20/03/2017	23/03/2017	3	10.16	104.2	10,620	81.073	131	

DESVIACIÓN ESTANDAR
20.12

VARIANZA
404.78

COEF. DE VARIACION
11.77

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento:

0.58

SIN ADITIVO

7 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	20/03/2017	27/03/2017	7	10.18	172.5	17,585	81.393	216	212
2	TESTIGO	20/03/2017	27/03/2017	7	10.17	186.9	19,063	81.233	235	
3	TESTIGO	20/03/2017	27/03/2017	7	10.18	177.3	18,077	81.313	222	
4	TESTIGO	20/03/2017	27/03/2017	7	10.19	163.5	16,672	81.553	204	
5	TESTIGO	20/03/2017	27/03/2017	7	10.15	181.0	18,456	80.834	228	
6	TESTIGO	20/03/2017	27/03/2017	7	10.19	192.9	19,671	81.553	241	
7	TESTIGO	20/03/2017	27/03/2017	7	10.18	137.2	13,994	81.313	172	
8	TESTIGO	20/03/2017	27/03/2017	7	10.17	169.7	17,306	81.233	213	
9	TESTIGO	20/03/2017	27/03/2017	7	10.12	142.1	14,492	80.436	180	

DESVIACIÓN ESTANDAR
23.53

VARIANZA
553.75

COEF. DE VARIACION
11.10

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento:

0.58

SIN ADITIVO

14 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	20/03/2017	03/04/2017	14	10.18	174.9	17,835	81.393	219	230
2	TESTIGO	20/03/2017	03/04/2017	14	10.14	158.0	16,116	80.754	200	
3	TESTIGO	20/03/2017	03/04/2017	14	10.15	180.4	18,397	80.914	227	
4	TESTIGO	20/03/2017	03/04/2017	14	10.16	191.5	19,528	81.073	241	
5	TESTIGO	20/03/2017	03/04/2017	14	10.15	157.6	16,068	80.914	199	
6	TESTIGO	20/03/2017	03/04/2017	14	10.15	196.6	20,045	80.834	248	
7	TESTIGO	20/03/2017	03/04/2017	14	10.19	200.3	20,422	81.553	250	
8	TESTIGO	20/03/2017	03/04/2017	14	10.16	194.8	19,864	81.073	245	
9	TESTIGO	20/03/2017	03/04/2017	14	10.17	193.5	19,733	81.153	243	

DESVIACIÓN ESTANDAR
20.09

VARIANZA
403.69

COEF. DE VARIACION
8.74

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento:

0.58

SIN ADITIVO

28 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	20/03/2017	17/04/2017	28	10.18	197.7	20,161	81.393	248	237
2	TESTIGO	20/03/2017	17/04/2017	28	10.15	210.2	21,436	80.914	265	
3	TESTIGO	20/03/2017	17/04/2017	28	10.19	212.5	21,668	81.553	266	
4	TESTIGO	20/03/2017	17/04/2017	28	10.15	216.5	22,079	80.914	273	
5	TESTIGO	20/03/2017	17/04/2017	28	10.18	206.6	21,068	81.313	259	
6	TESTIGO	20/03/2017	17/04/2017	28	10.17	188.6	19,236	81.233	237	
7	TESTIGO	20/03/2017	17/04/2017	28	10.19	157.4	16,046	81.553	197	
8	TESTIGO	20/03/2017	17/04/2017	28	10.20	160.3	16,346	81.713	200	
9	TESTIGO	20/03/2017	17/04/2017	28	10.17	146.1	14,900	81.153	184	

DESVIACIÓN ESTANDAR
34.10

VARIANZA
1162.78

COEF. DE VARIACION
14.39

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento:

0.66

CON ADITIVO

3 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	01/04/2017	04/04/2017	3	10.14	113.9	11,613	80.754	144	142
2	TESTIGO	01/04/2017	04/04/2017	3	10.18	116.1	11,837	81.313	146	
3	TESTIGO	01/04/2017	04/04/2017	3	10.20	119.5	12,181	81.713	149	
4	TESTIGO	01/04/2017	04/04/2017	3	10.16	113.3	11,549	81.073	142	
5	TESTIGO	01/04/2017	04/04/2017	3	10.18	109.8	11,199	81.313	138	
6	TESTIGO	01/04/2017	04/04/2017	3	10.20	108.5	11,067	81.633	136	
7	TESTIGO	01/04/2017	04/04/2017	3	10.18	111.1	11,332	81.393	139	
8	TESTIGO	01/04/2017	04/04/2017	3	10.13	112.5	11,476	80.595	142	
9	TESTIGO	01/04/2017	04/04/2017	3	10.14	115.0	11,730	80.754	145	

DESVIACIÓN ESTANDAR
4.15

VARIANZA
17.25

COEF. DE VARIACION
2.92

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento:

0.66

CON ADITIVO

7 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	01/04/2017	08/04/2017	7	10.17	131.5	13,411	81.153	165	167
2	TESTIGO	01/04/2017	08/04/2017	7	10.16	135.4	13,809	80.993	170	
3	TESTIGO	01/04/2017	08/04/2017	7	10.19	135.3	13,796	81.473	169	
4	TESTIGO	01/04/2017	08/04/2017	7	10.22	136.3	13,902	81.953	170	
5	TESTIGO	01/04/2017	08/04/2017	7	10.16	127.3	12,983	80.993	160	
6	TESTIGO	01/04/2017	08/04/2017	7	10.20	133.5	13,614	81.713	167	
7	TESTIGO	01/04/2017	08/04/2017	7	10.18	131.3	13,388	81.313	165	
8	TESTIGO	01/04/2017	08/04/2017	7	10.15	135.2	13,790	80.914	170	
9	TESTIGO	01/04/2017	08/04/2017	7	10.16	134.3	13,697	81.073	169	

DESVIACIÓN ESTANDAR
3.38

VARIANZA
11.44

COEF. DE VARIACION
2.03

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento:

0.66

CON ADITIVO

14 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	01/04/2017	15/04/2017	14	10.18	140.9	14,364	81.393	176	180
2	TESTIGO	01/04/2017	15/04/2017	14	10.21	142.2	14,496	81.873	177	
3	TESTIGO	01/04/2017	15/04/2017	14	10.16	147.0	14,988	81.073	185	
4	TESTIGO	01/04/2017	15/04/2017	14	10.18	145.2	14,805	81.313	182	
5	TESTIGO	01/04/2017	15/04/2017	14	10.17	139.5	14,229	81.153	175	
6	TESTIGO	01/04/2017	15/04/2017	14	10.17	144.0	14,682	81.153	181	
7	TESTIGO	01/04/2017	15/04/2017	14	10.18	146.7	14,961	81.393	184	
8	TESTIGO	01/04/2017	15/04/2017	14	10.20	146.1	14,900	81.633	183	
9	TESTIGO	01/04/2017	15/04/2017	14	10.17	144.3	14,719	81.153	181	

DESVIACIÓN ESTANDAR
3.61

VARIANZA
13.03

COEF. DE VARIACION
2.01

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento:

0.66

CON ADITIVO

28 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	01/04/2017	29/04/2017	28	10.18	154.5	15,759	81.393	194	190
2	TESTIGO	01/04/2017	29/04/2017	28	10.16	155.2	15,829	81.073	195	
3	TESTIGO	01/04/2017	29/04/2017	28	10.19	152.4	15,535	81.553	190	
4	TESTIGO	01/04/2017	29/04/2017	28	10.20	148.1	15,100	81.633	185	
5	TESTIGO	01/04/2017	29/04/2017	28	10.17	150.9	15,382	81.153	190	
6	TESTIGO	01/04/2017	29/04/2017	28	10.18	146.3	14,919	81.313	183	
7	TESTIGO	01/04/2017	29/04/2017	28	10.15	147.3	15,024	80.834	186	
8	TESTIGO	01/04/2017	29/04/2017	28	10.17	150.9	15,391	81.153	190	
9	TESTIGO	01/04/2017	29/04/2017	28	10.15	153.9	15,693	80.914	194	

DESVIACIÓN ESTANDAR
4.27

VARIANZA
18.25

COEF. DE VARIACION
2.25

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento:

0.62

CON ADITIVO

3 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	04/04/2017	07/04/2017	3	10.18	118.7	12,099	81.393	149	152
2	TESTIGO	04/04/2017	07/04/2017	3	10.16	122.9	12,536	81.073	155	
3	TESTIGO	04/04/2017	07/04/2017	3	10.17	123.4	12,582	81.153	155	
4	TESTIGO	04/04/2017	07/04/2017	3	10.16	113.3	11,557	81.073	143	
5	TESTIGO	04/04/2017	07/04/2017	3	10.22	126.5	12,898	81.953	157	
6	TESTIGO	04/04/2017	07/04/2017	3	10.18	118.7	12,101	81.313	149	
7	TESTIGO	04/04/2017	07/04/2017	3	10.17	116.5	11,880	81.153	146	
8	TESTIGO	04/04/2017	07/04/2017	3	10.18	126.6	12,913	81.313	159	
9	TESTIGO	04/04/2017	07/04/2017	3	10.15	123.8	12,621	80.914	156	

DESVIACIÓN ESTANDAR
5.51

VARIANZA
30.36

COEF. DE VARIACION
3.63

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento:

0.62

CON ADITIVO

7 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	04/04/2017	11/04/2017	7	10.19	154.6	15,764	81.473	193	186
2	TESTIGO	04/04/2017	11/04/2017	7	10.16	146.4	14,925	80.993	184	
3	TESTIGO	04/04/2017	11/04/2017	7	10.16	157.3	16,038	81.073	198	
4	TESTIGO	04/04/2017	11/04/2017	7	10.17	146.4	14,925	81.153	184	
5	TESTIGO	04/04/2017	11/04/2017	7	10.19	151.8	15,481	81.473	190	
6	TESTIGO	04/04/2017	11/04/2017	7	10.16	143.5	14,634	80.993	181	
7	TESTIGO	04/04/2017	11/04/2017	7	10.24	142.1	14,487	82.275	176	
8	TESTIGO	04/04/2017	11/04/2017	7	10.20	144.5	14,732	81.633	180	
9	TESTIGO	04/04/2017	11/04/2017	7	10.21	148.7	15,158	81.873	185	

DESVIACIÓN ESTANDAR
6.87

VARIANZA
47.25

COEF. DE VARIACION
3.70

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento:

0.62

CON ADITIVO

14 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	04/04/2017	18/04/2017	14	10.22	160.6	16,375	81.953	200	198
2	TESTIGO	04/04/2017	18/04/2017	14	10.17	163.2	16,646	81.233	205	
3	TESTIGO	04/04/2017	18/04/2017	14	10.20	150.6	15,356	81.633	188	
4	TESTIGO	04/04/2017	18/04/2017	14	10.19	163.4	16,666	81.553	204	
5	TESTIGO	04/04/2017	18/04/2017	14	10.20	159.4	16,251	81.713	199	
6	TESTIGO	04/04/2017	18/04/2017	14	10.16	154.1	15,715	81.073	194	
7	TESTIGO	04/04/2017	18/04/2017	14	10.19	155.5	15,858	81.473	195	
8	TESTIGO	04/04/2017	18/04/2017	14	10.20	159.0	16,218	81.633	199	
9	TESTIGO	04/04/2017	18/04/2017	14	10.15	155.1	15,816	80.914	195	

DESVIACIÓN ESTANDAR
5.29

VARIANZA
28.00

COEF. DE VARIACION
2.67

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento:

0.62

CON ADITIVO

28 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	04/04/2017	02/05/2017	28	10.17	161.5	16,469	81.153	203	201
2	TESTIGO	04/04/2017	02/05/2017	28	10.20	155.0	15,807	81.713	193	
3	TESTIGO	04/04/2017	02/05/2017	28	10.19	165.6	16,882	81.473	207	
4	TESTIGO	04/04/2017	02/05/2017	28	10.22	158.3	16,138	81.953	197	
5	TESTIGO	04/04/2017	02/05/2017	28	10.17	157.9	16,104	81.233	198	
6	TESTIGO	04/04/2017	02/05/2017	28	10.20	160.8	16,394	81.633	201	
7	TESTIGO	04/04/2017	02/05/2017	28	10.18	166.0	16,927	81.393	208	
8	TESTIGO	04/04/2017	02/05/2017	28	10.18	165.2	16,846	81.393	207	
9	TESTIGO	04/04/2017	02/05/2017	28	10.18	155.5	15,855	81.313	195	

DESVIACIÓN ESTANDAR
5.59

VARIANZA
31.25

COEF. DE VARIACION
2.78

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.58** CON ADITIVO 3 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	03/05/2017	06/05/2017	3	10.20	126.6	12,910	81.713	158	170
2	TESTIGO	03/05/2017	06/05/2017	3	10.14	136.5	13,920	80.675	173	
3	TESTIGO	03/05/2017	06/05/2017	3	10.18	136.5	13,921	81.393	171	
4	TESTIGO	03/05/2017	06/05/2017	3	10.21	129.4	13,193	81.793	161	
5	TESTIGO	03/05/2017	06/05/2017	3	10.16	138.3	14,100	81.073	174	
6	TESTIGO	03/05/2017	06/05/2017	3	10.21	135.8	13,850	81.793	169	
7	TESTIGO	03/05/2017	06/05/2017	3	10.15	140.2	14,299	80.914	177	
8	TESTIGO	03/05/2017	06/05/2017	3	10.13	135.7	13,834	80.595	172	
9	TESTIGO	03/05/2017	06/05/2017	3	10.17	140.1	14,284	81.153	176	

DESVIACIÓN ESTANDAR
6.53

VARIANZA
42.61

COEF. DE VARIACION
3.84

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.58** CON ADITIVO 7 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	03/05/2017	10/05/2017	7	10.17	149.5	15,241	81.233	188	203
2	TESTIGO	03/05/2017	10/05/2017	7	10.17	154.9	15,792	81.233	194	
3	TESTIGO	03/05/2017	10/05/2017	7	10.19	164.7	16,796	81.553	206	
4	TESTIGO	03/05/2017	10/05/2017	7	10.15	160.0	16,320	80.834	202	
5	TESTIGO	03/05/2017	10/05/2017	7	10.23	171.1	17,448	82.194	212	
6	TESTIGO	03/05/2017	10/05/2017	7	10.18	168.4	17,169	81.393	211	
7	TESTIGO	03/05/2017	10/05/2017	7	10.16	153.1	15,614	81.073	193	
8	TESTIGO	03/05/2017	10/05/2017	7	10.21	174.9	17,831	81.873	218	
9	TESTIGO	03/05/2017	10/05/2017	7	10.19	161.2	16,441	81.553	202	

DESVIACIÓN ESTANDAR
9.92

VARIANZA
98.36

COEF. DE VARIACION
4.89

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento:

0.58

CON ADITIVO

14 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	03/05/2017	17/05/2017	14	10.16	179.6	18,310	81.073	226	226
2	TESTIGO	03/05/2017	17/05/2017	14	10.15	187.9	19,165	80.914	237	
3	TESTIGO	03/05/2017	17/05/2017	14	10.20	188.2	19,190	81.633	235	
4	TESTIGO	03/05/2017	17/05/2017	14	10.18	177.5	18,096	81.313	223	
5	TESTIGO	03/05/2017	17/05/2017	14	10.16	179.7	18,328	81.073	226	
6	TESTIGO	03/05/2017	17/05/2017	14	10.19	179.0	18,253	81.553	224	
7	TESTIGO	03/05/2017	17/05/2017	14	10.18	168.6	17,188	81.393	211	
8	TESTIGO	03/05/2017	17/05/2017	14	10.17	178.9	18,243	81.233	225	
9	TESTIGO	03/05/2017	17/05/2017	14	10.17	183.7	18,729	81.153	231	

DESVIACIÓN ESTANDAR
7.62

VARIANZA
58.03

COEF. DE VARIACION
3.37

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento:

0.58

CON ADITIVO

28 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	03/05/2017	31/05/2017	28	10.11	196.3	20,018	80.277	249	241
2	TESTIGO	03/05/2017	31/05/2017	28	10.16	190.0	19,377	80.993	239	
3	TESTIGO	03/05/2017	31/05/2017	28	10.17	199.9	20,387	81.233	251	
4	TESTIGO	03/05/2017	31/05/2017	28	10.19	197.8	20,168	81.473	248	
5	TESTIGO	03/05/2017	31/05/2017	28	10.22	196.3	20,015	81.953	244	
6	TESTIGO	03/05/2017	31/05/2017	28	10.14	188.7	19,238	80.754	238	
7	TESTIGO	03/05/2017	31/05/2017	28	10.18	182.1	18,564	81.313	228	
8	TESTIGO	03/05/2017	31/05/2017	28	10.15	185.1	18,872	80.914	233	
9	TESTIGO	03/05/2017	31/05/2017	28	10.22	190.0	19,378	81.953	236	

DESVIACIÓN ESTANDAR
7.84

VARIANZA
61.50

COEF. DE VARIACION
3.25

5.2. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

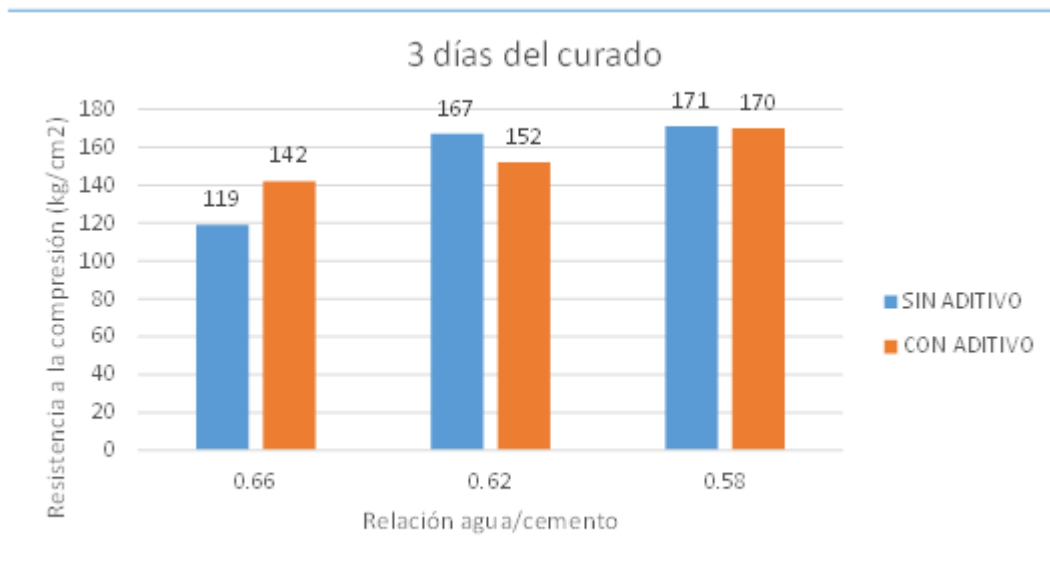
5.2.1. Resumen de la resistencia a la compresión

A continuación, presentamos el cuadro de resumen de la resistencia a la compresión y los gráficos comparativos. Se puede apreciar que el uso de aditivo no aumentó la resistencia del concreto y se mantuvo a nivel comparable con el elaborado sin uso de SikaCem.

RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²)							
relación a/c		0.66		0.62		0.58	
sin aditivo	3 días	119	67%	167	73%	171	72%
	7 días	143	80%	196	85%	212	89%
	14 días	154	87%	216	94%	230	97%
	28 días	178	100%	230	100%	237	100%
con aditivo	3 días	142	75%	152	76%	170	71%
	7 días	167	88%	186	93%	203	84%
	14 días	180	95%	198	99%	226	94%
	28 días	190	100%	201	100%	241	100%

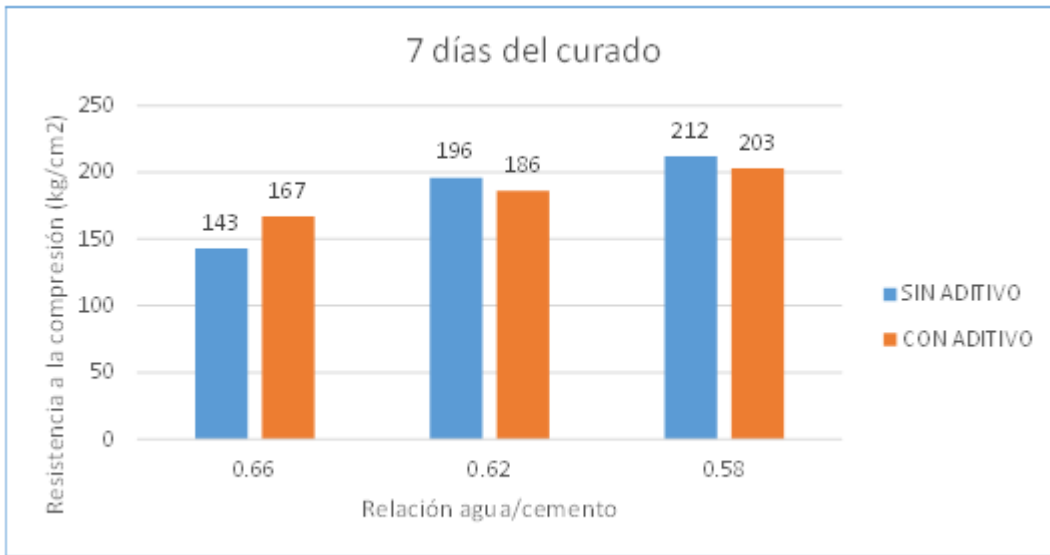
Fuente elaboración propia

TABLA 11: Resumen de resistencia a la compresión.



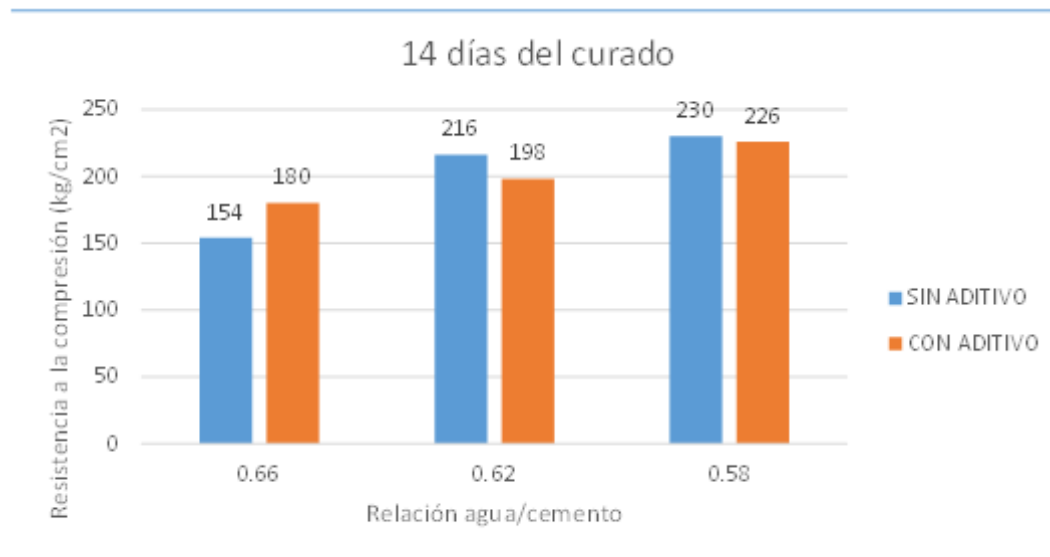
Fuente elaboración propia

FIGURA 04: Resistencia a la compresión (3 días del curado)



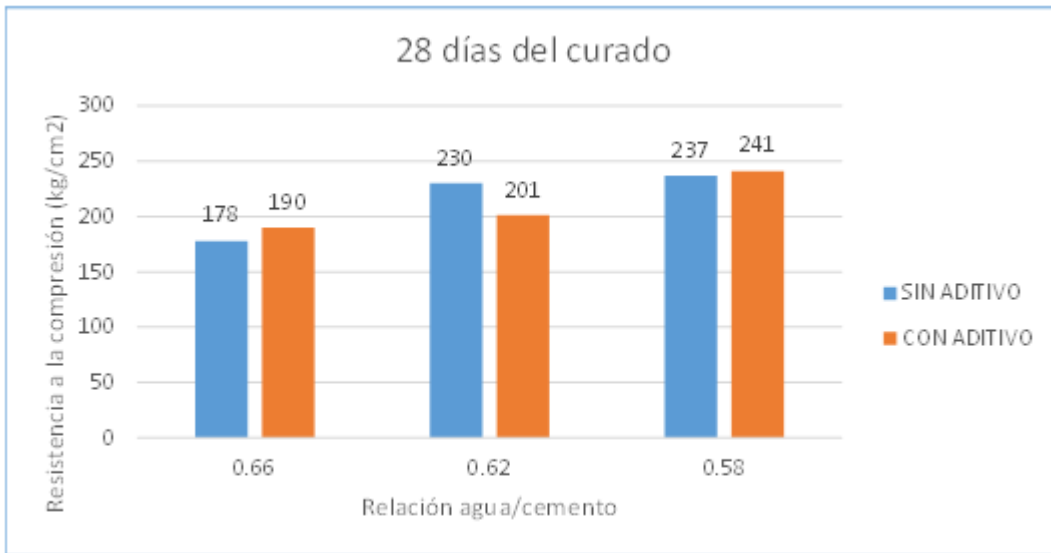
Fuente elaboración propia

FIGURA 05: Resistencia a la compresión (7 días del curado)



Fuente elaboración propia

FIGURA 06: Resistencia a la compresión (14 días del curado)

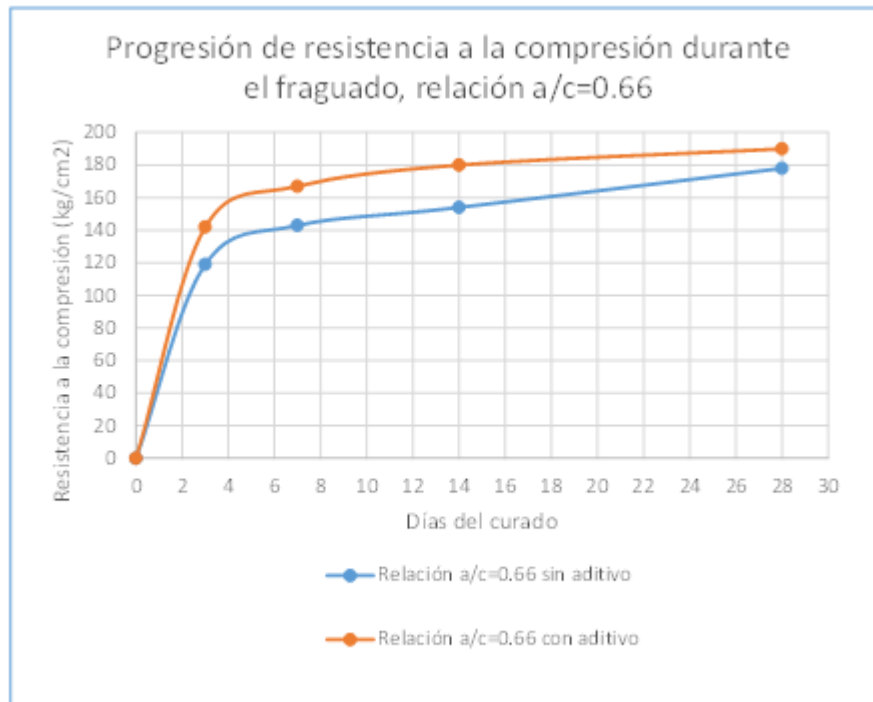


Fuente elaboración propia

FIGURA 07: Resistencia a la compresión (28 días del curado)

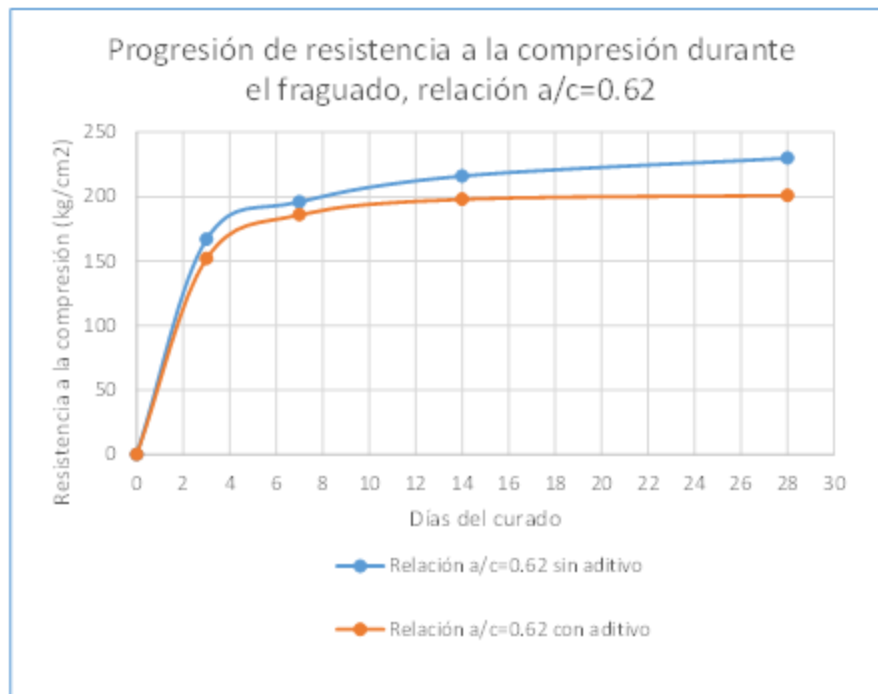
5.2.2. Progresión de la resistencia a la compresión.

A continuación, presentamos los gráficos de incremento de la resistencia a la compresión durante los días de la hidratación del concreto.



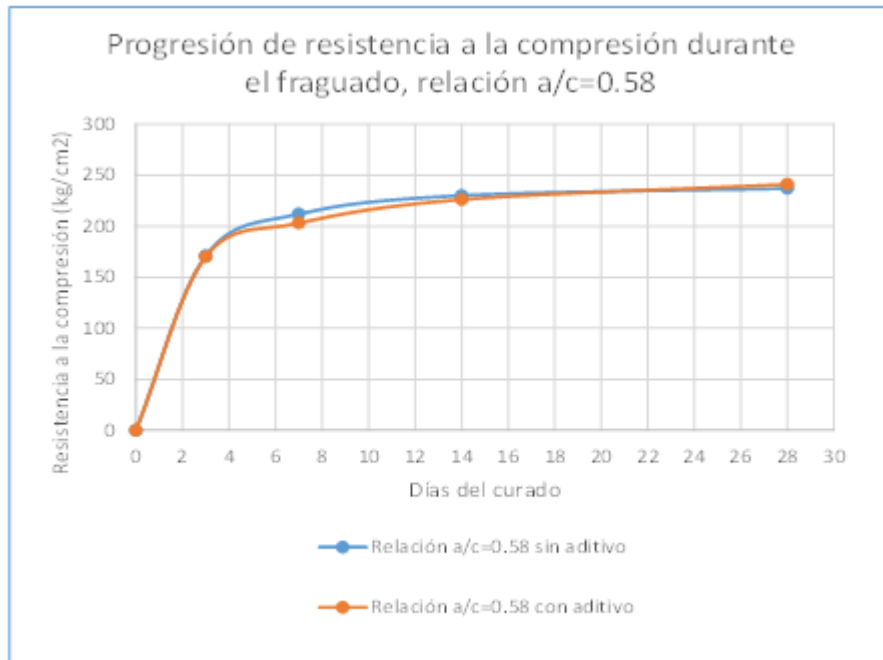
Fuente elaboración propia

FIGURA 08: Progresión de la resistencia relación a/c=0.66



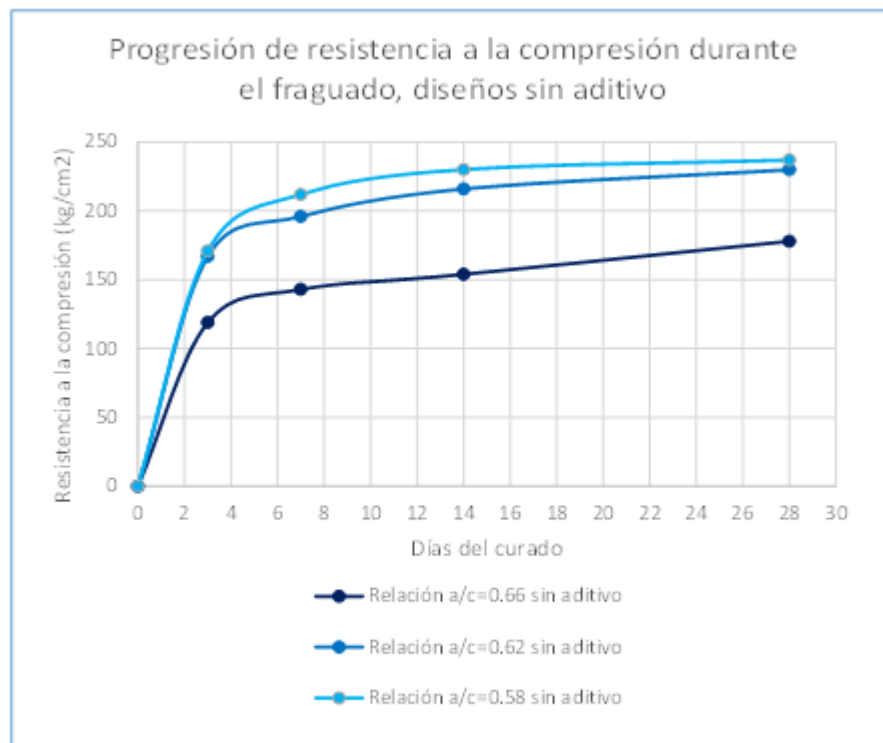
Fuente elaboración propia

FIGURA 09: Progresión de la resistencia relación a/c=0.62



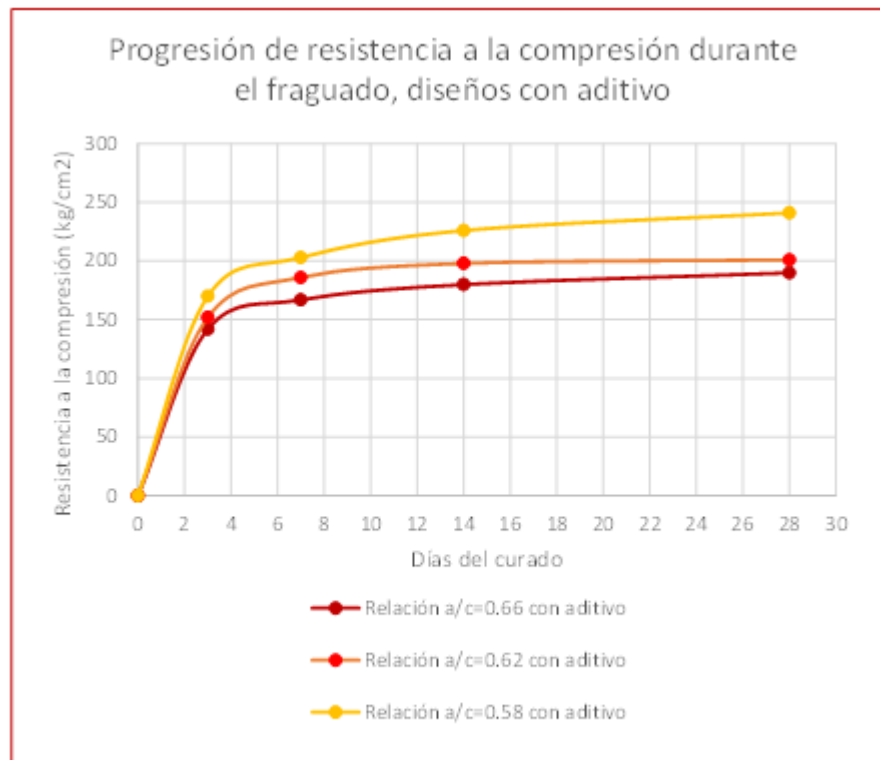
Fuente elaboración propia

FIGURA 10: Progresión de la resistencia relación a/c=0.58



Fuente elaboración propia

FIGURA 11: Progresión de la resistencia diseños sin aditivo



Fuente elaboración propia

FIGURA 12: Progresión de la resistencia diseños con aditivo

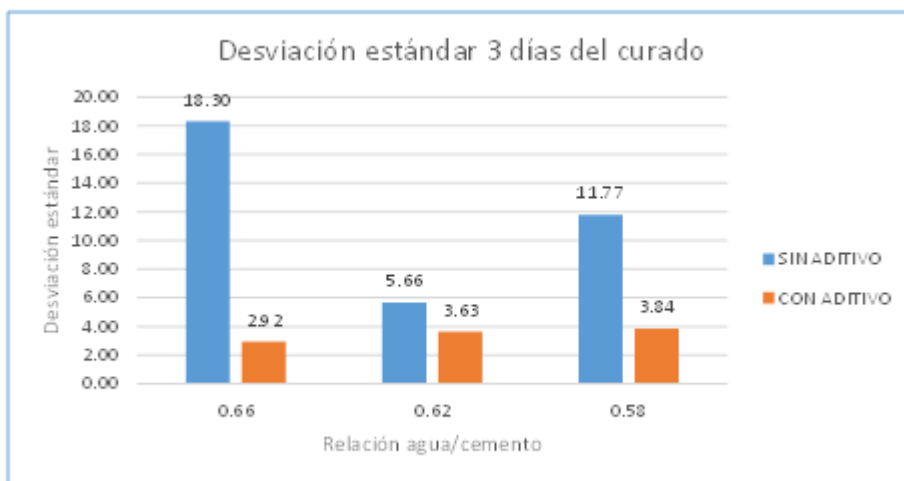
5.2.3. Desviación estándar y coeficiente de variación

A continuación, mostramos la tabla de comparaciones comparación de resultados de desviación estándar y coeficiente de variación. En los resultados se puede apreciar una mejora muy significativa de resistencia a la compresión a favor de los diseños con aditivo, conforme baja la relación a/c. Se lo puede interpretar como mayor homogeneidad de la mezcla usando el SikaCem, que da lugar a que los resultados de la compresión no varíen mucho dentro de la prueba a una determinada edad.

TABLA 12: Resumen de las desviaciones estándar.

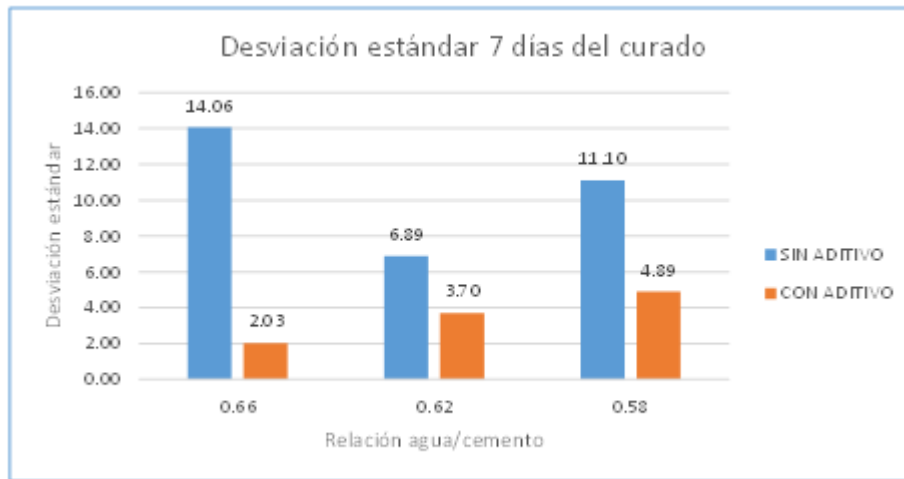
DESVIACIÓN ESTÁNDAR				
RELACION A/C		0.66	0.62	0.58
SIN ADITIVO	3 DIAS	21.78	9.45	20.12
	7 DIAS	20.1	13.51	23.53
	14 DIAS	25.69	17.03	20.09
	28 DIAS	23.08	11.41	34.1
CON ADITIVO	3 DIAS	4.15	5.51	6.53
	7 DIAS	3.38	6.87	9.92
	14 DIAS	3.61	5.29	7.62
	28 DIAS	4.27	5.59	7.84

Fuente: Elaboración propia



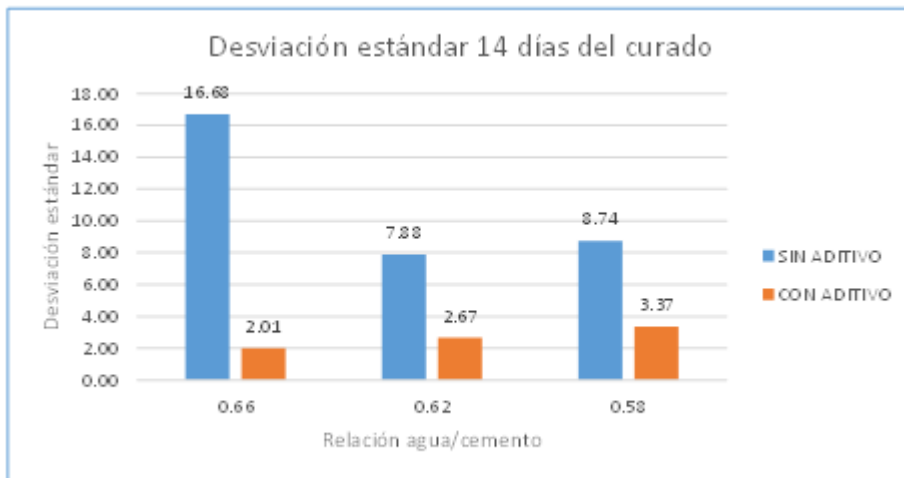
Fuente elaboración propia

FIGURA 13: Desviación estándar a los 3 días del curado



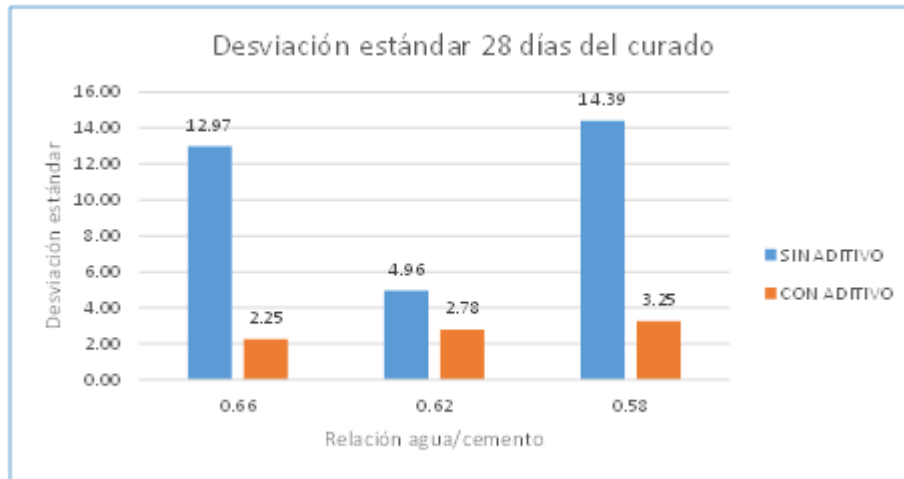
Fuente elaboración propia

FIGURA 14: Desviación estándar a los 7 días del curado



Fuente elaboración propia

FIGURA 15: Desviación estándar a los 14 días del curado



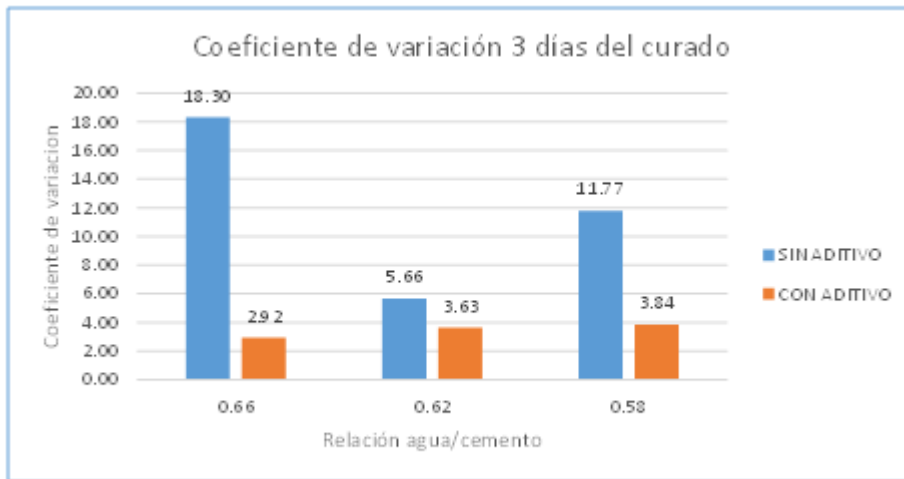
Fuente elaboración propia

FIGURA 16: Desviación estándar a los 28 días del curado

		COEFICIENTE DE VARIACIÓN		
relación a/c		0.66	0.62	0.58
sin aditivo	3 días	18.30	5.66	11.77
	7 días	14.06	6.89	11.10
	14 días	16.68	7.88	8.74
	28 días	12.97	4.96	14.39
con aditivo	3 días	2.92	3.63	3.84
	7 días	2.03	3.70	4.89
	14 días	2.01	2.67	3.37
	28 días	2.25	2.78	3.25

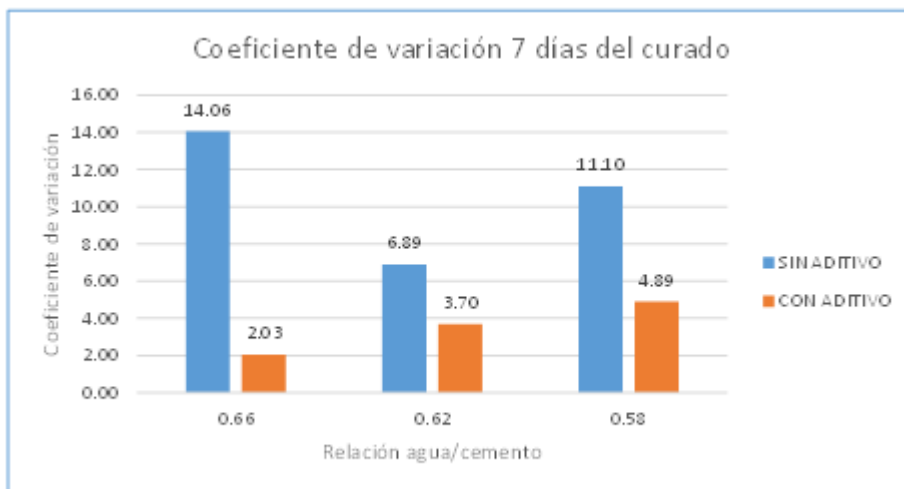
Fuente elaboración propia

TABLA 13: Resumen de los coeficientes de variación



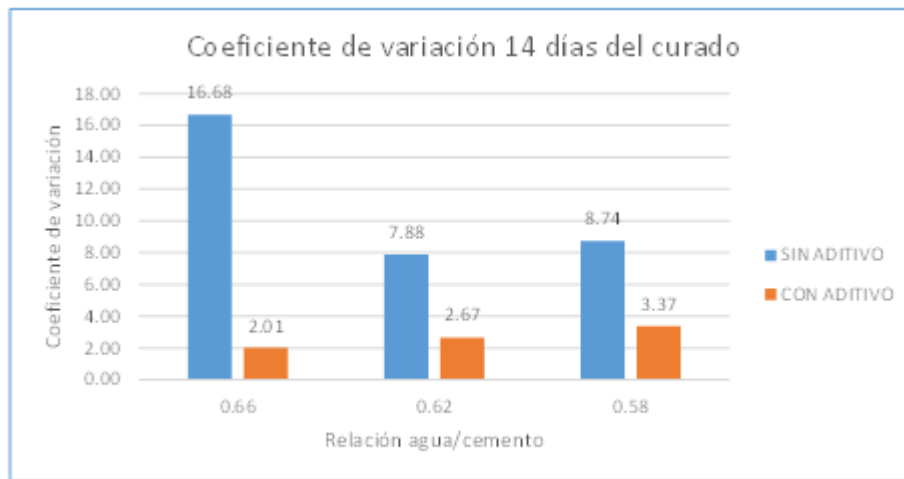
Fuente elaboración propia

FIGURA 17: Coeficiente de variación a los 3 días del curado



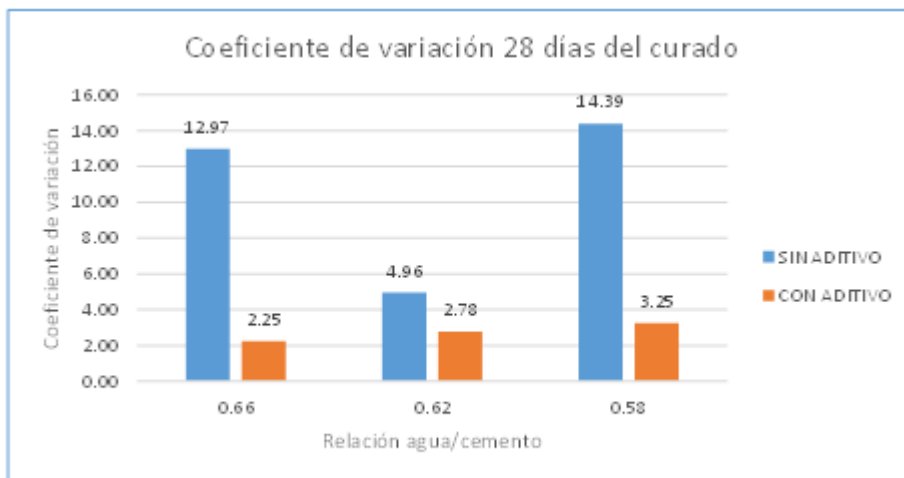
Fuente elaboración propia

FIGURA 18: Coeficiente de variación a los 7 días del curado



Fuente elaboración propia

FIGURA 19: Coeficiente de variación a los 14 días del curado



Fuente elaboración propia

FIGURA 20: Coeficiente de variación a los 28 días del curado

5.2.4. Cantidad de cemento y aditivo por metro cúbico de concreto. Comparación de costo de concreto

En este apartado realizamos una evaluación de costo de concreto comparando cantidad de materiales que predominan en la mezcla el precio total de concreto; es decir, cemento y aditivo SikaCem. La influencia de los demás materiales como agua y arena se deprecia en razón a que su variación en la

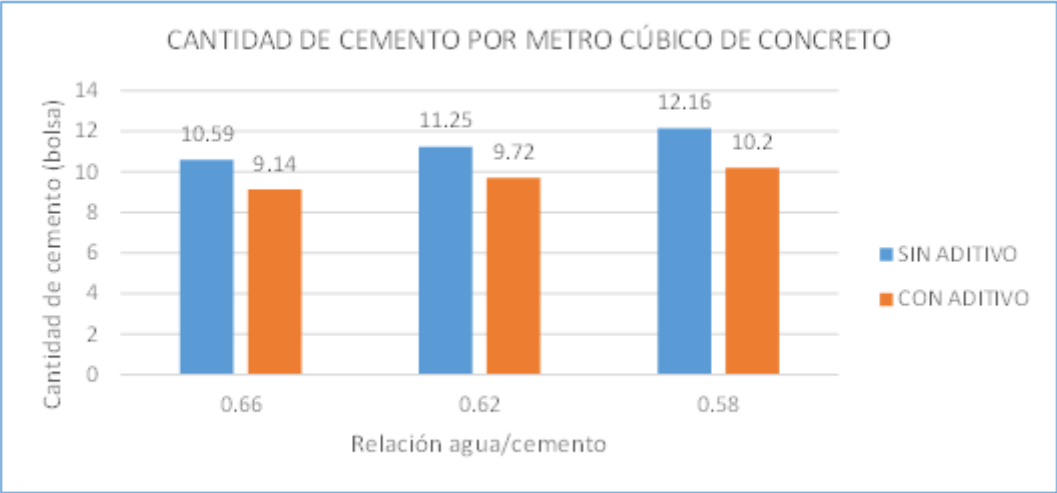
dosificación es baja tanto en los diseños con o sin aditivo; además, la participación del precio de esos materiales por metro cúbico de concreto es mucho más pequeño que del cemento y aditivo.

Se puede apreciar que el concreto con el uso de aditivo, aumentó levemente costo, aunque se logró disminuir la cantidad de cemento. Los resultados comparativos se muestran a continuación.

TABLA 14: Cantidad de cemento y aditivo por metro cúbico. Comparación de costo.

CANTIDAD DE CEMENTO POR METRO CÚBICO DE CONCRETO						
relación a/c	0.66		0.62		0.58	
	kg	bolsas	kg	bolsas	kg	bolsas
sin aditivo	450.18	10.59	478.30	11.25	516.84	12.16
con aditivo	388.40	9.14	413.25	9.72	433.34	10.20
diferencia de cantidad de cemento	61.78	1.45	65.05	1.53	83.50	1.96
diferencia de costo considerando precio de bolsa de cemento de S/ 24.00	S/34.89		S/36.73		S/47.15	
CANTIDAD DE ADITIVO SIKÁ CEM POR METRO CÚBICO						
relación a/c	0.66		0.62		0.58	
	kg	litros	kg	litros	kg	litros
sin aditivo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
con aditivo	5.49	6.59	5.83	7.00	6.12	7.34
costo de aditivo considerando el precio de un litro de aditivo de S/ 9.00	S/59.29		S/62.96		S/66.10	
Aumento de costo de metro cúbico de concreto con el uso de aditivo SikaCem	S/24.40		S/26.23		S/18.94	

Fuente elaboración propia



Fuente elaboración propia

FIGURA 21: Cantidad de cemento por metro cúbico de concreto.

CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. DISCUSIÓN.

- Con el uso de aditivo se redujo la cantidad de agua por metro cúbico de concreto. Para relación agua/cemento de 0.66 se redujo de 297.15 a 251.77 litros; para 0.62 se redujo de 296.53 a 251.35 litros, y para 0.58 se redujo de 299.79 a 246.26 litros manteniendo parecida trabajabilidad de mezcla.
- Con el uso de aditivo se redujo la cantidad de cemento por metro cúbico de concreto. Para relación agua/cemento de 0.66 se redujo 61.78 kg, para 0.62 se redujo 65.05 kg, y para 0.58 83.50 kg manteniendo parecida trabajabilidad de mezcla (TABLA 15 y FIGURA 21 pág. 93, 94).
- Resistencia a la compresión a los 28 días para relación agua/cemento 0.66 aumentó en 12 kg/cm² con el uso de aditivo SikaCem (TABLA 12 pág. 82, FIGURA 07 pág. 84)
- Resistencia a la compresión a los 28 días para relación agua/cemento 0.62 bajó en 29 kg/cm² con el uso de aditivo SikaCem (TABLA 12 pág. 82, FIGURA 07 pág. 84).
- Resistencia a la compresión a los 28 días para relación agua/cemento 0.58 aumentó en 4 kg/cm² con el uso de aditivo SikaCem (TABLA 12 pág. 82, FIGURA 07 pág. 84).
- Los costos aproximados de un metro cúbico concreto aumentaron para relaciones agua/cemento 0.66, 0.62 y 0.58: S/24.40, S/ 26.23 y S/ 18.94 respectivamente (TABLA 15 pág. 93)
- Coeficientes de variación de resistencia a la compresión bajaron con el uso de aditivo SikaCem para todas las relaciones agua/cemento y todas las edades (TABLA 14 pág. 90, FIGURAS 17, 18, 19, 20 pág. 91, 92)

6.2. CONCLUSIONES

- El uso de aditivo plastificante SikaCem en el concreto cemento-arena reduce la cantidad de cemento, pero no afecta su resistencia.
- El uso de aditivo no disminuye el costo del concreto cemento/arena, y el incremento del precio se debe al costo del mismo aditivo SikaCem; sin embargo, esto se compensa en buena medida por la reducción de la cantidad de cemento, resultando económicamente una diferencia aceptable.
- El uso de aditivo plastificante SikaCem disminuye considerablemente la variación de resistencias de los especímenes obtenidos de una sola tanda de concreto, la cual según la literatura se debe a la homogeneidad de la mezcla de concreto.

6.3. RECOMENDACIONES

- Los resultados de la investigación arrojaron un cierto aumento de costo de concreto con el uso de plastificante SikaCem que puede deberse a altas dosis de este aditivo que indica la ficha técnica del producto. Se recomienda investigar otros tipos de plastificantes de la misma marca o de otras, enfocándose en el costo por metro cúbico del concreto, y estimar la disminución de la cantidad de cemento correspondiente a la disminución de la relación a/c.
- La estimación de agua requerida por metro cúbico de concreto con el uso de plastificante requiere varias pruebas previas. Se puede variar la dosificación del aditivo para encontrar la cantidad óptima de agua.
- Las pruebas con el aditivo plastificante presentaron un alto retardo de fragua en el concreto, que impedía el desmolde de testigos al día siguiente. En la obra o en otras investigaciones se recomienda bajar la dosis del SikaCem si este tipo de fenómeno resultaría un inconveniente. Cabe mencionar que este retardo no parece perjudicar la resistencia a largo plazo.

CAPÍTULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES ADITIVOS QUÍMICOS PARA HORMIGONES Y MORTEROS Y SU EMPLEO EN LA CONSTRUCCIÓN Dr. Ing. Carlos Safranez Informes de la Construcción Vol. 23, nº 224 octubre de 1970 – España.
2. Norma ASTM C-1017 “Standard Specification for Chemical Admixtures for Use in Producing Flowing Concrete” (“Especificaciones para los aditivos químicos para la producción de mezcla de concreto”).
3. GUIA PRACTICA PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS DE HORMIGÓN Ing. Orlando Giraldo Bolívar, Medellín, octubre de 1987.
4. BACH. ING. HERNÁNDEZ PREISLER César Augusto (2005) Valdivia, Chile PLASTIFICANTES PARA EL HORMIGÓN.
5. BACH.ING. MILLONES PRADO Ángel Antonio (2008) Lima, Perú CONCRETO DE ALTA DENSIDAD CON SUPER PLASTIFICANTE.
6. DÍAZ VILCA Miguel Justiniano (2010), EN LA TESIS “CORRELACIÓN ENTRE LA POROSIDAD Y LA RESISTENCIA DEL CONCRETO”.
7. SALVATIERRA Edher Huincho (2011), EN LA TESIS “CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA USANDO ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, MICROSILICE Y NANOSILICE CON CEMENTO PORTLAND TIPO I”.
8. ING. ARI QUEQUE Ismael (2002), EN LA TESIS “ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO, DE MEDIANA Y ALTA RESISTENCIA, CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y RETARDADOR DE FRAGUADO, CON CEMENTO PORTLAND TIPO I”.
9. ING. FLORES HUAMANI Mauro (2005), EN LA TESIS “ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PESADO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CEMENTO PORTLAND TIPO I Y UN ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE”.

10. AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. (2005). REQUISITOS DE REGLAMENTO PARA CONCRETO ESTRUCTURAL (ACI 318S-05) Y COMENTARIO (ACI 318SR-05). MICHIGAN: AMERICAN CONCRETE INSTITUTE.
11. COMITÉ ACI 116 R. (1998). TERMINOLOGÍA DEL CEMENTO Y EL HORMIGÓN. ESTADOS UNIDOS: ACI.
12. GONZÁLEZ, M. (2001). ASPECTOS ÉTICOS DE LA INVESTIGACIÓN CUALITATIVA. GUATEMALA: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.
13. SCHLUMPF, J., BICHER, B., & SCHWOON, O. (2012). SIKA CONCRETE HANDBOOK. ZURICH: SIKA SERVICES AG.
14. SIKA. (2015). SIKA CEM PLASTIFICANTE ADITIVO HOJA TÉCNICA. LIMA-PERÚ: SIKA.
15. ING. RIBERA L. GERARDO A. (2008) CONCRETO SIMPLE, ADITIVOS PARA MORTEROS O CONCRETOS, 2008.
16. EDHER HUINCHO (2011), EN LA TESIS "CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA USANDO ADITIVOS SUPER PLASTIFICANTE, MICROSILICE Y NANOSILICE CON CEMENTO PORTLAND TIPO I.

ANEXO 1. MATRÍZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	OPERACIONALIZACION DE VARIABLE			DISEÑO METODOLOGICO
			VARIABLE	INDICADORES	INDICADORES	
Problema General	Objetivo General	Hipotesis General	Variable Independiente			
¿Cómo influye el uso de aditivo plastificante SikaCem en la resistencia a la compresión del concreto cemento-arena producido con la arena extraída de la cantera ubicada en la carretera Iquitos-Nauta km. 20?	Determinar cómo influye el uso de aditivo plastificante SikaCem en la resistencia a la compresión del concreto cemento-arena mediante los ensayos del laboratorio.	El aditivo superplastificante influye beneficiosamente en el concreto cemento-arena.	Cantidad de aditivo superplastificante en la mezcla.	Dosificación del plastificante. Relación agua /cemento	Plastificante (ml) Agua (m3) Cemento (kg)	Diseño transeccional correlacional Diseño experimental
Problemas Específicos	Objetivos Específicos		Variable Dependiente			
¿Uso de aditivo plastificante SikaCem reducirá la cantidad del cemento en el concreto cemento-arena no afectando su resistencia?	Determinar si el uso de aditivo plastificante SikaCem reducirá la cantidad del cemento en el concreto cemento-arena.		Cantidad de cemento por metro cúbico de la mezcla de concreto. Resistencia del concreto Costo del concreto	Relación agua/cemento. Resistencia a la compresión	Agua (m3) Cemento (kg). Kg/cm2	
¿Uso de aditivo plastificante SikaCem reducirá el costo del concreto cemento-arena?	Determinar si el uso de aditivo plastificante SikaCem reducirá el costo del concreto cemento-arena.					
¿Uso de aditivo plastificante SikaCem en el concreto cemento-arena reducirá la variabilidad de su resistencia?	Determinar si el aditivo plastificante Sika Cem reduce la variabilidad de la resistencia del concreto cemento-arena.					

ANEXO 2. FICHA TÉCNICA



HOJA TÉCNICA

Sika® Cem Plastificante

Super plastificante para mezclas de Concreto Y Mortero

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika® Cem Plastificante es un aditivo súper plastificante para mezclas de concreto, permite una reducción de agua de hasta 20% según la dosificación utilizada.

Sika® Cem Plastificante no contiene cloruros y no ejerce ninguna acción corrosiva sobre las armaduras.

USOS

Sika® Cem está particularmente indicado para:

- Todo tipo de mezclas de concreto o mortero que requiera reducir agua, mejorar la trabajabilidad (fluidez del concreto) o ambos casos para lograr reducir costos de: mano de obra, materiales (cemento) y/o tiempo.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

Sika® Cem Plastificante tiene las siguientes ventajas:

- Aumento de las resistencias mecánicas.
- Mejores acabados.
- Mayor adherencia al acero.
- Mejor trabajabilidad (fluidez) en el tiempo.
- Permite reducir hasta el 20% del agua de la mezcla.
- Aumenta la impermeabilidad y durabilidad del concreto.
- Facilita el bombeo del concreto a mayores distancias y alturas.
- Ayuda a reducir la formación de cangrejeras.

NORMAS

ESTÁNDARES

Sika® Cem Plastificante cumple con la Norma ASTM C 494, tipo D y tipo G.

DATOS BÁSICOS

FORMA

COLORES

Paro oscuro.

PRESENTACIÓN

- Envase PET x 4 L
- Balde x 20 L

ALMACENAMIENTO	CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL 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 1,20 kg/L ± 0,02 USGBC VALORACIÓN LEED Sika® Cem Plastificante 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 <ul style="list-style-type: none"> ▪ Como plastificante: 250 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg. ▪ Como superplastificante: hasta 500 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.
-------------------------------	--

MÉTODO DE APLICACIÓN	MODO DE EMPLEO Adicionar a la mezcla de concreto preferentemente una vez amasado y haciendo un re-mezclado de al menos 1 minuto por cada tanda. PRECAUCIONES Limpie todas la 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.
------------------------------	--

INFORMACIÓN DE SEGURIDAD E HIGIENE	Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.
---	---

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.
----------------------	---

Hoja Técnica
Sika® Cem Plastificante
22.01.15, Edición 3



ANEXO 3. PANEL FOTOGRÁFICO



❖ Moldes de plástico de 4"x8" para ensayos en el laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales de la Universidad Científica del Perú.



❖ Aditivo Plastificante Sika Cem, utilizado en el trabajo de investigación.



- ❖ Obteniendo el peso de agregado (arena) utilizando balanza electrónica, para sacar el peso unitario suelto de la arena y luego el peso unitario compactado.



- ❖ Tamizando el agregado para sacar valores para el análisis granulométrico del agregado (arena).



- ❖ Pesando el matraz para hacer el ensayo de gravedad específica.



- ❖ Ensayo Cono de Abrams, para medir consistencia del concreto cemento-arena en estado fresco.



- ❖ Ensayo para obtener el contenido de aire de la mezcla.



- ❖ Testigos vaciados en los moldes para su posterior curado y rotura.



- ❖ Testigos listos para ser colocados en la prensa y obtener su resistencia a la compresión ($f'c$).



- ❖ Prueba de resistencia a la compresión ($f'c$) de los testigos.