



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Uso del aditivo Sika plastiment HE-98 para mejorar la resistencia a la compresión del concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ Lima, 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTORAS:

Cáceres Gonzales Karen Karina (ORCID: 0000-0002-6078-7138)

Reyes Gómez Sheyla Caro (ORCID: 0000-0002-0522-3612)

ASESOR:

Mg. Choque Flores, Leopoldo (ORCID: 000-0003-0914-7159)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

Lima - Perú

2019

Dedicatoria

A Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mis padres Luisa Gonzales Rojas y Fidel Cáceres Salazar, por ser lo más importante en mi vida, por brindarme sus consejos, cariño, amor, valores y su incondicional apoyo y en recompensa a sus esfuerzos. A mis hermanos, por darme soporte, por brindarme su compañía apoyo y amistad incondicional.

Cáceres Gonzales, Karen Karina

Para mis padres Silvia Gomez y Alfredo Reyes por brindarme su apoyo incondicional, por ser mi motivo les dedico mis metas y éxitos así mismo ser mi admiración y ejemplo para seguir.

Reyes Gomez, Sheyla Caro

Agradecimiento

Agradezco infinitamente a Dios, por haberme guiado en todo momento por darme la fortaleza para seguir adelante a pesar de los múltiples obstáculos que se presenta en la vida, a mis padres Luisa Gonzales Rojas y Fidel Cáceres Salazar por brindarme el apoyo incondicional y por confiar en mí, gracias a ellos que me ayudaron a conseguir cada meta, Por sus cuidados y consejos que me brindaron para continuar por el camino correcto, y a mi amigo incondicional por darme siempre fuerzas y ánimos para seguir adelante.

A mi asesor Mg. Ing. Choque Flores Leopoldo:

Gracias por aceptarme para realizar esta tesis por el apoyo y confianza en mi trabajo y su capacidad para guiar mis ideas ha sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de esta tesis, sino también en mi formación para esta investigación. Las ideas propias, siempre enmarcadas en su orientación y rigurosidad, han sido la clave del buen trabajo que hemos realizado juntos, el cual no se puede concebir sin su siempre oportuna participación.

Karen Karina Caceres Gonzales

Agradezco infinitamente a Dios, por haberme guiado en todo momento por darme la fortaleza para seguir adelante a pesar de los múltiples obstáculos que se presenta en la vida, a mis padres Silvia Gomez Paucar y Alfredo Reyes Aliaga por brindarme el apoyo incondicional y por confiar en mí, gracias a ellos que me ayudaron a conseguir cada meta, Por sus cuidados y consejos que me brindaron para continuar por el camino correcto, y a mi amigo incondicional por darme siempre fuerzas y ánimos para seguir adelante.

A mi asesor Mg. Ing. Choque Flores Leopoldo

Reyes Gomez, Sheyla Caro

Página del Jurado

Página del Jurado

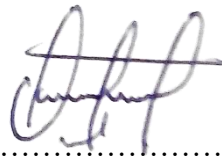
Declaratoria de Autenticidad

Yo, Caceres Gonzales Karen Karina con DNI 76472528, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, Julio del 2020



.....
Caceres Gonzales Karen Karina

DNI: 76472528

Declaratoria de Autenticidad

Yo, Reyes Gomez Sheyla Caro con DNI 776062850, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, Julio del 2020



.....
Reyes Gomez Sheyla Caro

DNI: 776062850

ÍNDICE

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Página del Jurado.....	iv
Declaratoria de Autenticidad	vi
Índice	viii
Resumen	ix
Abstract.....	x
I. Introducción	1
II. Método	19
2.1 Tipo y Diseño de la investigación	19
2.2 Operacionalización de variables.....	20
2.3 Población, muestra y muestreo.....	23
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validación y confiabilidad.	25
2.5 Procedimiento.....	26
2.6 Métodos de análisis de datos	31
2.7 Aspectos éticos	32
III. Resultados.....	33
IV. Discusión	72
V. Conclusiones.....	73
VI. Recomendaciones	74
Referencias	75
Anexos.....	80
Acta de aprobación de originalidad de Tesis.....	130
Acta de aprobación de originalidad de Tesis.....	131
Pantallazo del Software Turnitin	132
Autorización para la Publicación de la Tesis.....	133
Autorización de la Versión Final del Trabajo de Investigación	134

Resumen

El proyecto de investigación se realizó en el Laboratorio de la Universidad César Vallejo, los ensayos de los agregados se realizaron en el Laboratorio Ingeocontrol, Ingeniería geotecnia y control de calidad. Asimismo, cabe resaltar que la presente investigación estudia el efecto que tiene el aditivo plastificante Sika plastiment HE-98 en la resistencia a la compresión del concreto, en su trabajabilidad y el impacto del uso de este aditivo en los costos de su fabricación. Con la finalidad de lograr este objetivo, el diseño de la investigación fue experimental de tipo aplicada y enfoque cuantitativo. La metodología planteada consistió en la elaboración de cuatro de grupos de trabajo, siendo el primer grupo las obtenidas a partir de las mezclas de concreto con 0% de aditivos, mientras que los tres restantes, con un contenido de aditivo de 0.5%, 0.8% y 1%.

Estas probetas fueron ensayadas posteriormente en el laboratorio de ensayo de materiales, midiendo las características de interés, en diferentes edades; de tal manera que fueron 9 probetas por cada diseño haciendo un total de treinta y seis (36) testigos de concreto de 6"x 12". La indagación es de diseño experimental ya que se puede manipular la variable independiente y tuvo como técnica la recolección de datos a través de fichas técnicas, así como también tuvo la observación del procedimiento de la elaboración de concreto tanto el patrón como el estudio.

Los resultados que se obtuvieron en el laboratorio fueron satisfactorios obteniendo como resultado que adicionándole el aditivo a una dosificación de 0.5% en las proporciones mencionadas aumenta considerablemente la resistencia a la compresión hasta en un 10% a comparación del concreto patrón, tenido un efecto positivo de 200% en la trabajabilidad en dosificación de 1.00%, existiendo una relación directa. Finalmente, se ha observado que la aplicación del aditivo Sika plastiment HE-98 logró una reducción de las cantidades de cemento requeridas, pero al adicionar las diferentes dosificaciones aumenta el costo de fabricación del concreto.

Palabras clave:

Concreto, diseño de mezclas, aditivo Sika plastiment HE-98, resistencia a la compresión, trabajabilidad.

Abstract

The research project was carried out in the Laboratory of the César Vallejo University, the tests of the aggregates were carried out in the Ingeocontrol Laboratory, Geotechnical Engineering and quality control. Likewise, it should be noted that the present investigation studies the effect that the Sika plastiment HE-98 plasticizer additive has on the compressive strength of concrete, its workability and the impact of the use of this additive on its manufacturing costs. In order to achieve this objective, the research design was an experimental application and quantitative approach. The proposed methodology consisted of the elaboration of four working groups, the first group being those obtained from concrete mixtures with 0% of additives, while the remaining three, with an additive content of 0.5%, 0.8% and 1%.

These specimens were subsequently tested in the materials testing laboratory, measuring the characteristics of interest, at different ages; in such a way that there were 9 specimens for each design making a total of thirty-six (36) 6 x 12" concrete witnesses. The investigation is of experimental design since the independent variable can be manipulated and had as a technique the data collection through technical sheets, as well as had the observation of the procedure of the elaboration of concrete both the pattern and the study.

The results obtained in the laboratory were satisfactory, obtaining as a result that adding the additive to a dosage of 0.5% in the aforementioned proportions considerably increases the compressive strength up to 10% compared to the standard concrete, having a positive effect of 200% in the workability in dosing of 1.00%, existing a direct relation. Finally, it has been observed that the application of the Sika plastiment HE-98 additive achieved a reduction in the quantities of cement required, but adding the different dosages increases the manufacturing cost of the concrete.

Keywords

Concrete, mix design, Sika plastiment HE-98 additive, Compressive strength.

I. Introducción

Realidad problemática

El concreto es el material más usado en la construcción, no solo en el Perú, sino a nivel mundial (Nawi, 2002, p. 32). Como cualquier otro material de construcción, el concreto tiene numerosas propiedades que le confieren características únicas, tales como la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, y la trabajabilidad.

La resistencia a la compresión del concreto es una de sus características más importantes, ya que, dependiendo de esta característica, podrá ser aplicada en uno u otro caso. Sin embargo, una de las propiedades menos atendidas, aunque no menos importantes es su resistencia a la flexión, especialmente en el caso de elementos en el que dos de sus dimensiones predominan sobre la tercera, como es el caso de las losas de concreto armado o losas de pavimentos (Riva López, 2012, p. 24).

La trabajabilidad del concreto es otra de las propiedades más importantes de este material, ya que esta propiedad le permite acomodarse a cualquier forma deseada. Es una característica típica del concreto en estado fresco. En la práctica de la ingeniería sería altamente deseable que tanto la resistencia a la compresión, como la trabajabilidad pudieran incrementarse de manera conjunta, ya que tales propiedades son claves para el diseño de numerosas estructuras, tales como puentes, edificaciones, losas, entre otras. Sin embargo, dadas las características del concreto es usual que para incrementar la trabajabilidad de este se requiera del empleo de mayores cantidades de agua, lo que a su provocaría menores resistencias a la compresión, ya que la relación agua cemento (a/c) disminuiría considerablemente. El hecho de no poder alcanzar mayores niveles de resistencia a la compresión, de manera simultánea con su trabajabilidad limita las posibles aplicaciones de este material en la industria de la construcción.

En este sentido, la industria de la construcción ha desarrollado numerosas sustancias que se colocan dentro del concreto con la finalidad de poder maximizar algunas de las propiedades de interés de este material, a tales sustancias comúnmente se les denomina aditivos. En este sentido en el mercado existen numerosos aditivos orientados a la maximización de la trabajabilidad del concreto, denominados como plastificantes y superplastificantes. Dentro de estos un aditivo de reciente distribución denominado Sika plastiment HE-98 promete la maximización de la trabajabilidad del concreto referente a uno convencional, sin embargo, a la fecha no existen estudios nacionales serios sobre su efectividad en las mezclas de concreto.

En el presente trabajo de investigación se propone el estudio de las propiedades de ciertas sustancias, que usualmente no componen el concreto y que son típicamente conocidas como aditivos reductores de agua (Sika plastiment HE-98), con la finalidad de poder lograr incrementos de resistencia a la compresión de manera simultánea con la trabajabilidad.

Antecedentes

Antecedentes Nacionales

Ponce (2016), “Estudio comparativo del efecto de aditivos Chema y Sika aceleradores de fragua en la ciudad del cusco en concretos expuestos a climas altoandinos”. En su tesis para optar título de ingeniero civil, presenta una serie de investigaciones orientadas a la mejora de las técnicas usadas para la elaboración de concretos en climas especialmente adversos, como los encontrados en las ciudades altoandinas del Perú. En ese contexto conviene recordar que el proceso de formación de cristales en el concreto depende de una serie de variables, siendo la temperatura ambiental una de las más incidentes, ya que a bajas temperaturas el tiempo de fraguado puede verse extendido notablemente, y si la temperatura ambiental está cerca de los 0 °C, el posible congelamiento del agua es una variable a tener en cuenta. En este sentido el trabajo de investigación pretende arrojar luces sobre los efectos de la aplicación de dos aditivos, Chema y Sika.

Fernández (2017), en su tesis de grado titulada “Evaluación del diseño del concreto elaborado con cemento portland tipo I adicionando el aditivo , en la ciudad de Lima– 2016” presenta una serie de estudios orientados a la determinación de los efectos de un aditivo reductor de agua en las características más importantes del concreto, tales como, trabajabilidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, tiempo de fraguado entre otras variables de gran importancia en el diseño de mezclas de concreto. La metodología empleada consistió de un diseño experimental, para el que se realizaron dos grupos de comparación, uno consistió de muestras de concreto simple, diseñados mediante la aplicación del método del agregado global, y otro considerando la incorporación de los aditivos de interés. Los resultados obtenidos han mostrado mejoras notables en variables como la resistencia a la compresión y mejoras en la resistencia a la flexión. Además, se ha logrado una reducción significativa de las cantidades de agua requeridas para la elaboración del concreto.

Molina y Chara (2017), en su tesis de grado titulada “Influencia de la adición de nanosílice en las propiedades de un concreto de alta resistencia para la ciudad de Arequipa” realizaron un estudio del efecto de la incorporación de nanosílice en la elaboración de concretos de

mediana resistencia, es decir, resistencias a la compresión del concreto que van desde los 420 kg/cm² hasta los 750 kg/cm². La metodología empleada para la realización de este estudio consistió en la elaboración de dos grupos de trabajo para cada nivel de resistencia a la compresión requerido. En cada uno de los grupos se ha considerado que uno sea un patrón de referencia, por lo que su diseño será realizado siguiendo las recomendaciones dadas por el ACI. El otro grupo tendrá concentraciones de nanosilice dependiendo de los objetivos del trabajo de investigación. Las mezclas obtenidas han sido sometidas a ensayos de resistencia a la compresión considerando también la variabilidad existente por la edad del concreto. Los resultados muestran que en general existe una mejora notable en la resistencia a la compresión del concreto, que en algunos casos ha logrado duplicar la resistencia especificada.

Sánchez (2017), en su tesis de grado titulada “Aditivo superplastificante y su influencia en la consistencia y desarrollo de resistencias de concreto para $f'c=175, 210, 245 \text{ kg/cm}^2$ ” realiza estudios orientados a lograr mejoras en las características del concreto, tales como resistencia a la compresión y trabajabilidad. Para esto, el autor enfatiza que de acuerdo con el instituto americano del concreto (ACI), la resistencia a la compresión del concreto depende directamente de la relación agua cemento, es decir, las cantidades del cemento frente a las cantidades de agua involucradas en la elaboración. Para estos el autor decide la aplicación de aditivos superplastificantes, definidos como sustancias que logran mayor movilidad entre los agregados sin la necesidad de mayores cantidades de agua. Los resultados encontrados muestran que la adición de superplastificantes permite el incremento de la trabajabilidad de concreto, sin la necesidad de mayores cantidades de agua. Esto implica que mediante la adición de estas sustancias se puede mantener la resistencia a compresión del concreto e incrementar la trabajabilidad.

Antecedentes Internacionales

Hernández (2010), presenta una tesis de maestría titulada “Plastificantes para el Hormigón” en la que realiza una descripción detallada de los aditivos plastificantes existentes en el mercado chileno, sus características, sus dosificaciones y aplicaciones específicas para cada caso. Además, el autor realiza una distinción clara entre los aditivos plastificantes y superplastificantes, definiendo estos últimos como plastificantes con capacidades mejoradas con respecto a los denominados simplemente plastificantes. La metodología aplicada a lo largo de este trabajo de investigación fue descriptiva y mediante el estudio de casos. Para esto último el autor reunió una serie de diseños de mezclas comúnmente establecidos en la práctica constructiva del país austral. Los resultados encontrados muestran que la aplicación de plastificantes y superplastificantes logran reducciones notables de las cantidades requeridas de agua y si se desea mantener la resistencia a la compresión, se requerirían menores cantidades de cemento, logrando la fabricación de concretos más económicos.

Mondragón (2013), en su tesis de maestría titulada “Efecto de aditivos químicos en la resistencia a la compresión uniaxial del concreto”, presentada ante la Universidad Nacional Autónoma de México, estudia el efecto de una serie de aditivos comúnmente empleadas en la fabricación de concretos estructurales en la ciudad de México. El objetivo de este trabajo de investigación es la evaluación del efecto que tendrán tales aditivos en la resistencia a la compresión. La metodología empleada consideró la fabricación de una serie de probetas cilíndricas de concreto, las que serán ensayadas posteriormente a las edades de 3 días, 7 días, 14 días y 28 días. Además, para cada edad del concreto se ha considerado cuatro dosificaciones de los aditivos, siendo estos valores que van desde 0%, hasta 1.5%. Posteriormente, este juego de probetas así obtenidos se ensayará a esfuerzos de compresión uniaxiales crecientes hasta alcanzar la falla. Los resultados obtenidos fueron anotados y procesados posteriormente. Encontrándose que la aplicación de aditivos reductores de agua permite, en la mayor parte de los casos incrementar la resistencia a la compresión.

Shrivastava y Kumar (2016), en su artículo científico titulado “Compatibility issues of cement with water reducing admixture in concrete” presentada y publicada en la revista internacional *Perspective in Sciences* en el año 2016, presentaron una serie de estudios orientados al estudio de aditivos plastificantes y superplastificantes en la reducción de las cantidades requeridas de cemento para la fabricación de concretos de alta resistencia. Para esto los autores estudiaron una serie de marcas de aditivos plastificantes y superplastificantes disponibles en el mercado indio, para su posterior aplicación en la preparación de concretos

de alta resistencia. Los resultados mostraron que la aplicación de tales aditivos, en las proporciones adecuadas logró el objetivo de conseguir concretos de alta resistencia. Los autores además recomendaron que las cantidades de aditivo aplicadas en el diseño de mezclas varíen entre 0.9% y 1.1% del peso de cemento considerado.

R, Cardoza; J, Sánchez, B Elmer; R, Solano (2015) “Influencia de la tasa de aditivo superplastificante, en las propiedades del concreto de alta resistencia en estado fresco y endurecido”. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad de el Salvador. Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Civil. Propuso establecer cómo influye el uso del aditivo reducto de agua superplastificante en las propiedades del concreto en su estado fresco y endurecido, diseñar doce mezclas de hormigón para alcanzar la resistencia a la compresión de 500, 550, 600, 650 kg/cm², mediante tasa de dosificación del aditivo superplastificante de 600, 1200 y 1800 ml/100 kg para establecer mezclas de concreto como su trabajabilidad y consistencia, también evitar el excesivo sobre diseño de las mezclas de hormigón. Obteniendo resultados mediante ensayos de laboratorio realizadas a los componentes de concreto teniendo una mejor calidad la mezcla, el porcentaje de reducción de agua del mezclado para cada mezcla de concreto y la resistencia del diseño a utilizar la metodología ACI 211.4, concluyendo la aplicación de este diseño dado en esta investigación.

(S, Campo; D, Muñoz 2015) “Estudio experimental del uso de diferentes aditivos como plastificantes reductores de agua en la elaboración de hormigón y su influencia en la propiedad de resistencia a la compresión”. “Tesis para optar el título de Ingeniero Químico”. Universidad de Cuenca. “Facultad de Ingeniería Química”. Propuso determinar que el cemento Guapan cumpla los requerimientos conforme las normas de Ecuador para su elaboración y poder aplicarlo en la mezcla de concreto, también cumplir un control de calidad del cemento mediante ensayos físicos y químicos, luego establecer el valor de densidad. Se obtuvo resultados donde se estableció cuál de los aditivos en las mezclas de concreto lograran o disminuyan la resistencia esperada reduciendo su dosificación y la cantidad de cemento sin afectar sus propiedades hormigón y conservando la trabajabilidad en la mezcla del patrón.

(Hernández, Cesar, 2005) “Plastificantes para hormigón”. “Tesis para optar el título de Constructor Civil”. “Universidad Austral de Chile”, “Facultad de Ciencia de la Ingeniería”. Propuso demostrar los beneficios que tienen los aditivos tanto en lo económico como en la mejora del aspecto productivo en las etapas constructivas. Donde se destacan el uso de estos

aditivos ayude a aumentar la resistencia y fluidez en los hormigones. Por lo tanto, se lograron los objetivos que se propusieron, que la relación agua y cemento que en conjunto con otros elementos es un aspecto fundamental que determina la calidad del hormigón.

Teorías relacionadas al tema

El concreto.

El concreto es un material de construcción obtenido de la mezcla del cemento portland, los áridos, el agua y en numerosas aplicaciones el uso de aditivos, su principal característica es excelente capacidad para resistir esfuerzos de compresión, lo que la hace muy semejante a las rocas. (De la Cruz, 2014)

Figura 1. Preparación de concretos para la fabricación de elementos estructurales



Fuente: Ponce (2016)

Estados del concreto

En la elaboración del concreto se pueden distinguir tres estados los cuales están en función del tiempo de exposición del concreto al ambiente, estos tres estados del concreto son los siguientes:

Estado fresco: Es el estado inicial del concreto el cual se inicia a partir de la realización de la mezcla de los componentes del concreto: agua, cemento, agregados y aditivos; este primer estadio del concreto se caracteriza principalmente por ser una masa blanda y trabajable en razón que el concreto adopta la forma del contenedor en cual este reposa; las principales propiedades que presenta el concreto fresco son la trabajabilidad y la consistencia

Estado fraguado: Es el segundo estadio del concreto el cual se produce dentro de las primeras 24 horas que tiene el concreto expuesto a ambiente, este estado del concreto se caracteriza principalmente por la obtención de rigidez del material y la progresiva desaparición de las características principales del concreto fresco; dicha obtención de rigidez

así como la pérdida total de la trabajabilidad y la fluidez se conoce como fraguado del concreto y marcan el inicio de este segunda estadio del concreto.

Estado endurecido: Es el tercer y último estadio del concreto el cual culmina en el transcurso de un tiempo que en promedio es de 28 días en el que el material este expuesto al ambiente, este estado del concreto se caracteriza principalmente por ser el momento en que el concreto ha alcanzado sus máximos niveles de endurecimiento y resistencia a las cargas de compresión.

Componentes del concreto

Como se mencionó líneas arriba, el concreto es una mezcla de una serie de materiales, en esta sección se estudian las características más importantes de cada uno de estos componentes.

Los Agregados

Los agregados son materiales provenientes de la trituración o molienda de rocas, ya sean estos formados a partir de la acción mecánica natural o artificial, estos objetos pueden ser encontrados de forma natural en los márgenes de los ríos y sus diámetros se encuentran disponibles de manera continua, es decir podemos disponer desde piedras de gran tamaño hasta partículas del orden micras (Sótil, 2015).

Un concepto similar sobre los agregados lo encontramos en la norma NTP 400.011 el cual define a los agregados como un conjunto de partículas inorgánicas que pueden tener un origen natural o artificial y cuyas dimensiones son delimitadas por la norma antes mencionada. La importancia que presentan los agregados en la preparación del concreto es de gran importancia no solo por la gran cantidad de volumen que este ocupa en la mezcla, el cual representa las $\frac{3}{4}$ del total de dicha mezcla, sino, también, porque actualmente es sabido que tanto la calidad y las propiedades físicas y químicas de los agregados influyen directamente sobre las propiedades del concreto resultante como el nivel de resistencia a cargas que presenta y la durabilidad que el concreto llega a presentar.

En ese sentido, manifiesta que el papel que desempeñan los agregados en el concreto es determinante en la consecución de diversas características del concreto como: la durabilidad del concreto, la resistencia mecánica, su comportamiento elástico, así como como en sus propiedades térmicas y acústicas (Riva López, 2010)

En específico si se hicieran mezclas de concreto que solo usaran cemento como componentes estaríamos frente a un material demasiado costoso, puesto que el proceso de obtención del cemento es muy complicado y costoso, mientras que los costos asociados a la obtención de

agregados naturales son prácticamente nulos en comparación con los primeros, finalmente es importante agregar que el hecho de usar agregados le brinda a la mezcla resultante una mejor capacidad de abrasión.

Tipología de los agregados

Los agregados pueden calificarse de diversas formas atendiendo a distintos criterios de clasificación; los agregados pueden diferenciarse: por el nivel de su limpieza se distinguen entre agregado sucio y agregado limpio, por el peso que presentan se distinguen entre agregado liviano y pesado, por la granulometría se distinguen entre agregado fino y agregado grueso al cual también frecuentemente se le llama hormigón.

En la presente clasificación solo se desarrollan la clasificación por la granulometría de los agregados siendo que este criterio es el que más relevancia tiene en el trabajo de la construcción.

Agregado fino

El agregado fino es el nombre que se le da a la arena que ha sido extraído de canteras de origen aluvial o arenas que han sido producidas de forma artificial mediante la molienda o la desintegración de rocas, estas arenas se caracterizan por estar constituidas por partículas insolubles de tamaños muy pequeños los cuales son obtenidos mediante el paso del agregado por el tamiz de 3/8 separando el agregado grueso de un agregado cuyas partículas son menores a 4,75mm, dichas dimensiones están establecidas en la norma técnica peruana de agregados NTP 400.037 y las normas internacionales de granulometría y la calidad de agregados ASTM C33.

Características:

El agregado fino está caracterizado por estar constituido por partículas finas con formas angulosas libres de materiales terrosos, materia orgánica u otros materiales extraños.

Granulometría:

La granulometría (es decir la medida de las dimensiones de las partículas que componen el agregado) del agregado fino están determinadas, como se mencionó líneas arriba, tanto por la norma técnica peruana NTP 400.037 como por la norma internacional ASTM C33.

Tabla 1. Análisis granulométrico del agregado fino

MALLA		% QUE PASA (Acumulativo)
3/8"	9.5 mm	100
N°4	4.75 mm	95 a 100
N°8	2.36 mm	80 a 100
N°16	1.18 mm	50 a 85
N°30	600 um	25 a 60
N°50	300 um	10 a 30
N°100	150 um	2 a 10

Fuente: Normas NTP 400.037 o ASTM C33

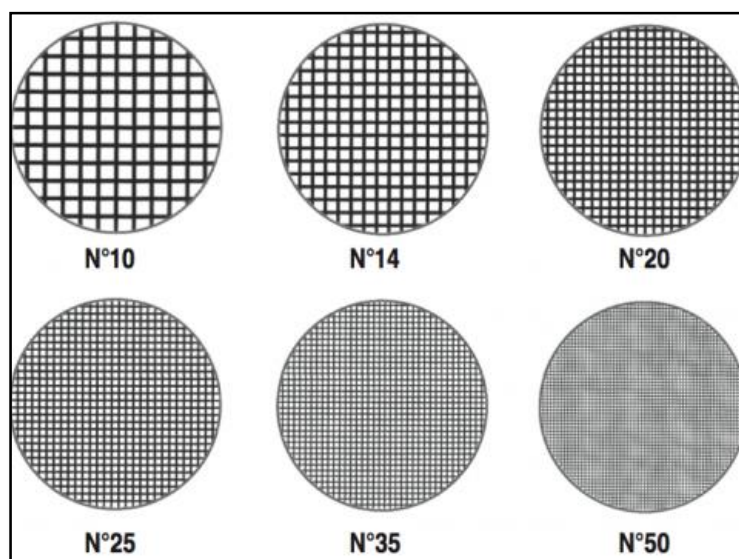


Figura 2. Tamices y los números de mallas asociados

Fuente: Mondragón (2013)



Figura 3. Tamices empleados para la realización de análisis granulométricos.

Fuente: Mondragón (2013)

De la tabla N°1, se puede observar que el agregado para poder catalogarse como fino debe cumplir las siguientes especificaciones:

- El agregado al ser tamizado por la malla 3/8 de 9.5 mm, el material debe pasar por dicho tamiz en un 100% del total del material
- En el caso de la malla N°04 de 4.75 mm, el agregado debe pasar por dicho tamiz en un 95% a 100% del material.
- En el caso de las mallas más finas, el agregado debe poder pasar en un 10% a 30% del total del material al pasar por la malla N°50 de 300 um.
- En el caso de la malla N°100 de 150 um, el agregado fino debe poder pasar de un 02% a 10% del total del material, es decir que incluso la arena fina al ser puesta a prueba en los tamices más finos, aquel solo suele pasar en un orden 0.2% del total del material.

Agregado grueso

Se denomina agregado grueso a la arena que cumple con ser retenido por el tamiz N°04 de 4,75 mm, esta delimitación es realizada por la norma técnica peruana NTP 400.037.

Características

El agregado grueso presenta diversas características, en este punto solo se detalla las características más relevantes:

- El agregado grueso puede estar conformado por una diversidad de materiales heterogéneos de rocas y minerales, estas pueden ser: Roca partida grava de origen natural o artificial, concreto triturado o una combinación de los materiales antes mencionados.
- Además de los materiales con los que está conformado el agregado se debe tener en importancia la forma de las partículas de las que está conformado, la forma más idónea de los componentes del agregado grueso es: presentar forma angular, presentar dureza y ser compactos, presentar una superficie rugosa, y deben estar libres de materiales orgánicos, elementos blandos, tierra, polvo, limo y libre de presencia de sales.
- Con respecto a la resistencia a cargas de tracción, el agregado grueso debe presentar un nivel de resistencia que alcance como mínimo los 600 Kg/cm²; en los casos en los que el agregado supere dicho nivel de resistencia a la compresión se debe de asegurar que la resistencia a cargas de compresión del concreto resultante debe ser mayor como mínimo en un 1,25% de la resistencia al agregado grueso.

Granulometría del agregado grueso

La granulometría que presenta los agregados gruesos será determinada en función de dos características necesarias que se deben de lograr en el concreto resultante, los cuales son la trabajabilidad de la mezcla y la densidad del concreto endurecido; además de lo anteriormente señalado es siempre ideal que se mantenga una granulometría continua del agregado.

Con respecto a las medidas que deben presentar los componentes del agregado grueso, en la granulometría empleada no se deberá admitir que una cifra mayor del 5% del total del agregado sea retenido en la malla de 1 ½, además de lo anterior no se deberá admitir que una cifra mayor del 6% del total del agregado pueda pasar por la malla de ¼.

Si en la granulometría empleada se admiten más de dos tipos de tamaños diferentes de agregado grueso, ambos agregados deberán cumplir con las dos reglas antes mencionadas.

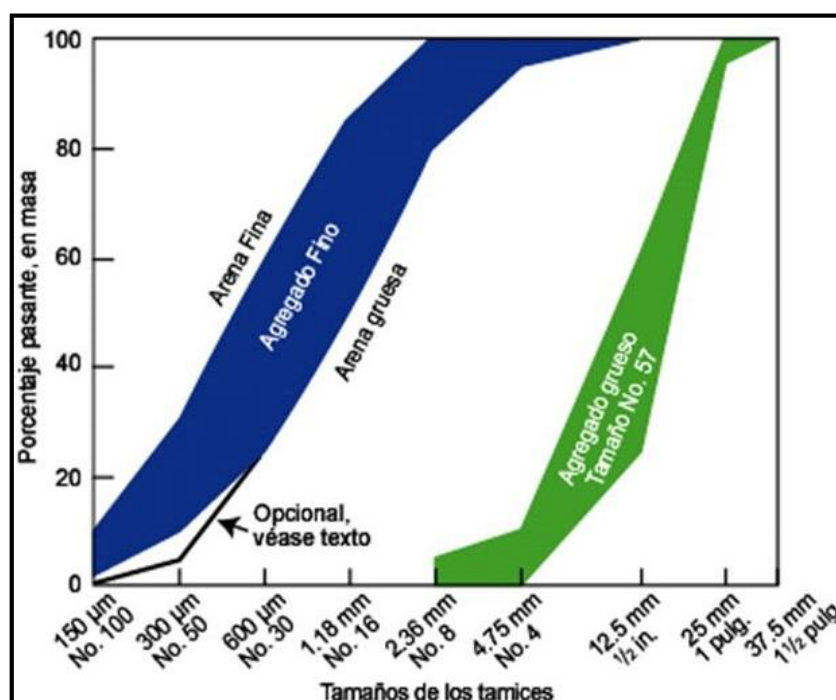


Figura 4. Usos permitidos para agregado finos y gruesos
Fuente: Norma técnica peruana.

Tamaño nominal máximo del agregado grueso

El tamaño máximo nominal que debe presentar los agregados gruesos está determinado en la norma técnica peruana NTP 400.037, en el cual se deja indicado una definición del tamaño nominal: “Se define como tamaño nominal al que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido”. A continuación, se desarrolla una serie de referencias sobre el tamaño máximo que debe presentar el agregado grueso con respecto a las dimensiones de la estructura de la que formará parte:

- El tamaño máximo del agregado no debe ser mayor que un quinto de la menor dimensión entre caras del encofrado.
- El tamaño máximo del agregado no debe superar un tercio del peralte de las losas.
- Finalmente, el tamaño máximo del agregado grueso no debe ser mayor que las tres cuartas partes del espacio libre mínimo entre barras de acero del refuerzo.

Propiedades del concreto endurecido

Resistencia a la compresión

De acuerdo con los trabajos de De la cruz et. al (2014) y Sotil (2015), la resistencia a la compresión del concreto es la habilidad de este material para resistir esfuerzos crecientes de compresión. De acuerdo con la práctica de la ingeniería civil, es un parámetro que se determina mediante la aplicación de esfuerzos uniaxiales en una máquina de ensayo de compresión universal, tal como se muestra en la siguiente figura.



Figura 5. Ensayo de resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto.
Fuente: Ponce (2016).

Propiedades del concreto fresco

El concreto fresco (término con el cual se conoce a la etapa del concreto que incluye tanto la mezcla de los componentes del concreto como: El agua, cemento, agregados, así como la colocación en su posición final y el curado) presentan diversas propiedades cuyo conocimiento es de gran importancia ya que determinan el correcto uso de este material de construcción y el logro de las características esperadas en el resultado final, dichas características son las siguientes:

Trabajabilidad

La trabajabilidad es la propiedad del concreto que mide la capacidad del concreto de fluir bajo la acción de la gravedad. Dentro de la práctica de la ingeniería este parámetro se mide haciendo uso del cono de Abrahams, tal como se muestra en la siguiente figura. (ACI, 2014, p. 50)



Figura 6. Medición de la trabajabilidad del concreto mediante el cono de Abrahams.
Fuente: Ponce (2016)

Durabilidad

Característica que indica la capacidad de resistencia que presenta el concreto a diversos factores como: El desgaste al que estará sometido durante el uso al que fue proyectado, la acción de productos químicos, acción a la intemperie y los desgastes.

Resistencia

La resistencia que presenta el concreto una vez haya fraguado, es una de las principales características a las que la industria de la construcción le da mayor importancia, esto es debido a que las bondades que presenta el concreto como material de construcción se cristalizan en esta característica fundamental el cual es la resistencia que demuestra ante la aplicación de inmensas cargas; como regla general la determinación del nivel de resistencia que logra alcanzar un concreto específico se mide mediante un ensayo de laboratorio en el cual una probeta (una muestra del concreto aplicado en una obra específica) es sometida a cargas de compresión hasta alcanzar el punto de rotura y determinar así el nivel de resistencia alcanzado; el tiempo a la que es sometida la probeta a dicha prueba tal como lo indica es de aproximadamente 28. (Merritt, 1992). Esto en razón que es en este periodo de tiempo en el cual el concreto alcanza su mayor resistencia.

Permeabilidad

La impermeabilidad del concreto es una característica que indica la capacidad que presenta el concreto para resistir el paso de agua, la importancia que presenta esta característica del concreto se observa principalmente en la prevención del paso del agua dentro de las instalaciones sanitarias; esta propiedad del concreto está en relación inversa a la cantidad de agua utilizada en la preparación de la mezcla.

Consistencia

De acuerdo con Carbajal (2009), la consistencia del concreto es una propiedad que hace referencia a la plasticidad del concreto fresco para fluir, esta característica al igual que la anterior depende de la cantidad de agua que se le agrega a la mezcla.

Tipología del cemento Portland

El cemento Portland es la denominación oficial del material más utilizado hoy en día en el sector de la construcción, es decir hace referencia al cemento que comúnmente se comercializa en la industria de la construcción, desde las autoconstrucciones que son realizadas por personas naturales, hasta las edificaciones de grandes proyectos de ingeniería civil; este material de construcción, imprescindible hoy en día, se puede clasificar en cinco categorías en función de sus propiedades; dichas propiedades que presentan los diversos tipos de cementos Portland han sido normalizados sobre la base de la especificaciones ASTM de normas para el cemento Portland (C 150), estas normas determinan las propiedades específicas de cada tipo de cemento Portland, las cuales son las siguientes:

- A. Tipo I:** Este primer tipo de cemento Portland se especifica para obras de construcción en general en las cuales no se prescribe la utilización de alguno de los otros tipos de cemento Portland.
- B. Tipo II:** Este tipo de cemento se especifica, también, para obras de construcción en general y para obras que están expuestas a los efectos de elementos como los sulfatos u obras que se encuentran en situaciones en las que requieran un mayor calor de hidratación.
- C. Tipo III:** El tipo de cemento III se caracteriza por un rápido alcance de su resistencia máxima, llegando a alcanzar en tres días una resistencia equivalente a la resistencia que alcanzan los cementos tipo II y I en 28 días.
- D. Tipo IV:** El cemento tipo IV se especifican para obras que se encuentren en situaciones en las que se requiera un bajo calor de hidratación.

E. Tipo V: Este tipo de cemento está específicamente diseñado para tener una alta resistencia a los efectos de los sulfatos y por ello este tipo de cemento está indicado para obras que estarán expuestas a aguas que presenten una alta presencia de álcalis; es decir, como lo indica Abanto Castillo que está orientado para obras que comprenden estructuras hidráulicas o que estén expuestos a agua de mar (2009, p. 87).

Aditivos en el Concreto

Los aditivos son sustancias de origen natural o artificial que se agregan a la mezcla del concreto con la finalidad de controlar algunos problemas presentes o con el fin de mejorar algunas características deseadas.

El aditivo es una sustancia química que se añade al concreto, con la finalidad de mejorar su comportamiento, nos permite obtener buenos procesos constructivos mejorando la calidad del concreto en una tarea específica. (De la Cruz et al. 2014)

Aditivos superplastificantes

Son un conjunto de mezclas químicas orientadas a incrementar la fluidez del concreto, es decir, orientados a incrementar la trabajabilidad del concreto. Se pueden encontrar disponibles en estado sólido o líquido, dependiendo de las aplicaciones deseadas. En el Perú, es habitual encontrar la mayor parte de estos insumos químicos en estado líquido y su venta se hace a través de una serie de empresas, como Sika o Chema.



Figura 7. Presentación de aditivos superplastificantes marca Sika.
Fuente: Sika, Perú.

Existen numerosos productos químicos orientados a la mejora de la trabajabilidad, en este trabajo en específico se hará uso de un activo superplastificante denominado Viscocrete

4500. Al igual que otros de sus pares, el visocrete promueve la absorción superficial y el efecto de separación espacial sobre las partículas de cemento (paralelos al proceso de hidratación), generando mayor repulsión entre estas y mayor trabajabilidad como consecuencia, en general se puede decir que se obtienen las siguientes propiedades:

- a) Capacidad de reducir las cantidades de agua requeridos para la preparación de mezclas de concreto.
- b) Disminuye considerablemente la permeabilidad del concreto.
- c) Reduce la necesidad de vibrado en el concreto.
- d) Es capaz de mitigar la contracción plástica del concreto en estado fresco.
- e) Es capaz de mantener la fluidez del concreto hasta por dos horas, desde la aplicación.



Figura 8. Efecto de un aditivo superplastificante en la trabajabilidad del concreto.
Fuente: Sika

Planteamiento del problema

Problema General

- ¿El uso del aditivo Sika plastiment HE-98 mejorará la resistencia a la compresión del concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$?

Problemas Específicos

PE1: ¿La adición del aditivo Sika plastiment HE-98 en proporciones de 0.75%; 0.8%; y 1.0% mejorará la trabajabilidad del concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$?

PE2: ¿La incorporación del aditivo Sika plastiment HE-98 en proporciones de 0.75%; 0.8% y 1.0% incrementará la resistencia a la compresión del concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$?

PE3: ¿El uso del aditivo Sika plastiment HE-98 incrementara el costo de fabricación del concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$?

Justificación

Justificación Teórica

El presente trabajo de investigación pretende obtener conocimiento adicional en la fabricación de concretos económicos y trabajables, mediante la aplicación de aditivos superplastificantes. Los resultados de esta investigación pueden ser usadas como bases para el desarrollo de la norma peruana del comportamiento del concreto mediante aditivos. Según la norma ASTM C 494 O C1017 y Norma técnica de Edificación E.060. Se espera que los conocimientos obtenidos pasen a formar parte de la práctica constructiva del país en la obtención de concretos resistentes, además, que parte de esta información pueda ser útil para la generación de nuevos acápite dentro de las normas de fabricación de concreto dentro del reglamento nacional de edificaciones.

Justificación Práctica

La presente investigación permitirá la fabricación de concretos más económicos, con niveles de resistencia comparables a los concretos tradicionales. Además, permitirá la fabricación de concretos con mayores resistencias a la compresión e iguales niveles de trabajabilidad que un concreto convencional. Los puntos mencionados pueden resumirse en los siguientes puntos:

- a) Concretos de mayor resistencia
- b) Concretos de una resistencia a la compresión especificada con menores cantidades de cemento.
- c) Incrementar la trabajabilidad.
- d) Incrementar los costos de fabricación de concretos con ciertas resistencias especificadas.

Justificación Metodológica

El presente trabajo permitirá el desarrollo y aplicación de la metodología experimental, por ende, para el desarrollo se realizarán un grupo de probetas de control, y otro grupo con la variable independiente modificada. Posteriormente estas probetas serán ensayadas mediante una maquina universal, midiendo las variables de interés.

Objetivos

Objetivo General

- Mejorar la resistencia a la compresión del concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ usando aditivo Sika plastiment HE-98.

Objetivos Específicos

OE1: Mejorar la trabajabilidad del concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando aditivo Sika plastiment HE-98 en proporciones de 0.5%; 0.8% y 1.0%

OE2: Incrementar la resistencia a la compresión del concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando aditivo Sika plastiment HE-98 en proporciones de 0.5%; 0.8% y 1.0%

OE3: Incrementar el costo de fabricación del concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ usando aditivo Sika plastiment HE-98 en proporciones 0.5%; 0.8% y 1.0%

Hipótesis

Hipótesis General

- El uso del aditivo Sika plastiment HE-98 mejoraría la resistencia a la compresión del concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Hipótesis Específicos

HE1: La adición del aditivo Sika plastiment HE-98 en proporciones de 0.5%; 0.8% y 1.0% mejoraría la trabajabilidad del concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$.

HE2: La incorporación del aditivo Sika plastiment HE-98 en proporciones de 0.5%; 0.8% y 1.0% incrementaría la resistencia a la compresión del concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$.

HE3: El uso del aditivo Sika plastiment HE-98 incrementaría el costo de fabricación del concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$.

II. Método

2.1 Tipo y Diseño de la investigación

De acuerdo con Hernández Sampieri, (2014), el diseño de la investigación es el conjunto de procedimientos requeridos para la demostración de la hipótesis de la investigación. Dentro de este contexto, este autor señala que existen dos diseños claramente diferenciados, a decir, diseños experimentales y no experimentales.

De acuerdo con Borja (2012), por el tipo de método elegido para la comprobación de una hipótesis, una investigación puede ser experimental o no experimental, siendo experimental si existe una manipulación deliberada de las variables de análisis.

De acuerdo con los autores citados concluimos que un diseño es experimental, si el proceso desarrollado implica la manipulación de la variable independiente para poder determinar su efecto en la variable dependiente. Mientras que, si no existe ninguna manipulación de la variable independiente, es decir, si solo nos limitamos a estudiar un fenómeno específico tal como o encontramos en la realidad, el diseño es llamado no experimental.

Con la finalidad de poder determinar el efecto que tiene la aplicación del Sika plastiment HE-98 en la reducción de la relación agua cemento, se desarrollarán cuatro casos de estudio, siendo el primer caso la preparación de mezclas de concreto convencionales con una resistencia especificada de 210 kg/cm^2 , el segundo, tercer y cuarto caso, consiste en elaborar mezclas de concreto de 210 kg/cm^2 usando dosificaciones de un superplastificante con porcentajes que van desde los 0.5%, 0.8% y 1% (Mondragon, 2013)

Es importante aclarar que para cada uno de los casos se prepararán cinco muestras, con la finalidad de poder determinar el promedio aritmético de las resistencias a la compresión y las desviaciones estándar. De esta manera es posible calcular la resistencia a la compresión del concreto, definida como el promedio menos una desviación estándar. Además, se propone el estudio de las resistencias con la edad, por lo que el mismo juego de casos será estudiado para las edades de 7, 14 y 28 días (ACI 318, NTP E060)

Como se puede apreciar del desarrollo presentado, existe una manipulación deliberada de la variable independiente, de hecho, se están considerando cuatro casos de estudio en el que la variable independiente se cambia con valores que van desde 0% hasta un porcentaje en peso de 1%. Estas características nos muestran con claridad que el diseño elegido es experimental.

2.1.1 Tipo

De acuerdo con Borja (2010), las investigaciones científicas, de acuerdo a la finalidad que persiguen, se clasifican en, Investigaciones básicas o puras, investigaciones aplicadas, e investigaciones tecnológicas.

La investigación propuesta tiene como finalidad la mejora del comportamiento mecánico del concreto usado el aditivo Sika plastiment HE-98. Para conseguir esto, los autores del presente estudio realizarán una serie de ensayos orientados a la evaluación del aditivo en la resistencia a la compresión. Por tanto, la investigación puede clasificarse como una **investigación aplicada**.

2.1.2 Enfoque

De acuerdo con Hernández Sampieri (2014) el enfoque de una investigación científica puede ser cuantitativa o cualitativa. Se dice que una investigación es cuantitativa cuando los datos o variables de estudio pueden ser medidas mediante la aplicación de alguna escala de trabajo. Se dice que una investigación es cualitativa si las variables de estudio no pueden ser cuantificadas mediante alguna escala.

Como se puede apreciar de las definiciones presentadas, una investigación en ingeniería siempre será cuantitativa, pues es una de las características fundamentales de la ingeniería, tratar con variables susceptibles de ser medidas.

2.2 Operacionalización de variables

2.2.1 Identificación De Las Variables.

Variable (I): El aditivo Sika plastiment HE-98.

Variable (D): La resistencia del concreto.

2.2.2 Operacionalización de las variables.

Con la finalidad de delimitar de forma exacta las variables del estudio, así como la forma de medición que se realizará de cada una de ellas durante la ejecución del proyecto de investigación, en el presente acápite se expone la descripción de la operacionalización que se ha realizado de cada una de las variables del estudio indicando la forma en que se trabajará y medirá dichas variables.

Variable independiente (I): El aditivo Sika plastiment HE-98.

- Definición conceptual: Superplastificante para el tratamiento del hormigón el cual se caracteriza por otorgar bajo contenido de agua en el hormigón, fluidez elevada, cohesión óptima y facilidad en la auto compactación.

- Definición operacional: Dosificación de Sika plastiment HE-98 en la mezcla de hormigón.
 - Indicador: Porcentaje del volumen total de la mezcla de concreto (%).

Variable dependiente (D): La resistencia del concreto.

- Definición conceptual: Resistencia a la compresión es el máximo esfuerzo que un cuerpo puede soportar antes de romperse.
- Definición operacional: Aplicación de Máquina de Ensayos Universal para evaluar la resistencia a la compresión.

2.2.3 Matriz de Operacionalización de las variables

Tabla 2. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR
Variable (I): El aditivo Sika plastiment HE-98	“Superplastificante para el tratamiento del hormigón el cual se caracteriza por otorgar bajo contenido de agua en el hormigón, fluidez elevada, cohesión óptima y facilidad en la auto compactación” (Sánchez 2017, p.50).	Dosificación de Sika plastiment HE-98 en la mezcla de hormigón.	Aditivo Sika plastiment HE-98	Porcentaje: 0.5% 0.8% y 1% respecto al peso del cemento
Variable (D): La resistencia del concreto	“Resistencia a la compresión es el máximo esfuerzo que un cuerpo puede soportar antes de romperse” (Sánchez 2017, p.35)	Aplicación de Máquina de Ensayos Universal para evaluar la resistencia a la compresión.	Resistencia a la compresión	<ul style="list-style-type: none"> + Esfuerzo de compresión (Kg/cm²) + Relación A/C + Relación: Altura /diámetro + Edad: a los 7, 14 28 días
			Trabajabilidad	<ul style="list-style-type: none"> + Slump(pulg) + Asentamiento + Porcentaje de absorción + Contenido de humedad
			Costos	<ul style="list-style-type: none"> + Costo de fabricación

Fuente: Fuente propia

2.3 Población, muestra y muestreo

2.3.1 Población

De acuerdo con Hernández Sampieri et. al (2014), población es el total de unidades con ciertas características específicas que serán estudiadas dentro de la investigación para demostrar una hipótesis sobre estos elementos.

La definición dada Hernández Sampieri et. al (2014), genera la idea de que la población debe estar conformada por elementos con características observables en determinados momentos, aun así, Borja (2012) nos dice que la población puede ser un conjunto de elementos generándose manera específica para el estudio de interés, como en el caso de las probetas de concreto que serán generadas para estudiar el efecto de ciertos aditivos en sus propiedades mecánicas.

Por tanto, la población del presente estudio estará conformada por las probetas cilíndricas de concreto generadas para un estudio específico.

2.3.2 Muestra

De acuerdo con numerosos especialistas en metodología de la investigación, como Borja (2012), la muestra es un subconjunto de elementos obtenidos directamente de la población, por lo que es usual que el número de elementos contenidos en esta sea un número inferior al de la población. Es importante tener en cuenta que existe un número mínimo de elementos que debe tener la muestra para que los resultados de la medición de ciertas características se consideren razonablemente adecuado.

El número mínimo de unidades a considerar en una muestra depende del nivel confianza requerido para el estudio, y por supuesto, del tamaño de la población. El tamaño de la muestra puede calcularse de acuerdo con la siguiente expresión:

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 N p q}{e^2 (N - 1) + Z_{\alpha}^2 p q}$$

El parámetro Z_{α} puede calcularse con referencia al nivel de confianza requerido y de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla 3. Parámetro Z_{α} en función del nivel de confianza

Valor de Z_{α}	1.28	1.65	1.69	1.75	1.81	1.88	1.96
Nivel de confianza	80%	90%	91%	92%	93%	94%	95

Fuente: Jay. L. Devore (2018).

Dónde:

p: representa la cantidad de individuos del total de la población que presentan la característica de interés. Comúnmente dicha cifra es desconocida, por lo cual se toma como supuesto $p=q=0.5$, en razón que es el valor más probable.

q: representa la cantidad de individuos que no presentan la característica de interés (1-p).

n: indica amplitud de muestra (cantidad de encuestas tomadas).

$Z_{\alpha}=1.96$ $N=36$ $e=0.01$ $p=0.5$ $q=0.5$

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 N p q}{e^2 (N - 1) + Z_{\alpha}^2 p q} = 35.472$$

De la realización de los cálculos indicados se ha obtenido que para tener una confianza del 95% de los datos se requiere que la muestra tenga un valor de 36 unidades. Se ha decidido que la muestra tenga 36 unidades.

Tabla 3. Número de especímenes a ser preparados para el ensayo de resistencia a la compresión (ACI 318).

Tipo	7 días	14 días	28 días	Parcial
Concreto sin aditivos 0%	3	3	3	9
Concreto con 0.5% de aditivo	3	3	3	9
Concreto con 0.8% de aditivo	3	3	3	9
Concreto con 1% de aditivo	3	3	3	9
Total				36

Fuente: Fuente propia

2.3.3 Muestreo

De acuerdo con Hernández Sampieri et. al (2014), el muestreo es un procedimiento usado para la selección de la muestra. De acuerdo con esto, existen dos formas específicas para obtener una muestra, llamadas muestreo probabilístico y no probabilístico.

Un muestreo es probabilístico cuando los elementos de la muestra son elegidos al azar, es decir, cada uno de los individuos de la población tienen igual probabilidad de ser elegidos.

Un muestreo no probabilista es un procedimiento usado para la elección de la muestra, que conlleva un criterio de elección preestablecido, es decir, no todos los elementos de la población tienen igual probabilidad de ser elegidos.

Como el tamaño de la muestra coincide con el tamaño de la población, tanto el muestreo probabilístico como el no probabilístico coinciden plenamente.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validación y confiabilidad.

2.4.1 Técnicas

De acuerdo con Hernández Sampieri (2014), las técnicas son mecanismos, recursos y medios dirigidos a la recolección, conservación y transmisión de los datos obtenidos durante el proceso de la investigación científica. De manera más específica podemos decir que las técnicas están referidas al cómo se obtendrá la información, mientras que los instrumentos estarían representados por el medio físico requerido para la obtención de estos datos.

Entonces en el presente proyecto de investigación se utilizará como técnica la observación experimental, por medio de esta se estudiará el comportamiento del concreto endurecido y en estado fresco, al cual previamente se le han adicionado aditivos superplastificantes Viscocrete, obteniéndose 36 probetas, entre probetas cilíndricas y prismáticas, las que se someterán a experimentación.

2.4.2 Instrumentos

Los instrumentos de medición son dispositivos elaborados y calibrados para medir ciertas características de una variable de interés (Borja, 2012). De acuerdo con esta definición los instrumentos son los dispositivos o artilugios empelados para las medidas de las variables independientes y dependientes.

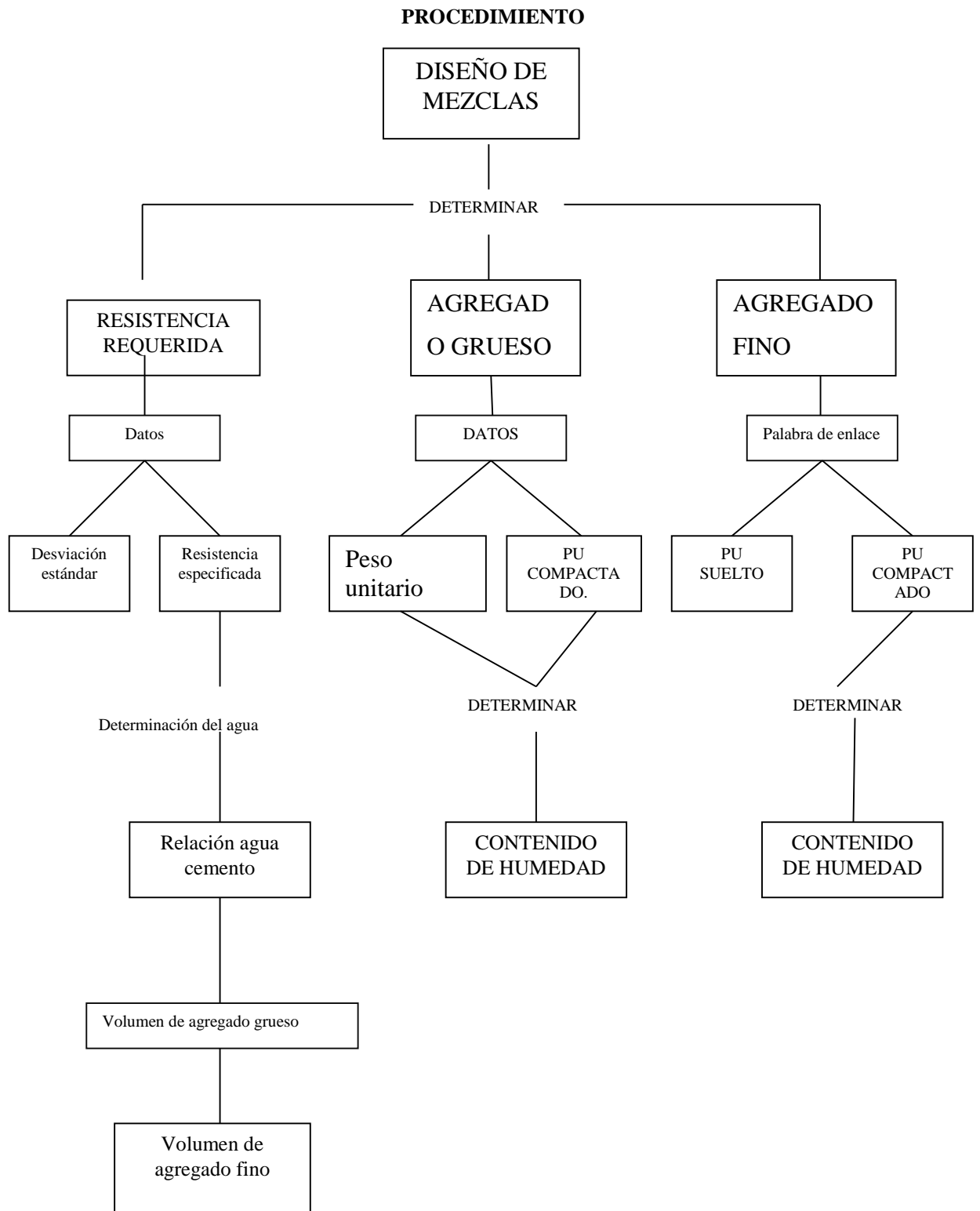
- 1) Granulometría del agregado grueso
- 2) Granulometría del agregado fino
- 3) Peso específico y absorción

2.4.3 Confiabilidad

La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales. (Sampierie 2013)

En cuanto a la confiabilidad de los instrumentos de medición, podemos decir que la confiabilidad de estos instrumentos viene garantizada por el uso cotidiano de estos en la ingeniería civil, además de tener garantía de los fabricantes; en este punto es importante recordar que la mayor parte de este trabajo se realizará en un laboratorio, por lo que, los equipos e instrumentos usados en el desarrollo de este trabajo, tienen garantizada la confiabilidad de estos.

2.5 Procedimiento



2.5.1 Proceso seguido para el diseño de las mezclas

Las etapas en el procedimiento en el diseño de las mezclas es la siguiente:

- a) Análisis pormenorizado del diseño de la obra en los planos.
- b) Designación de la magnitud resistencia media (f_{cr}).
- c) Determinación del nivel Asentamiento (Slump).
- d) Elección de las dimensiones del agregado grueso.
- e) Aproximación de la cantidad de agua y aire en mezcla.
- f) Determinación de agua/cemento (a/c).
- g) Computo de la cantidad de cemento.
- h) Tasación de la cantidad de agregados (fino y grueso).
- i) Precisión por el factor humedad e hidratación.
- j) Determinación de proporciones en peso.
- k) Determinación de proporciones en volumen.
- l) Determinación de porciones por turno.

Análisis pormenorizado del diseño de la obra en los planos

El estudio de los planos y requisitos técnicos de la obra, constituyen la primera etapa en el diseño de las mezclas del concreto; en dicha información se puede ubicar las características con las que se proyectó dicha obra y las cuales deben ser cumplida para que la obra cumpla con la función para la que fue diseñada

A) Designación de la magnitud resistencia media (f_{cr})

Cálculo de la magnitud de la desviación estándar

Metodología 1

El cálculo de la desviación estándar se desarrollará en función de que se cuente con una tabla de resultados obtenidos en ensayos de obras previas, dichas tablas deben contener datos referentes a lo siguiente:

- a. Tipos de materiales empleados y protocolos sobre el control de calidad.
- b. Mezclas de concreto destinados a alcanzar un grado de resistencia que se ubiquen en un intervalo de ± 70 kg/cm².
- c. los resultados deben ser producto de un número mínimo de 30 ensayos desarrollados de forma consecutiva, o ser el producto de dos grupos de ensayos que en total sumen 30 ensayos.

Metodología 2

En el caso que solo se cuente con número de ensayos correspondiente a un intervalo de 15 a 29 ensayos, el cálculo de la desviación se obtendrá a partir de la multiplicación de la desviación estándar de los ensayos mencionados con el factor de corrección obteniéndose el valor de la desviación requerida.

En estos casos, los ensayos antes mencionados también deberán de seguir los pasos a) y b) descritos en la metodología 1, de igual forma los ensayos en esta metodología deben de ser consecutivas y abarcar un lapso de tiempo máximo de 45 días.

Cálculo de la magnitud de la resistencia promedio

Posterior a la determinación del valor de la desviación estándar, se procederá a calcular la compresión promedio requerida el cual es obtenido a través de los valores máximos de las ecuaciones 1 y 2. En el caso de la ecuación 1, dicha relación indica la probabilidad que existe que el promedio de 03 ensayos tenga un valor inferior a la resistencia específica; en el caso de la ecuación 2, esta relación indica la probabilidad que un ensayo particular esté por debajo de la resistencia específica.

$$F'_{cr} = f'c + 1.34 s \dots \dots \dots (1)$$

$$F'_{cr} = f'c + 2.33 s - 35 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

s = Desviación estándar, en kg cm^2

- En caso de que la desviación estándar se haya determinado en función a lo establecido en las metodologías 1 y 2, el valor de la resistencia promedio estará definido por el valor mayor calculado con los valores siguientes utilizando la desviación estándar previamente obtenido.
- En los casos que no se tenga conocimiento del valor de desviación estándar, se procederá a la aplicación de la siguiente tabla con la finalidad de obtener el valor de la resistencia promedio exigida.

Tabla 4. Dosificación del concreto

F'_{C}	F'_{CR}
Menos de 210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 84$
Sobre 350	$f'c + 98$

Fuente: ACI

B) Determinación del nivel Asentamiento (Slump)

La determinación del nivel de asentamiento que presenta el concreto será realizado si las especificaciones técnicas de obra lo requieren, dicha determinación se realiza mediante

La determinación del nivel de asentamiento que presenta el concreto será realizado si las especificaciones técnicas de obra lo requieren, dicha determinación se realiza mediante tablas con valores de asentamiento preestablecidos.

En el mismo sentido, se aplicará tablas con valores preestablecidos para la obtención de una mezcla adecuada a la obra proyectada si la especificación de dicha obra no indica el grado de consistencia o el grado de asentamiento que debe presentar la mezcla de concreto; en dichas situaciones, en el caso particular del grado de consistencia, se recomienda el uso de una mezcla con un nivel de consistencia alta que no comprometa la eficiencia de la mezcla.

C) Elección de las dimensiones del agregado grueso

En la elección de las dimensiones que debe de presentar el agregado grueso, se seguirán las recomendaciones que se establecen en los reglamentos de diseño estructural los cuales estipulan que el agregado grueso debe presentar la dimensión más alta posible con el límite que establezca el aspecto económico y las especificidades que se requiera en obra.

Con respecto a la normatividad de edificaciones E. 60, este describe las siguientes dimensiones en los agregados gruesos:

- ✓ Deben presentar dimensiones menores que la quinta parte de la cara de menor tamaño del encofrado.
- ✓ Como segunda referencia, deben presentar una dimensión correspondiente a la tercera parte del peralte de la losa.
- ✓ La tercera referencia indica que la dimensión del agregado debe ser mayor a los tres cuartas partes del espacio que hay entre las barras de acero de refuerzo, tendones o ductos de reforzamiento.

En estos casos los tamaños máximos nominales serna utilizados de igual forma que los tamaños máximos simples.

Con respecto al grado de resistencia que presenta el concreto resultante, se indica que la aplicación de un agregado grueso que presenta un mayor dimensionamiento en sus elementos granulométricos implica el menor uso de volumen de agua en la mezcla del concreto, produciéndose un aumento considerable en el grado de resistencia que presenta el concreto. Esta relación que existe entre las dimensiones del agregado grueso y la cantidad de agua tiene validez solo en agregados con una dimensión máxima de 40 mm o de una pulgada y media.

D) Aproximación de la cantidad de agua y aire en mezcla

La tabla que a continuación se muestra ha sido elaborada a con base en las sugerencias desarrolladas en el comité 211 del American Concret Institut, el cual brinda acercamientos primarios referentes al volumen del agua que se deben de aplicar en mezclas de concretos en función de las dimensiones que presentan el agregado utilizado en dichas mezclas independiente de la presencia de aire.

Tabla 5. Volumen de agua y cono de aire

ASENTAMIENTO O SLUMP (mm)	Agua en $lt m^3$ de concreto para los tamaños máximos de agregados gruesos y consistencia indicados.								
	10mm (3/8")	12.5mm (1/2")	20mm (3/4")	25mm (1")	40mm (1½")	50mm (2")	70mm (3")	150mm (6")	
CONCRETOS SIN AIRE INCORPORADO									
30 a 50 (1" a 2")	205	200	185	180	160	155	145	125	
80 a 100 (3" a 4")	225	215	200	195	175	170	160	140	
150 a 180 (6" a 7")	240	230	210	205	185	180	170	---	
Cantidad aproximada de aire atrapado (%).	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2	
CONCRETOS CON AIRE INCORPORADO									
30 a 50 (1" a 2")	180	175	165	160	145	140	135	120	
80 a 100 (3" a 4")	200	190	180	175	160	155	150	135	
150 a 180 (6" a 7")	215	205	190	185	170	165	160	---	
Contenido total de aire incorporado (%), en función del	Exposición suave	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5*	1.0*
	Exposición moderada	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5*	3.0*
grado de exposición.	Exposición severa	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5*	4.0*

Fuente: ACI

De los datos de la tabla anterior, se puede advertir que en el cálculo del volumen de agua requerido en la mezcla no son considerados los factores de textura, perfiles y medidas del agregado. Sobre los valores contenidos en la tabla anterior, se debe de precisar que dichos valores presentan cifras con una aproximación elevada que permite desarrollar las primeras evaluaciones, que estarán en función de los factores de granulometría, textura y perfiles que presenta el agregado, de la cantidad de volumen de agua exigida en la elaboración de la mezcla de concreto que puede oscilar de forma superior o inferior de los valores presentados. De igual forma, en la siguiente tabla se muestran datos que son útiles en el cálculo del volumen de agua requerido utilizando como punto de partida el nivel de consistencia y el máximo tamaño de los agregados además del tipo de perfil que presenta dicho material;

aunado a la anterior, se aclara que los valores de la tabla no toman en cuenta el factor del aire incorporado.

Tabla 6. Dosificación del concreto

Tamaño máximo nominal del agregado grueso		Contenido de agua en el concreto, expresado en $lt\ m^3$, para los asentamientos y perfiles de agregado grueso indicados.					
		25mm a 50mm (1''-2'')		75mm a 100mm (3''-4'')		150mm a 175mm (6''-7'')	
mm.	Pulg.	Agregado redondeado	Agregado anguloso	Agregado redondeado	Agregado anguloso	Agregado redondeado	Agregado anguloso
9.5	3/8''	185	212	201	227	230	250
12.7	1/2''	182	201	197	216	219	238
19.1	3/4''	170	189	185	204	208	227
25.4	1''	163	182	178	197	197	216
38.1	1½''	155	170	170	185	185	204
50.8	2''	148	163	163	178	178	197
76.2	3''	136	151	151	167	163	182

Fuente: ACI

2.6 Métodos de análisis de datos

Con la finalidad de poder determinar el efecto que tiene la aplicación del Sika plastiment HE-98 en la reducción de la relación agua cemento, se desarrollarán cuatro casos de estudio, siendo el primer caso las mezclas de concreto convencionales con una resistencia especificada de $210\ kg/cm^2$, el segundo, tercer y cuarto caso, consiste en elaborar mezclas de concreto de $210\ kg/cm^2$ usando dosificaciones de un superplastificante con porcentajes que van desde los 0.5%, 0.8% y 1% (Ponce, 2016).

El número mínimo de probetas que deben realizarse para cada caso de estudio propuesto es de tres unidades, esto de acuerdo con las especificaciones dadas en la norma americana ASTM C31, y las normas peruanas NTP 339.033 y E060. Es importante aclarar que de acuerdo con investigaciones realizadas por instituto Americano del Concreto (ACI 318), el concreto posee una distribución de probabilidades normal, por lo que para determinar la resistencia a la compresión es necesario un mínimo de tres datos para obtener el promedio y la desviación estándar. De esta manera es posible calcular la resistencia a la compresión del concreto, definida como el promedio menos una desviación estándar. Además, se propone el estudio de las resistencias con la edad, por lo que el mismo juego de casos será estudiado para las edades de 7, 14 y 28 días (ACI 318, NTP E060).

Como se puede apreciar del desarrollo presentado, existe una manipulación deliberada de la variable independiente, de hecho, se están considerando cuatro casos de estudio en el que la variable independiente se cambia con valores que van desde 0% hasta un porcentaje en peso de 1%. Estas características nos muestran con claridad que el diseño elegido es experimental.

2.6.1 Proporciones de materiales

Las proporciones aproximadas de materiales requeridos para la fabricación de un metro cubico de concreto dependen la resistencia a la compresión requerida del concreto y de las características físicas de los agregados, Riva (2013). Sin embargo, en esta sección se presentan proporciones aproximadas para la elaboración de concretos de resistencia especificada de 210 kg/cm².

Tabla 7. *Proporciones de materiales requeridos para la elaboración de un metro cubico de concreto*

Material	Cantidad requerida	Pesos
Cemento	9 bolsas	365 kg
Arena gruesa	0.45	850 kg
Piedra chancada	0.55	900 kg
Agua	200 l	200 kg

Fuente: Mondragón (2013)

2.7 Aspectos éticos

Toda la información consignada en el presente documento es propiedad intelectual del autor de la misma, en tanto que las ideas, gráficos, tablas y cualquier otro tipo relacionado de terceros ha sido citados de manera adecuado, dándoles a estos autores el crédito y el mérito que por derecho se han ganado, para esto se han seguido las pautas del citado de acuerdo al sistema ISO 690.

III. Resultados

Estudio de las características de los agregados

En este capítulo se presentan los productos obtenidos de la aplicación de la metodología planteada en el capítulo anterior a la interrogante planteada en el planteamiento del problema. Tales productos están relacionadas a los agregados empleados, y las mezclas de concreto. Es importante mencionar que se han estudiado tanto las propiedades del concreto endurecido como las propiedades del concreto fresco.

A. Agregado fino

Por definición, el agregado fino es el conjunto de partículas minerales que pasan la mal N° de la serie estándar de tamices. A continuación, se muestran los resultados obtenidos en el caso de los agregados finos.

Análisis granulométrico

La curva granulométrica obtenida para el caso del agregado fino se muestra a continuación. Como se puede observar de esta gráfica, el peso total de la muestra fue de 581 g, mientras que la malla que retuvo mayor cantidad de material fue la malla N°16, con un total de 126.7g.

Tabla 8. Granulometría del agregado fino, muestra AF01

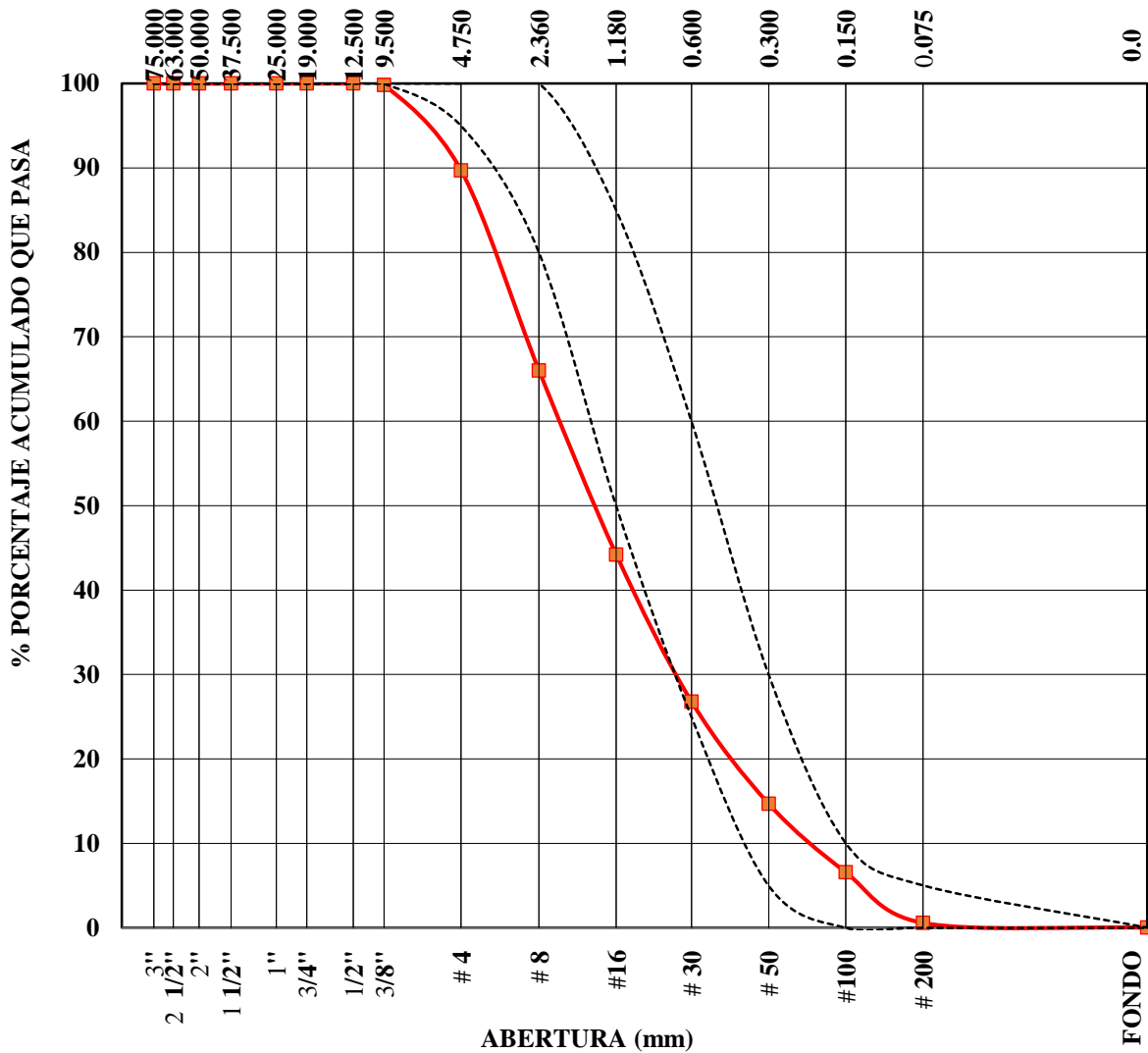
Tamiz		Peso Retenido	Fracción Retenida	Acumulado Retenido	Pasante Acumulado
		gramos	%	%	%
3"	75 mm	-	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63 mm	-	0.0	0.0	100.0
2"	50.0 mm	-	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.5 mm	-	0.0	0.0	100.0
1"	25.0 mm	-	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.0 mm	-	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.5 mm	-	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5 mm	-	0.26	0.26	99.74
No 4	4.75 mm	58.9	10.12	10.38	89.62
No 8	2.36 mm	137.8	23.68	34.06	65.94
No 16	1.18 mm	126.7	21.77	55.83	44.17
No 30	600 µm	101.3	17.41	73.24	26.76
No 50	300 µm	70.4	12.10	85.34	14.66
No 100	150 µm	47.2	8.11	93.45	6.55
No 200	75 µm	34.8	5.98	99.43	0.57
Fondo		3.3	0.57	100.0	0.0
Total		580.4	100.0	Módulo de Fineza	3.53

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar de la tabla presentada y del grafico granulométrico mostrado al pie, la curva granulométrica del área se sale del uso recomendado por la norma peruana de

agregados. Sin embargo, aunque es deseable que la curva granulométrica se encuentre dentro del uso considerado, la norma peruana hace referencia a que es posible el uso de agregados que incumplan los requisitos granulométricos, siempre que el concreto resultante alcance la resistencia especificada.

Figura 9. Curva granulométrica del agregado fino AF01 y los usos de aceptación.



Fuente: Elaboración propia.

La curva granulométrica obtenida para el caso del agregado fino de la segunda muestra analizada en esta investigación se muestra a continuación. Como se puede observar de esta gráfica, el peso total de la muestra fue de 810 g, mientras que la malla que retuvo mayor cantidad de material fue la malla N°50, con un total de 495.1.

Módulo de fineza

El módulo de fineza de un agregado es una medida del tamaño de este, si se obtiene un valor pequeño, usualmente menor a cuatro, se dice que es un agregado fino, mientras que, si es un

valor en el orden de siete, se dice que se trata de un agregado grueso. Matemáticamente, este se calcula como la suma de los porcentajes retenidos en las mallas N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100, divididos por cien. De acuerdo con esta definición se tiene que:

$$\text{Módulo de Fineza} = 3.53$$

Contenido de humedad

A continuación, se muestran los resultados relativos al contenido de humedad de las muestras de agregado fino consideradas en el estudio. Con se puede observar de esta tabla, el contenido de humedad de la muestra fue de 1.99%.

Contenido de humedad del agregado fino: 1.99%

Esto se interpreta diciendo que por cada 100g de la muestra existen 1.99 g de agua, o equivalentemente, que existen 1.99 cm³ de agua

Peso específico y capacidad de absorción

Este parámetro se interpreta como el peso de la cantidad de materia contenido en un volumen unitario. En este caso específico este valor alcanzó 2.69 unidades, lo que significa que por cada unidad de volumen se tienen 2.69 veces el peso específico del agua.

Datos

Peso de la fiola: 175.5 g

Muestra: 500g

V: Volumen de la fiola: 500 ml

P. Agua + P. sss + P.fiola: 984.8gr

PA: Peso del agua: 312.2gr

Peso de recipiente: 181.9gr

PS: Peso de la arena seca: 496.4gr

a) Peso específica de la masa

$$\frac{PS}{V - PA} = g/cm^3$$
$$\frac{496.4}{500 - 312.2} = 2.643g/cm^3$$

b) Peso específico de masa superficialmente seco

$$\frac{500}{V - PA} = g/cm^3$$
$$\frac{500}{500 - 312.2} = 2.662g/cm^3$$

c) Peso aparente:

$$\frac{PS}{(V - PA) - (500 - PS)} = g/cm^3$$

$$\frac{496.4}{(500 - 312.2) - (500 - 496.4)} = 2.695g/cm^3$$

d) Porcentaje absorción:

$$\frac{P. ESPECIF. DE MASA SECO - P. ESPECIF. DE MASA SSS}{P. ESPECIF. DE MASA SSS} = \%$$

$$\frac{2.662 - 2.643}{2.643} = 0.7\%$$

Además del peso específico, la siguiente columna nos muestra el porcentaje de absorción del espécimen analizado. Este parámetro se interpreta como la cantidad de agua necesaria para dejar la muestra en estado saturado superficialmente seco, es decir, una condición en la que la muestra de arena no es capaz de absorber ninguna cantidad adicional de agua, ni tiene agua adherida en la superficie de sus partículas.

Peso unitario suelto

La siguiente tabla muestra el peso unitario suelto del agregado bajo estudio. Como se aprecia, este parámetro resultó ser de 1.46 ngcm³, para el agregado analizado.

Tabla 9. *Peso unitario suelto del agregado fino.*

Peso unitario suelto (kg/cm ³)			Promedio
Peso de molde (kg)	6.282	6.282	
Volumen del molde (m ³)	2.127	2.127	
Peso del molde + muestra(kg)	9.728	9.645	
Peso de la muestra (kg)	3.446	3.363	3.4045
$PU. suelto = \frac{3.4045}{0.002127} = 1601 \text{ kg}/m^3$			

Fuente: Elaboración propia.

Este parámetro se interpreta como el peso por unidad de volumen de una muestra de agregado cuyas partículas no han sido acomodadas y compactadas de manera artificial, más al contrario, las partículas se hallan sueltas y acomodadas al azar.

Peso unitario compactado

El peso unitario compactado de la muestra es el peso por unidad de volumen de la muestra obtenida al reacomodar sus partículas de manera deliberada, de tal forma que ocupen el menor volumen posible.

Tabla 10. Peso unitario compactado del agregado fino

Peso unitario compactado(kg/cm ³)			Promedio
Peso de molde (kg)	6.282	6.282	
Volumen del molde (m ³)	2.127	2.127	
Peso del molde + muestra(kg)	10.143	10.229	
Peso de la muestra(kg)	3.861	3.947	3.904
$PU. compact = \frac{3.904}{0.002127} = 1835 \text{ kg/m}^3$			
Porcentaje de humedad			
$\frac{500 - P.S}{P.S} * 100 = \%$			

Fuente: Elaboración propia.

Evidentemente, el peso de la muestra compactada resulta ser superiores al peso de la muestra no compactada, ya que por el acomodo de las partículas siempre es posible contener mayor cantidad de estos elementos.

B. Agregado grueso

La curva granulométrica obtenida para el caso del agregado grueso se muestra a continuación. Como se puede observar de esta gráfica, el peso total de la muestra fue de 2731 g, mientras que la malla que retuvo mayor cantidad de material fue la malla 1/2, con un total de 1396g.

Tabla 11. Granulometría del agregado grueso muestra AG02.

Tamiz		Peso Retenido	Fracción Retenida	Acumulado Retenido	Pasante Acumulado
		gramos	%	%	%
3"	75 mm	-	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63 mm	-	0.0	0.0	100.0
2"	50.0 mm	-	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.5 mm	-	0.0	0.0	100.0
1"	25.0 mm	19	0.70	0.70	99.30
3/4"	19.0 mm	555	20.32	21.02	78.98
1/2"	12.5 mm	1396	51.12	72.13	27.87
3/8"	9.5 mm	630	23.07	95.20	4.80
No 4	4.75 mm	130	4.76	99.96	0.04
No 8	2.36 mm	1	0.04	100.0	0.0
No 16	1.18 mm	-	0.0	100.0	0.0
No 30	600 µm	-	0.0	100.0	0.0
No 50	300 µm	-	0.0	100.0	0.0
No 100	150 µm	-	0.0	100.0	0.0
No 200	75 µm	-	0.0	100.0	0.0
Fondo		0	0.0	100.0	0.0
Total		2731	100.0		7.16

		Módulo de Fineza	
--	--	---------------------	--

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar de la tabla presentada y del grafico granulométrico mostrado al pie, la curva granulométrica cae dentro del área del uso recomendado por la norma peruana de agregados. Sin embargo, aunque es deseable que la curva granulométrica se encuentre dentro del uso considerado, la norma peruana hace referencia a que es posible el uso de agregados que incumplan los requisitos granulométricos, siempre que el concreto resultante alcance la resistencia especificada.

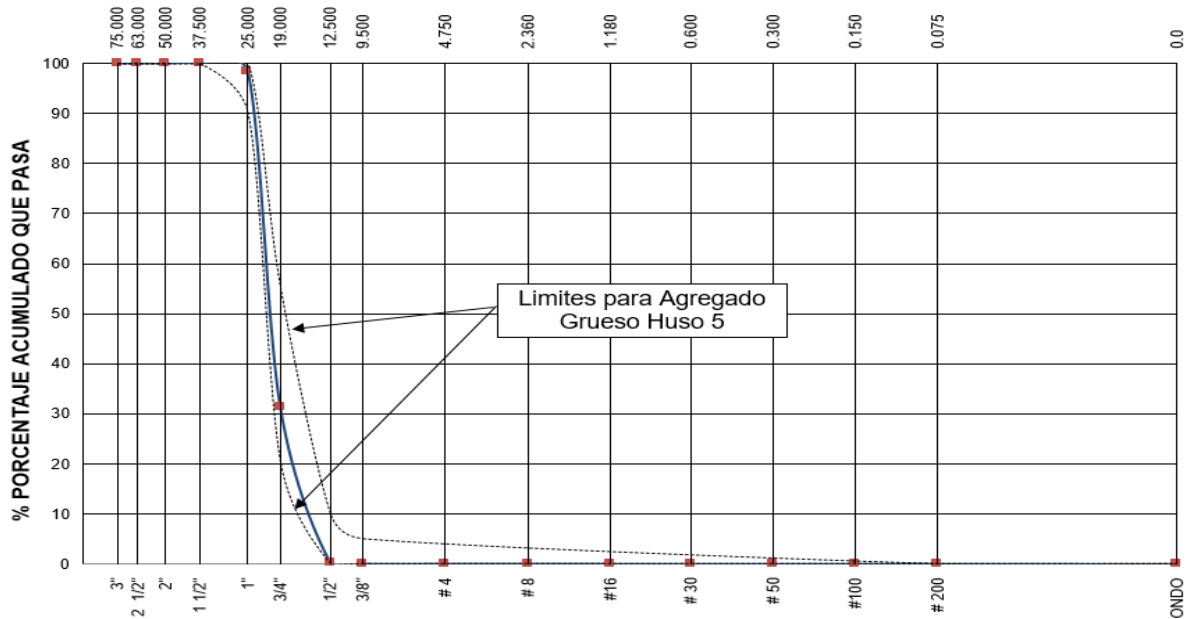


Figura 10. Curva granulométrica del agregado grueso muestra AG02 y usos de aceptación.

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar de la tabla presentada y del grafico granulométrico mostrado al pie, la curva granulométrica cae dentro del área del uso recomendado por la norma peruana de agregados. Sin embargo, aunque es deseable que la curva granulométrica se encuentre dentro del uso considerado, la norma peruana hace referencia a que es posible el uso de agregados que incumplan los requisitos granulométricos, siempre que el concreto resultante alcance la resistencia especificada.

Módulo De Fineza

El módulo de fineza es un parámetro que indica que tan fino es un agregado, se obtiene como la suma de porcentajes retenidos en ciertos tamices, de acuerdo con la normativa peruana. De los resultados mostrados se obtuvo que:

$$\text{Módulo de fineza} = 7.16$$

Tamaño Máximo Nominal

El tamaño máximo nominal del agregado fue:

$$TMN=1''$$

Contenido De Humedad

A continuación, se muestran los resultados relativos al contenido de humedad de las muestras de agregado fino consideradas en el estudio. Con se puede observar de esta tabla, el contenido de humedad de la muestra fue de 0.45%. Esto se interpreta diciendo que por cada 100g de la muestra existen 0.45 g de agua, o equivalentemente, que existen 0.45 cm³ de agua.

Contenido de humedad del agregado grueso: 0.004%

El contenido de humedad indica el contenido de agua atrapado en las unidades del agregado, esta se calculó de acuerdo con la norma ASTM C566. Los resultados se muestran a continuación.

Peso específico y capacidad de absorción del agregado

El peso específico de la muestra se encuentra calculada en la columna 6 de la siguiente tabla de cálculo. Este parámetro se interpreta como el peso de la cantidad de materia contenido en un volumen unitario. En este caso específico este valor alcanzó 2.83 unidades, lo que significa que por cada unidad de volumen se tienen 2.83 veces el peso específico del agua. Además del peso específico, la siguiente columna nos muestra el porcentaje de absorción del espécimen analizado.

Datos

N° Recipiente: K-24

Peso del recipiente: 335gr

P. de la muestra al aire: 2742gr

P. de Tara + P. Saturado superficialmente seco: 2039gr

P. Saturado superficialmente seco: 1704gr

Volumen de la masa -volumen de vacíos: 1038gr

P. Tara +P. Muestra sumergida en agua: 2039.5gr

P. Material seco: 2727.9gr

a) Peso específico de masa

$$\frac{P. \text{ material seco}}{P. \text{ de la muestra al aire} - P. \text{ Saturado superficialmente seco}} = g/cm^3$$
$$\frac{2727.9}{2742 - 1704} = 2.628g/cm^3$$

b) Peso específico de masa superficialmente seco

$$\frac{P. \text{ de la muestra al aire}}{P. \text{ de la muestra al aire} - P. \text{ Saturado superficialmente seco}} = g/cm^3$$

$$\frac{2742}{2742 - 1704} = 2.642 g/cm^3$$

c) Peso específico aparente

$$\frac{P. \text{ material seco}}{P. \text{ material seco} - P. \text{ Saturado superficialmente seco}} = g/cm^3$$

$$\frac{2727.9}{2727.9 - 1704} = 2.664 g/cm^3$$

d) Porcentaje absorción

$$\left(\frac{P. \text{ de la muestra al aire} - P. \text{ material seco}}{P. \text{ material seco}} \right) * 100 = \%$$

$$\left(\frac{2742 - 2727.9}{2727.9} \right) * 100 = 0.51\%$$

Este parámetro se interpreta como la cantidad de agua necesaria para dejar la muestra en estado saturado superficialmente seco, es decir, una condición en la que la muestra de arena no es capaz de absorber ninguna cantidad adicional de agua, ni tiene agua adherida en la superficie de sus partículas.

Peso unitario suelto

El peso unitario suelto es el peso de los agregados cuando estos no se han compactado, su utilidad radica en el diseño de mezclas en obra, pues en obra los materiales usualmente se hallan en estado no compactado.

La siguiente tabla muestra el peso unitario suelto del agregado bajo estudio. Como se aprecia, este parámetro resultó ser de 1.54 g/cm³, para el agregado analizado.

Tabla 12. *Calculo del peso unitario suelto del agregado grueso.*

Peso unitario suelto(kg/cm ³)			Promedio
Peso de molde (kg)	3.509	3.509	
Volumen del molde (m ³)	7.056	7.056	
Peso del molde + muestra(kg)	14.179	13.704	
Peso de la muestra(kg)	10.670	10.195	10.4325
$PU. \text{ suelto} = \frac{10.4325}{0.007056} = 1479 \text{ kg}/m^3$			

Fuente: Elaboración propia.

Este parámetro se interpreta como el peso por unidad de volumen de una muestra de agregado cuyas partículas no han sido acomodadas y compactadas de manera artificial, más al contrario, las partículas se hallan sueltas y acomodadas al azar.

Peso unitario compactado

Es el peso del agregado después de haber sufrido acomodamiento por medios mecánicos externos. El peso unitario compactado de la muestra es el peso por unidad de volumen de la muestra obtenida al reacomodar sus partículas de manera deliberada, de tal forma que ocupen el menor volumen posible.

Tabla 13. *Calculo del peso unitario compactado del agregado grueso.*

Peso unitario compactado(kg/cm ³)			Promedio
Peso de molde (kg)	3.509	3.509	
Volumen del molde (m ³)	7.056	7.056	
Peso del molde + muestra(kg)	14.816	14.769	
Peso de la muestra(kg)	11.307	11.260	11.2835
$PU. compact = \frac{11.2835}{0.007056} = 1599 \text{ kg/m}^3$			

Fuente: Elaboración propia.

Evidentemente, el peso de la muestra compactada resulta ser superiores al peso de la muestra no compactada, ya que por el acomodo de las partículas siempre es posible contener mayor cantidad de estos elementos.

C. Diseño de la mezcla

Proporcionamiento por el método del ACI

En esta sección se muestran los pasos seguidos para el proporcionamiento de la mezcla de concreto usada como patrón, o como grupo de control.

Tabla 14. *Revenimiento para el diseño de las mezclas*

Tipos de construcción	Revenimiento (cm)	
	Máximo	Mínimo
Muros de subestructura sencillos, zapatas muros y cajones de cimentación	7.5	2.5
Vigas y muros reforzados	10	2.5
Columnas para edificios	10	2.5
Pavimentos y losas	7.5	2.5
Concreto masivo	7.5	2.5

Fuente: ACI

Es importante aclarar en este punto que, la metodología seguida para el diseño de las mezclas estudiadas en esta tesis fue el método del ACI. A continuación, se muestra el esquema y los cálculos efectuados para el diseño de la mezcla mencionada.

Paso 01: Definición de la resistencia a la compresión requerida

Tabla 15. *Propiedades físicas del agregado fino y grueso*

Características físicas	Unidad	Agregado fino	Agregado grueso
P. Especif. de Masa Seco	g/cm^3	2.643	2.628
P. Especif. de Masa SSS	g/cm^3	2.662	2.642
P. Especif. de Masa Aparente	g/cm^3	2.695	2.664
P. Unitario Compactado	kg/m^3	1835	1599
P. Unitario Suelto	kg/m^3	1601	1479
Absorción	%	0.7	0.51
Humedad	%	1.99	0.04
Tamaño máximo		-	1 1/2"
Tamaño máximo Nominal		-	1"
Módulo de Fineza		3.53	7.16
%<mall N°200(0.75μm)		4.29	0.62

Fuente: Elaboración propia

Cemento Sol

Peso específico $3110 kg/m^3$

Volumen Absoluto $0.1108 m^3$

a) Resistencia a la compresión promedio

Tabla 16. *Resistencia a la compresión requerida*

Resistencia especificada $F'c = (kg/cm^2)$	Resistencia requerida $F'c = 210 kg/cm^2$
$F'c < 210$	$F'cr = F'c + 70$
$210 \leq F'c \leq 350$	$F'cr = F'c + 85$
$F'c > 350$	$F'cr = 1.10 * F'c + 50$

Fuente: ACI

Resistencia especificada $f'c = 210 kg/cm^2$

Resistencia requerida $fcr = 294 kg/cm^2$

Tamaño máximo nominal de agregado grueso = 1"

b) Desarrollo del asentamiento

Tabla 17. *Asentamiento*

Consistencia	Asentamiento
Seca	3" (75mm) a 4" (100mm)

Fuente: ACI

c) Contenido de agua

Tabla 18. Contenido de agua.

Asentamiento	Agua, en lt/m ³ , para los tamaños máximo nominales de agregados grueso y consistencias indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154

Fuente: ACI

✚ Cantidad del agua: 193L

✚ Volumen del agua: 0.193m³

d) Contenido de aire (%)

Tabla 19. Contenido de aire

Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

Fuente: ACI

Paso 02: Determinación del contenido de aire

Aire=1.5%

Vol. Aire=0.015 m³

e) Relación agua/cemento

Tabla 20. Relación agua/cemento

Resistencia a la compresión a los 28 días (f'cr) (Kg/cm2)	Relación Agua – Cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Fuente: ACI

$$\frac{300 - 250}{294 - 250} = \frac{0.55 - 0.62}{X - 0.62}$$

X = 0.5584 X = 0.56

300	0.55
294	x
250	0.62

→ R a/c

f) Contenido de cemento

✚ Cantidad de Agua: 193 L

$$\text{Contenido del cemento} = \frac{193}{0.56} = 345.64 = 346 \text{ kg/m}^3$$

✚ Volumen del cemento:

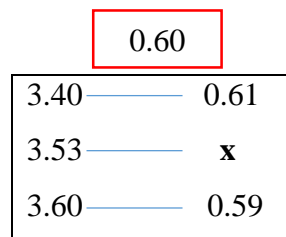
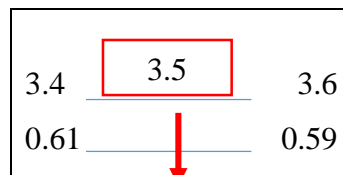
$$V_c = \left(\frac{346}{3.11}\right) / 1000 = 0.11 \text{ m}^3$$

g) Volumen de agregado grueso por unidad volumen de concreto

Tabla 21. *Volumen de agregado grueso por unidad volumen de concreto*

TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO	Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino			
	MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: ACI



X=0.597

Modulo de fineza del agregado fino * PU compactado del agregado grueso

Peso seco del agregado grueso: 0.597*1599=954.6839 kg

h) Volumen absoluto del concreto para hallar el agregado fino de los materiales (M3)

$$V. \text{ Absoluto} = \left(\frac{\text{Peso seco}}{P. E} \right) / 1000$$

$$VA. \text{ Cemento} = \left(\frac{345.64}{3.11} \right) / 1000 \quad VA. \text{ Cemento} = 0.1111 \text{ m}^3$$

$$VA. \text{ A grueso} = \left(\frac{954.6839}{2.628} \right) / 1000 \quad VA. \text{ A grueso} = 0.3632 \text{ m}^3$$

$$VA. \text{ Agua} = \frac{193}{1000} \quad VA. \text{ Agua} = 0.193 \text{ m}^3$$

$$VA. \text{ Aire} = \frac{1.5}{1000} \quad VA. \text{ Aire} = 0.0015 \text{ m}^3$$

Suma de los volúmenes: $0.669 m^3$

VA. A fino = $1 - 0.6689 m^3$ ----- $0.3311 m^3$

$$0.3311 = \frac{\text{Peso seco}}{2.64 * 1000} = 875.159 \text{ kg}$$

Datos de los materiales

- ✚ Agua: 193 L
- ✚ Cemento 345.64 kg
- ✚ Agregado fino: 875.159 kg
- ✚ Agregado grueso: 954.6839 kg

i) Corrección de humedad

$$\text{Peso} \left(\frac{\% \text{Humedad}}{100} + 1 \right)$$

$$\text{A. fino} = 875.159 \left(\frac{1.99}{100} + 1 \right) = 892.575 \text{ --- } 893 \text{ kg}$$

$$\text{A. grueso} = 954.6839 \left(\frac{0.04}{100} + 1 \right) = 955.066 \text{ --- } 955 \text{ kg}$$

j) Corrección por absorción

$$\text{Peso seco} \left(\frac{\% \text{Absorción} - \% \text{Humedad}}{100} \right)$$

$$\text{A. fino} = 875.159 \left(\frac{0.70 - 1.99}{100} \right) = -11.07$$

$$\text{A. grueso} = 954.6839 \left(\frac{0.51 - 0.04}{100} \right) = 4.49$$

Suma de C. absorción: -6.58 -----Agua libre

k) Agua efectiva

Agua de diseño + Agua libre

$$193 + (-6.58) = 186.42 \text{ L/m}^3$$
-----Agua efectiva

l) Diseño teórico

$$R_a/c = \left(\frac{a}{c} \right)$$

$$0.56 = \left(\frac{186.42}{c} \right) \text{ --- } 333.850 \text{ kg/cm}^3$$

m) Proporciones en volumen

- ✚ Agregado fino: 892.57 kg
- ✚ Agregado grueso: 955.07 kg
- ✚ Cemento: 333.85 kg

✚ Agua: 186.42L

Agregado fino	Agregado grueso	Cemento	Agua
893.57 <u>332.85</u>	955.07 <u>332.85</u>	332.85 <u>332.85</u>	186.42 <u>F. Cement = 332.85/42.5</u>
2.7	2.9	1	23.67L

n) Dosificación por bolsa de cemento

✚ Agregado fino: $2.7 \times 42.5 = 113.63$ kg/bolsas

✚ Agregado grueso: $2.9 \times 42.5 = 121.58$ kg/bolsas

✚ Cemento: $1 \times 42.5 = 42.5$ kg/bolsas

✚ Agua: 23.73 L/bolsas

Total = 301.44
kg/bls

o) Rendimiento por bolsa de cemento

✚ $R = 301.44 / 2400 = 0.126 \text{ m}^3$

p) Por tanda m^3

✚ $1 / 0.126 = 7.96$ Tandas/ m^3

q) Diseño para un metro cubico

✚ Cemento = $7.96 \times 42.5 = 338.37$ kg/bls

✚ Agregado fino = $7.96 \times 113.63 = 904.67$ kg/bls

✚ Agregado grueso = $7.96 \times 121.58 = 968.01$ kg/bls

✚ Volumen de agua = $7.96 \times 23.73 = 188.94$ kg/bls

Para una probeta

$1 \text{ m}^3 = 338.37 \text{ kg/m}^3$

$0.0053 \text{ m}^3 = X$

CEMENTO = 1.79 kg

$1 \text{ m}^3 = 904.67 \text{ kg/m}^3$

$0.0053 \text{ m}^3 = X$

AGREGADO FINO = 4.79

$1 \text{ m}^3 = 968.01 \text{ kg/m}^3$

$0.0053 \text{ m}^3 = X$

AGREGADO GRUESO = 5.13

$1 \text{ m}^3 = 188.94 \text{ kg/m}^3$

$0.0053 \text{ m}^3 = X$

AGUA = 1.00

r) Desperdicios (+5%)

- ✚ Cemento: 1.79×1.05 ----- 1.883 kg
- ✚ Agregado fino: 4.79×1.05 -----4.034 kg
- ✚ Agregado grueso: 5.13×1.05 -----5.387 kg
- ✚ Agua: 1.00×1.05 -----1.051 L

s) Cantidad para 9 probetas (2 adicionales)

- ✚ Cemento: 1.883×11 ----- 20.714 kg
- ✚ Agregado fino: 4.034×11 -----55.379 kg
- ✚ Agregado grueso: 5.387×11 -----59.257 kg
- ✚ Agua: 1.051×11 -----11.566 L

Los resultados calculados son los necesarios para la preparación de un metro cubico de mezcla de concreto simple. Entonces, se concluye que se requieren de ocho bolsas y medio de cemento tipo I, medio metro cubico de agregado fino y casi tres cuartos de metro cubico de agregado grueso, además de 250 l de agua.

Datos para diseño patrón

Tabla 22. Datos para diseño patrón

Materiales	Peso específico (kg/cm ³)	Volumen Absoluto (m ³)	Contenido de Humedad	% Absorción	Módulo de Fineza	P.U. Suelto	Tamaño máximo
CEMENTO SOL TIPO I	3110 kg/cm ³	0.1234 m ³					
AGUA	1000 kg/cm ³	0.2150 m ³					
AIRE	-----	0.0150 m ³					
SIKA PLASTIMENT HE-98	1170 kg/cm ³	0.000 m ³					
AGREGADO GRUESO	2628 kg/cm ³	-----	0.20%	0.51%	7.16	1479	1599
AGREGADO FINO	2643 kg/cm ³	-----	0.50%	1.50%	3.53	1601	1835
Volumen de pasta	0.3534 m ³						
Volumen de agregado	0.646 m ³						

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23. Proporciones diseño mezcla

Relación agua cemento R a/c	0.56	
Volumen agua	215 l	
Cantidad de Aire atrapado	1.5%	0.03466 m ³
Cantidad de cemento	384 kg	
Factor cemento		
Proporción de agregado grueso	913	0.3000 m ³
Proporción de agregado fino	805	
Agua efectiva corregida por absorción y humedad	218 l	

Fuente: Elaboración propia.

Las tablas con dosificación 0.0% no ayudara a realizar el volumen por metro cubico según el método ACI. Por lo tanto, este el resumen del diseño.

Volumen de prueba tanda patrón

- ✚ Cemento sol tipo I.....11.52 kg
- ✚ Agua.....6.53 l
- ✚ Sika plastiment HE-98.....0 ml
- ✚ Agregado grueso.....27.4 kg
- ✚ Agregado fino.....24.1 kg
- ✚ Slump obtenido.....1 ½”

Datos para diseño mezcla en dosificación 0.5%

Tabla 24. Diseño mezcla en dosificación 0.5%

Materiales	Peso específico (kg/cm ³)	Volumen Absoluto (m ³)	Contenido de Humedad	% Absorción	Módulo de Fineza	P.U. Suelto	Tamaño máximo
CEMENTO SOL TIPO I	3110 kg/cm ³	0.1108 m ³					
AGUA	1000 kg/cm ³	0.1930 m ³					
AIRE	-----	0.0150 m ³					
SIKA PLASTIMENT HE-98	1170 kg/cm ³	0.015 m ³					
AGREGADO GRUESO	2628 kg/cm ³	-----	0.04%	0.51%	7.16	1479	1599
AGREGADO FINO	2643 kg/cm ³	-----	1.99%	0.70%	3.53	1601	1835
Volumen de pasta	0.3203 m ³						
Volumen de agregado	0.6797 m ³						

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25. Proporciones diseño mezcla en dosificación 0.5%

Relación agua cemento R a/c	0.56	
Volumen agua	193 L	
Cantidad de Aire atrapado	1.5%	
Cantidad de cemento	345 kg	
Calculo de aditivo	1.72 kgxm3	
Proporción de agregado seco grueso	53.6%	0.3643 m3/957kg
Proporción de agregado seco fino	46.4%	0.3154 m3/834kg
Proporción de agregado seco grueso	958kg	
Proporción de agregad seco fino	850kg	
Agua efectiva corregida por absorción y humedad	187L	

Fuente: Elaboración propia.

Las tablas con dosificación 0.5% no ayudara a realizar el volumen por metro cubico según el método ACI. Por lo tanto, este el resumen de del diseño para 0.017 cm³.

Volumen de prueba tanda con 0.5% Sika plastiment HE-98 (0.017 cm³)

- ✚ Cemento sol tipo I.....5.86 kg
- ✚ Agua.....3.17 l
- ✚ Sika plastiment HE-98.....29.3 g =25 ml
- ✚ Agregado grueso.....16.3 kg
- ✚ Agregado fino.....14.5 kg
- ✚ Slump obtenido.....2”

Datos para diseño mezcla en dosificación 0.8%

Tabla 26. Diseño mezcla en dosificación 0.8%

Materiales	Peso específico (kg/cm ²)	Volumen Absoluto (m ³)	Contenido de Humedad	% Absorción	Módulo de Fineza	P.U. Suelto	Tamaño máximo
CEMENTO SOL TIPO I	3110 kg/cm ³	0.1108 m ³					
AGUA	1000 kg/cm ³	0.1930 m ³					
AIRE	-----	0.0150 m ³					
SIKA PLASTIMENT HE-98	1170 kg/cm ³	0.0024 m ³					

AGREGADO GRUESO	2628 kg/cm ³	-----	0.04%	0.51%	7.16	1479	1599
AGREGADO FINO	2643 kg/cm ³	-----	1.99%	0.70%	3.53	1601	1835
Volumen de pasta	0.3212 m ³						
Volumen de agregado	0.6788 m ³						

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27. Proporciones diseño mezcla en dosificación 0.8%

Proporciones diseño mezcla en dosificación 0.8%		
Relación agua cemento R a/c	0.56	
Volumen agua	193 L	
Cantidad de Aire atrapado	1.5%	
Cantidad de cemento	345 kg	
Cálculo de aditivo	2.76 kgxm3	
Proporción de agregado seco grueso	53.6%	0.3639 m3/956kg
Proporción de agregado seco fino	46.4%	0.3154 m3/832kg
Proporción de agregado seco grueso	958kg	
Proporción de agregad seco fino	850kg	
Agua efectiva corregida por absorción y humedad	187L	

Fuente: Elaboración propia.

Las tablas con dosificación 0.8% no ayudara a realizar el volumen por metro cubico según el método ACI. Por lo tanto, este el resumen de del diseño para 0.017 cm³.

Volumen de prueba tanda con 0.8 % Sika plastiment HE-98 (0.017 cm³)

- ✚ Cemento sol tipo I.....5.86 kg
- ✚ Agua.....3.17 l
- ✚ Sika plastiment HE-98.....46.9 g =40 ml
- ✚ Agregado grueso.....16.3 kg
- ✚ Agregado fino.....14.4 kg
- ✚ Slump obtenido.....3 1/4”

Datos para diseño mezcla en dosificación 1.00%

Tabla 28. Diseño mezcla en dosificación 1.00%

Materiales	Peso específico (kg/cm ²)	Volumen Absoluto (m ³)	Contenido de Humedad	% Absorción	Módulo de Fineza	P.U. Suelto	Tamaño máximo
CEMENTO SOL TIPO I	3110 kg/cm ³	0.1108 m ³					
AGUA	1000 kg/cm ³	0.1930 m ³					
AIRE	-----	0.0150 m ³					
SIKA PLASTIMENT HE-98	1170 kg/cm ³	0.0029 m ³					
AGREGADO GRUESO	2628 kg/cm ³	-----	0.04%	0.51%	7.16	1479	1599
AGREGADO FINO	2643 kg/cm ³	-----	1.99%	0.70%	3.53	1601	1835
Volumen de pasta	0.3218 m ³						
Volumen de agregado	0.6782 m ³						

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29. Proporciones diseño mezcla en dosificación 1.00%

Proporciones diseño mezcla en dosificación 1.00%		
Relación agua cemento R a/c	0.56	
Volumen agua	193 L	
Cantidad de Aire atrapado	1.5%	
Cantidad de cemento	345 kg	
Calculo de aditivo	3.45 kgxm3	
Proporción de agregado seco grueso	53.6%	0.3635 m3/955kg
Proporción de agregado seco fino	46.4%	0.3147 m3/832kg
Proporción de agregado seco grueso	956kg	
Proporción de agregado seco fino	848kg	
Agua efectiva corregida por absorción y humedad	187L	

Fuente: Elaboración propia.

Las tablas con dosificación 1.00% no ayudara a realizar el volumen por metro cubico según el método ACI. Por lo tanto, este el resumen de del diseño para 0.017 cm³.

Volumen de prueba tanda con 1.00% Sika plastiment HE-98 (0.017 cm³)

- ✚ Cemento sol tipo I.....5.86 kg
- ✚ Agua.....3.17 l
- ✚ Sika plastiment HE-98.....58.6 g =50 ml
- ✚ Agregado grueso.....16.2 kg
- ✚ Agregado fino.....14.4 kg
- ✚ Slump obtenido.....4 3/4”

Características de los especímenes

A continuación, se muestran las características más importantes de los especímenes estudiados dentro del presente trabajo de investigación.

Tabla 30: Características de los especímenes cilíndricos para concreto simple.

	B(cm)	H(cm)	Al (cm ²)	At(cm ²)	Peso (kg)
Compresión	10.0	20.30	1275.5	78.5	20.3
	10.1	20.30	1288.2	80.1	20.3
	10.0	20.30	1275.5	78.5	20.3

Fuente: Elaboración propia.

D. Propiedades del concreto a los 7 días de edad

Concreto patrón

Los resultados de ensayos a compresión del concreto simple se muestran de manera resumida en las siguientes tablas. Con la finalidad de lograr mayor claridad, estas fueron divididas de acuerdo con la edad a la que fueron ensayadas.

Tabla 31: Resultados del ensayo de compresión en cilindros a la edad de 7 días con 0% de aditivos.

Espécimen	Base (cm)	Altura (cm)	Fuerza (kg)	Área (cm ²)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Porcentaje respecto al diseño 210 kg/cm ²
Patron1	10	20.3	16043	78.54	202	96%
Patron2	10.1	20.3	16517	80.12	205	98%
Patron3	10	20.3	15714	78.54	205	98%
Promedio	10.0	20.3	16091.3	79.07	204	97%

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que la resistencia promedio a la compresión fue de 204 kg/cm² mientras que la desviación estándar fue de 10 kg/cm².

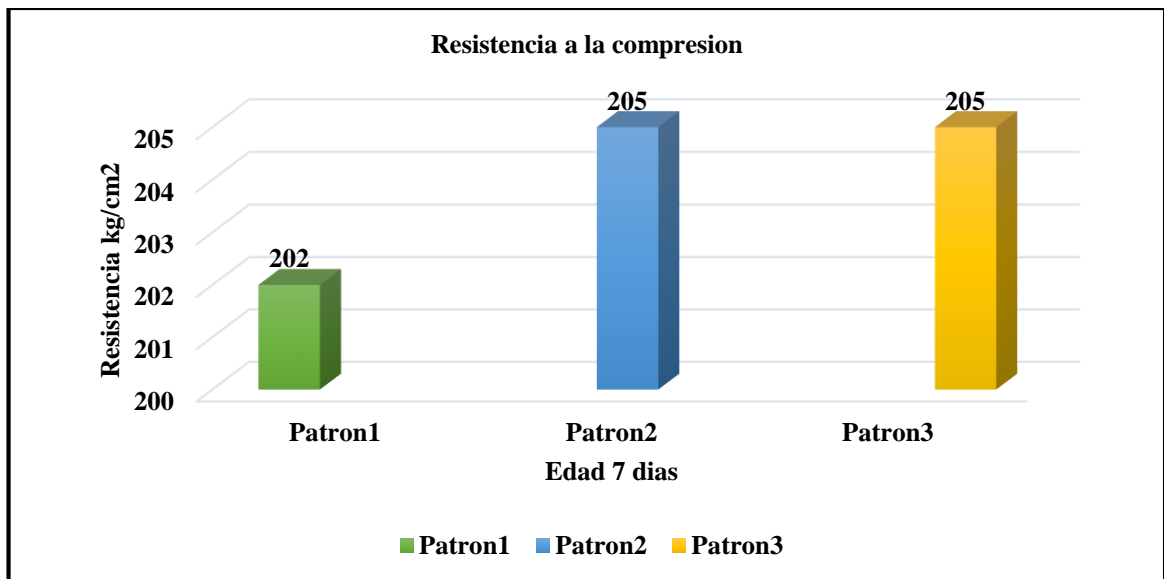


Figura 11. Resistencia a la compresión de los especímenes ensayados 0% aditivos.

Fuente: Elaboración propia

El gráfico adjunto muestra la evolución a los 7 días de las mezclas patrón de concreto. Como se puede observar de estos datos, resaltando la mezcla patrón 2 y patrón 3 teniendo como resistencia 205 kg/cm² teniendo el nivel de confiabilidad es bueno,

Concreto con 0.5% de aditivo

Los resultados del concreto con aditivo plastificante Sika se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 32. Resultados del ensayo de compresión en cilindros a la edad de 7 días con 0.5% de aditivos.

Mezcla 0.5%	Base (cm)	Altura (cm)	Fuerza (kg)	Área (cm ²)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Porcentaje respecto al diseño 210 kg/cm ²
Mezcla A	10	20.3	18196	78.54	286	136%
Mezcla B	10.1	20.3	17695	80.12	292	139%
Mezcla B	10	20.3	16750	78.54	292	139%
Promedio	10.0	20.3	17547.0	79.07	290	138%

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que la resistencia promedio a la compresión fue de 290 kg/cm², mientras que la desviación estándar fue de 3 kg/cm².

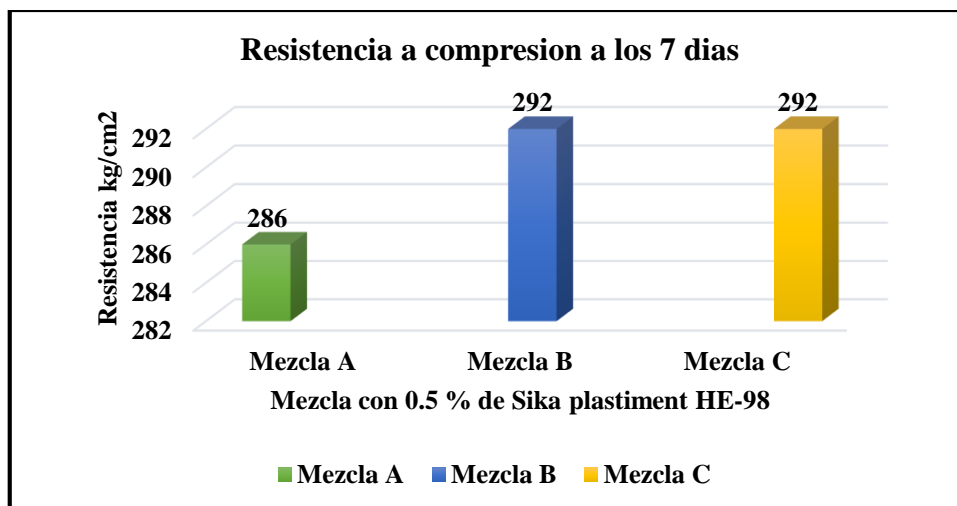


Figura 12. Resistencia a la compresión de los especímenes ensayados, 0.5% de aditivos.
Fuente: Elaboración propia.

El gráfico adjunto muestra la evolución a los 7 días en mezclas con 0.5% de aditivo. Como se puede observar de estos datos, teniendo similitud con la mezcla A con mezcla B con resistencia 292 kg/cm², por lo que se puede decir que el nivel de confiabilidad es bueno.

Concreto con 0.8% de aditivo

Los resultados del concreto con aditivo plastificante Sika se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 33. Resultados del ensayo de compresión en cilindros a la edad de 7 días con 0.8% de aditivos.

Mezcla 0.8%	Base (cm)	Altura (cm)	Fuerza (kg)	Área (cm ²)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Porcentaje respecto al diseño 210 kg/cm ²
Mezcla A	10	20.3	18196	78.54	303	144%
Mezcla B	10.1	20.3	17695	80.12	295	140%
Mezcla C	10	20.3	16750	78.54	294	140%
Promedio	10.0	20.3	17547.0	79.07	300	143%

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que la resistencia promedio a la compresión fue de 300 kg/cm², mientras que la desviación estándar fue de 5 kg/cm².

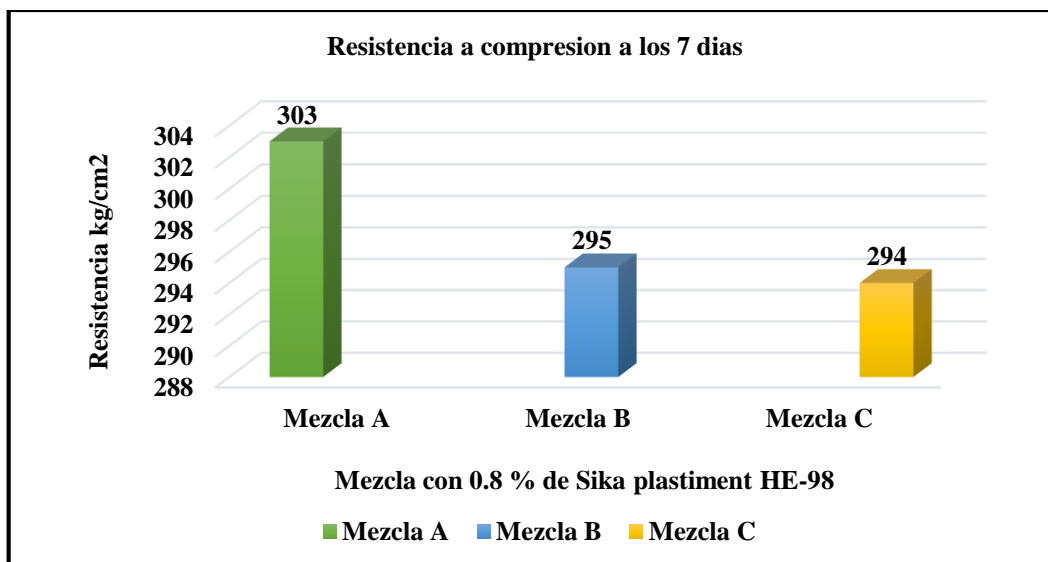


Figura 13: Resistencia a la compresión de los especímenes ensayados, 0.8% de aditivos.

Fuente: Elaboración propia.

El gráfico adjunto muestra la evolución temporal de las mezclas de concreto analizadas para el caso de aditivo 0.8%. Como se puede observar de estos datos, resaltando la mezcla A teniendo como resistencia 303 kg/cm², por lo que se puede decir que el nivel de confiabilidad es bueno.

Concreto con 1% de aditivo

Los resultados del concreto con aditivo plastificante Sika se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 34. Resultados del ensayo de compresión en cilindros a la edad de 7 días con 1% de aditivos.

Especímen	Base (cm)	Altura (cm)	Fuerza (kg)	Área (cm ²)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Porcentaje respecto al diseño 210 kg/cm ²
1	10	20.3	18196	78.54	303	144%
2	10.1	20.3	17695	80.12	301	143%
3	10	20.3	16750	78.54	303	144%
Promedio	10.0	20.3	17547.0	79.07	302	144%

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que la resistencia promedio a la compresión fue de 302 kg/cm², mientras que la desviación estándar fue de 2 kg/cm².

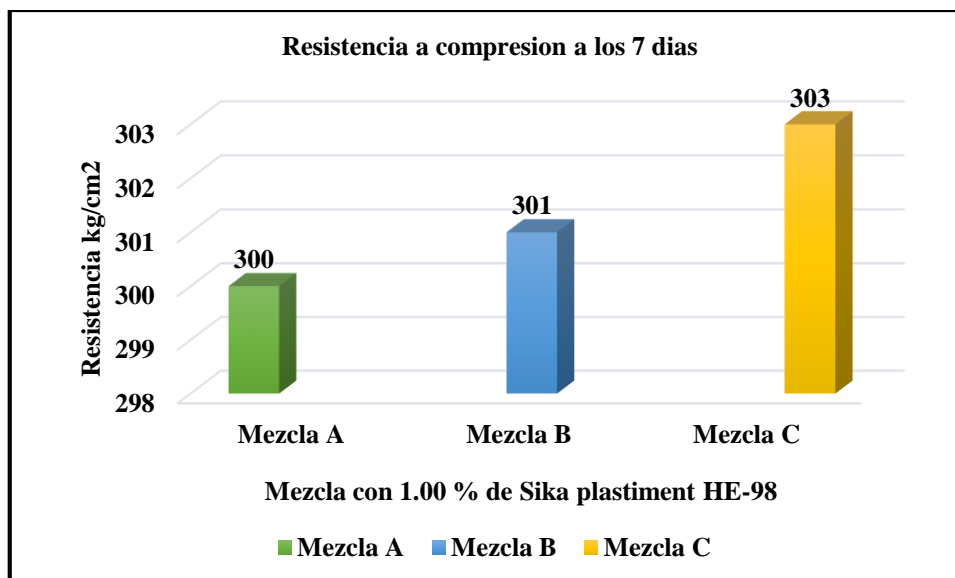


Figura 14: Resistencia a la compresión de los especímenes ensayados, 1.00 % de aditivos.

Fuente: Elaboración propia.

El gráfico adjunto muestra la evolución temporal de las mezclas de concreto analizadas para el caso de aditivo 1.00%. Como se puede observar de estos datos, resaltando la mezcla C teniendo como resistencia 303 kg/cm² teniendo similitud entre uno u otro.

Comparación de resistencias a los 7 días

Los datos obtenidos de resistencia a la compresión uniaxial del concreto se comparan y procesados por separado para estimar el efecto que tiene el aditivo superplastificante en el concreto a la edad de 7 días. Los resultados de tal análisis se muestran a continuación.

Tabla 35. Resistencia a la compresión en edad 7 días

Resistencia a la compresión a los 7 días	PATRON	Aditivo 0.5%	Aditivo 0.8%	Aditivo 1.00%
Promedio	204	290	300	302
Porcentaje respecto al diseño 210 kg/cm ²	97%	138%	143%	144%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla el concreto patrón alcanza su resistencia al 10%, sin embargo, al adicionar el aditivo a una dosificación del 1.00% este si alcanza la resistencia deseada aumentó la resistencia en un 10% y se obtuvo una resistencia a los 7 días de con resistencia a la compresión de 302 kg/cm².

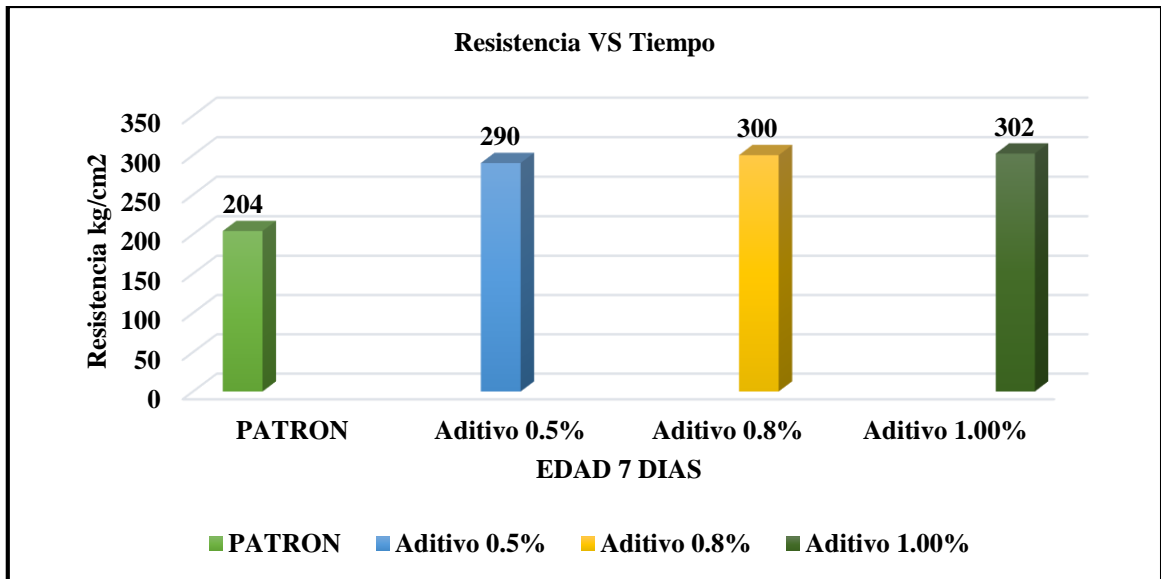


Figura 15: Incremento de la resistencia a la compresión del concreto en función de la cantidad de aditivo añadido.

Fuente: Elaboración propia.

Como puede observarse de los resultados presentados, existe una relación directa entre la resistencia a la compresión y la cantidad de aditivos colocados en la mezcla. Como se puede observar de estos datos, resaltando la mezcla con aditivo en 1.00% teniendo como resistencia 302 kg/cm² teniendo similitud con la mezcla con aditivo 0.5%, 0.8% y patrón.

E. Propiedades del concreto a los 14 días de edad

Concreto patrón

Los resultados de los ensayos a compresión del concreto estudiado se muestran de manera resumida en las siguientes tablas. Con la finalidad de lograr mayor claridad, estas fueron divididas de acuerdo con el contenido de aditivo colocado, yendo desde el 0% para el concreto patrón, hasta 1% para los concretos con aditivo super-plastificante.

Tabla 36. Resultados del ensayo de compresión en cilindros a la edad de 14 días con 0% de aditivos.

PATRON	Base (cm)	Altura (cm)	Fuerza (kg)	Área (cm ²)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Porcentaje respecto al diseño 210 kg/cm ²
PATRON 1	10	20.3	16043	78.54	267	127%
PATRON 2	10.1	20.3	16517	80.12	266	127%
PATRON 3	10	20.3	15714	78.54	264	126%
Promedio	10.0	20.3	16091.3	79.07	266	127%

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que la resistencia promedio a la compresión fue de 266 kg/cm², mientras que la desviación estándar fue de 5 kg/cm².

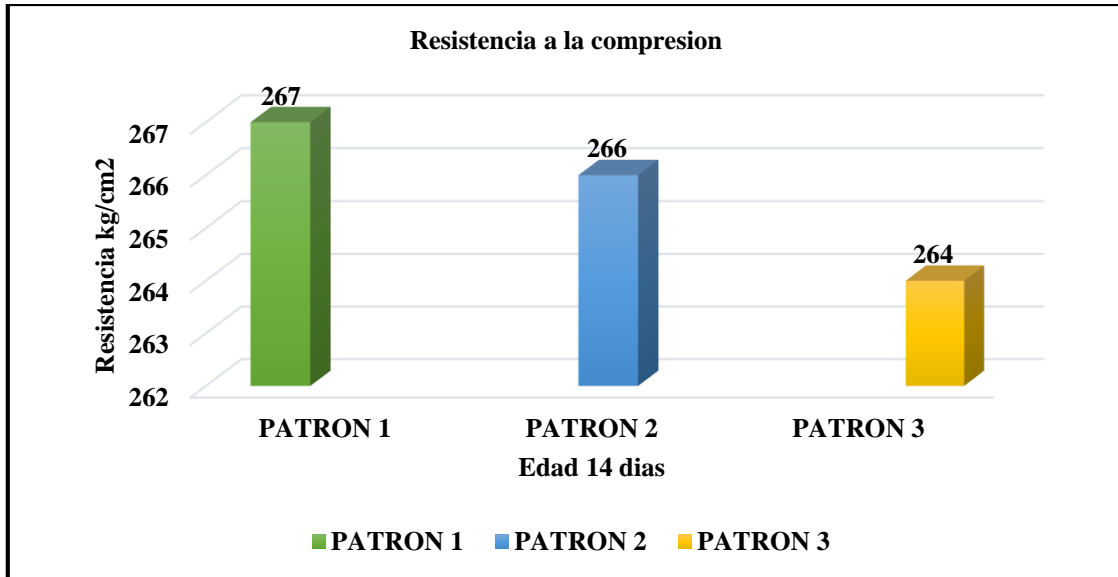


Figura 16. Resistencia a la compresión de los especímenes ensayados 0% aditivos
Fuente: Elaboración propia.

El gráfico adjunto muestra la evolución a los 14 días de las mezclas patrón de concreto. Como se puede observar de estos datos, resaltando la mezcla patrón 1 teniendo como resistencia 267 kg/cm², por lo que se puede decir que el nivel de confiabilidad es bueno,

Concreto con 0.5% de aditivo

Los resultados del concreto con aditivo plastificante Sika se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 37. Resultados del ensayo de compresión en cilindros a la edad de 14 días con 0.5% de aditivos.

Espécimen	Base (cm)	Altura (cm)	Fuerza (kg)	Área (cm ²)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Porcentaje respecto al diseño 210 kg/cm ²
MEZCLA A	10	20.3	23247.8	78.54	296	141%
MEZCLA B	10.1	20.3	24196.2	80.12	302	144%
MEZCLA C	10	20.3	22383.9	78.54	285	136%
Promedio	10	20.3	23272.9	79.07	294.3	140%

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que la resistencia promedio a la compresión fue de 294 kg/cm², mientras que la desviación estándar fue de 9 kg/cm².

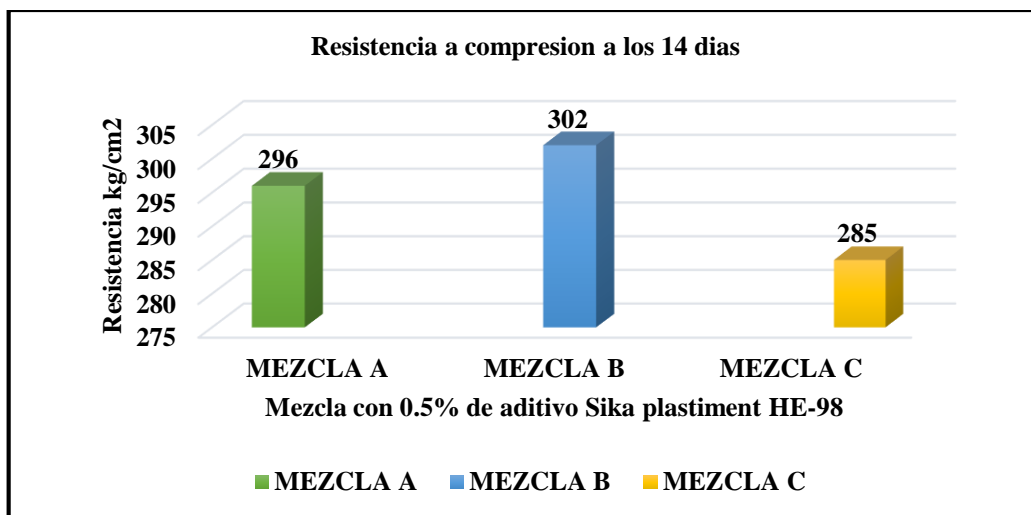


Figura 17: Resistencia a la compresión de los especímenes ensayados, 0.5% de aditivos.
Fuente: Elaboración propia.

El gráfico adjunto muestra la evolución a los 14 días de las mezclas con 0.5% de aditivo. Como se puede observar de estos datos, resaltando la mezcla B teniendo como resistencia 302 kg/cm^2 , por lo que se puede decir que el nivel de confiabilidad es bueno

Concreto con 0.8% de aditivo

Los resultados del concreto con aditivo plastificante Sika se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 38. Resultados del ensayo de compresión en cilindros a la edad de 14 días con 0.8% de aditivos.

Espécimen	Base (cm)	Altura (cm)	Fuerza (kg)	Área (cm²)	Esfuerzo (kg/cm²)	Porcentaje respecto al diseño 210 kg/cm^2
1	10	20.3	21441.42	78.54	273	130%
2	10.1	20.3	22113.12	80.12	276	131%
3	10	20.3	21127.26	78.54	269	128%
Promedio	10	20.3	21560.6	79.07	272.7	130%

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que la resistencia promedio a la compresión fue de 272.7 kg/cm^2 , mientras que la desviación estándar fue de 4 kg/cm^2 .

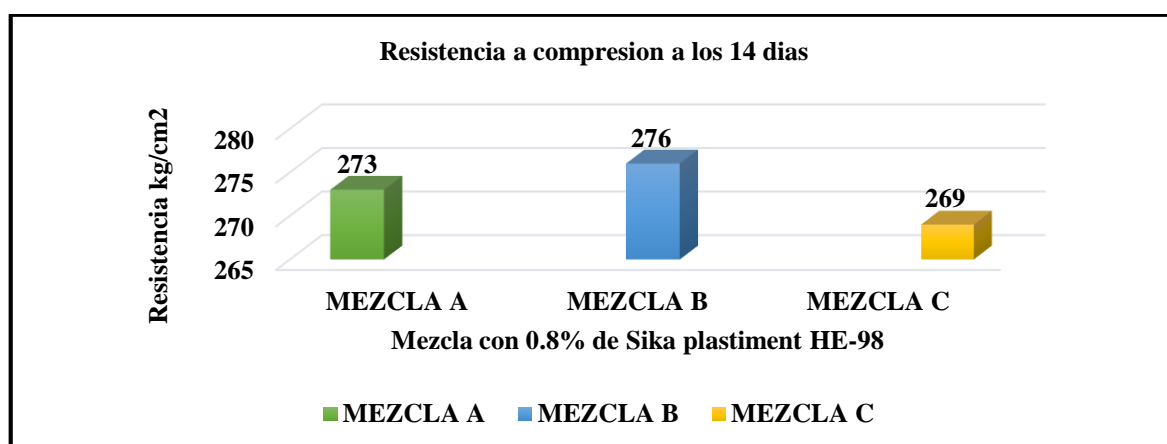


Figura 18. Resistencia a la compresión de los especímenes ensayados, 0.8% de aditivos.
Fuente: Elaboración propia.

El gráfico adjunto muestra la evolución a los 14 días de las mezclas con 0.8% de aditivo. Como se puede observar de estos datos, resaltando la mezcla B teniendo como resistencia 276 kg/cm² teniendo similitud entre uno u otro, por lo que se puede decir que el nivel de confiabilidad es bueno.

Concreto con 1% de aditivo

Los resultados del concreto con aditivo plastificante Sika se muestran en la siguiente tabla. Los resultados muestran que la resistencia promedio a la compresión fue de 243 kg/cm², mientras que la desviación estándar fue de 5 kg/cm².

Tabla 39. Resultados del ensayo de compresión en cilindros a la edad de 14 días con 1% de aditivos.

MEZCLA	Base (cm)	Altura (cm)	Fuerza (kg)	Área (cm ²)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Porcentaje respecto al diseño 210 kg/cm ²
MEZCLA A	10	20.3	18771.06	78.54	239	114%
MEZCLA B	10.1	20.3	19709.52	80.12	246	117%
MEZCLA C	10	20.3	19163.76	78.54	244	116%
Promedio	10	20.3	19214.78	79.07	243.0	116%

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que la resistencia promedio a la compresión fue de 243 kg/cm², mientras que la desviación estándar fue de 4 kg/cm².

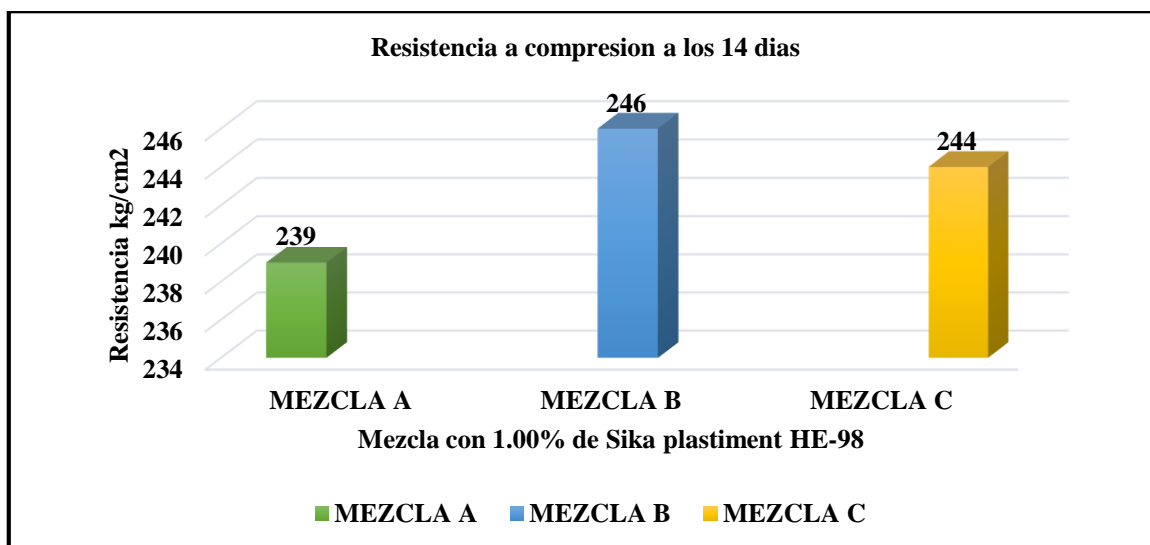


Figura 19. Resistencia a la compresión de los especímenes ensayados, 1.5% de aditivos.

Fuente: Elaboración propia.

El gráfico adjunto muestra la evolución a los 14 días de las mezclas con 1.00% de aditivo. Como se puede observar de estos datos, resaltando la mezcla B teniendo como resistencia 246 kg/cm², por lo que se puede decir que el nivel de confiabilidad es bueno.

Comparación de resistencias a los 14 días

Los datos obtenidos de resistencia a la compresión uniaxial del concreto se comparan y procesados por separado para estimar el efecto que tiene el aditivo superplastificante en el

Los datos obtenidos de resistencia a la compresión uniaxial del concreto se comparan y procesados por separado para estimar el efecto que tiene el aditivo superplastificante en el concreto a la edad de 14 días. Los resultados de tal análisis se muestran a continuación.

Tabla 40. Resistencia a la compresión en edad de 14 días

Resistencia a la compresión a los 14 días	PATRON	Aditivo 0.5%	Aditivo 0.8%	Aditivo 1.00%
Promedio	266	294	273	243
Porcentaje respecto al diseño 210 kg/cm ²	127%	140%	130%	116%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla el concreto patrón alcanza su resistencia al 135%, sin embargo, al adicionar el aditivo a una dosificación del 0.5% este si alcanza la resistencia deseada, aumenta la resistencia en un 5% y se obtuvo una resistencia a los 14 días con resistencia a la compresión de 294 kg/cm².

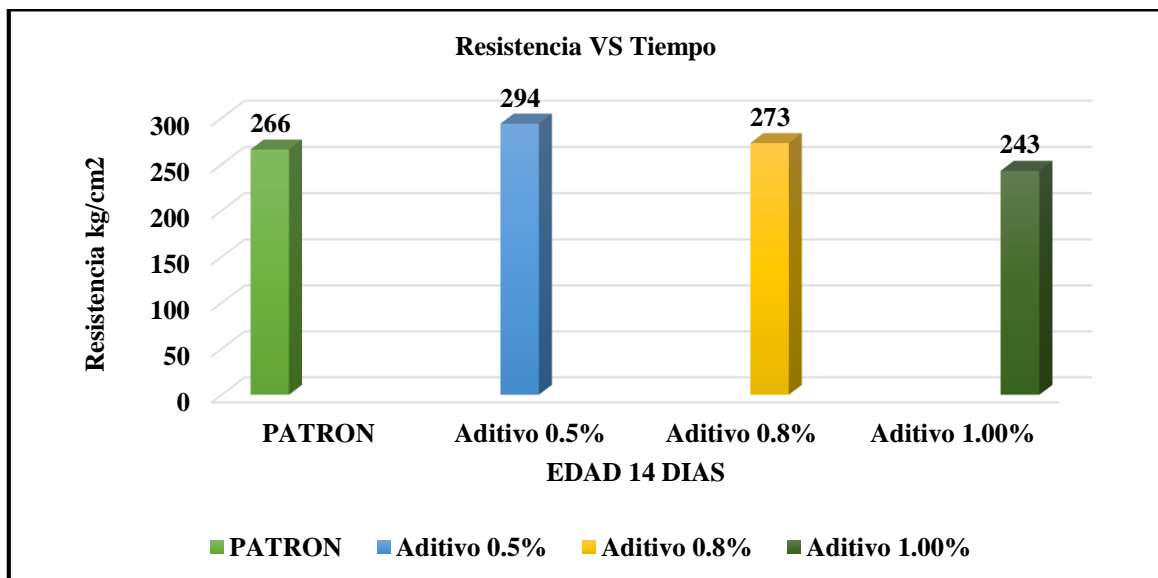


Tabla 41. Incremento de la resistencia a la compresión del concreto en función de la cantidad de aditivo añadido.

Fuente: Elaboración propia.

Como puede observarse de los resultados presentados, existe una relación directa entre la resistencia a la compresión y la cantidad de aditivos colocados en la mezcla. Como se puede observar de estos datos, resaltando la mezcla con dosificación 0.5% teniendo como resistencia 294 kg/cm².

F. Propiedades del concreto a los 28 días de edad

Concreto patrón

Los resultados de los ensayos a compresión del concreto estudiado se muestran de manera resumida en las siguientes tablas. Con la finalidad de lograr mayor claridad, estas fueron divididas de acuerdo con el contenido de aditivo colocado, yendo desde el 0% para el concreto patrón, hasta 1% para los concretos con aditivo super-plastificante.

Tabla 42. Resultados del ensayo de compresión en cilindros a la edad de 28 días con 0% de aditivos.

PATRON	Base (cm)	Altura (cm)	Fuerza (kg)	Área (cm ²)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Porcentaje respecto al diseño 210 kg/cm ²
PATRON 1	10	20.3	25054.26	78.54	284	135%
PATRON 2	10	20.3	24516.72	80.12	286	136%
PATRON 3	10	20.3	23483.46	78.54	281	134%
Promedio	10	20.3	24351.48	79.07	284	135%

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que la resistencia promedio a la compresión fue de 284 kg/cm², mientras que la desviación estándar fue de 10 kg/cm².

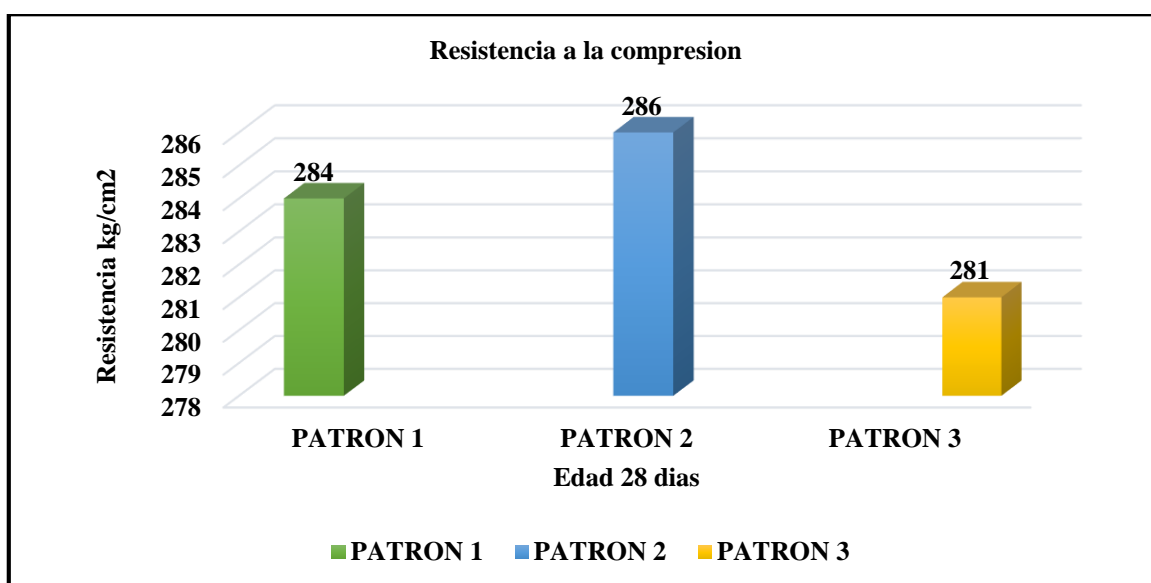


Figura 20. Resistencia a la compresión de los especímenes ensayados 0% aditivos

Fuente: Elaboración propia.

El gráfico adjunto muestra la evolución a los 28 días de las mezclas patrón. Como se puede observar de estos datos, resaltando la mezcla patrón 2 teniendo como resistencia 286 kg/cm², por lo que se puede decir que el nivel de confiabilidad es bastante bueno.

Concreto con 0.5% de aditivo

Los resultados del concreto con aditivo plastificante Sika se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 43. Resultados del ensayo de compresión en cilindros a la edad de 28 días con 0.5% de aditivos.

MEZCLA	Base (cm)	Altura (cm)	Fuerza (kg)	Área (cm ²)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Porcentaje respecto al diseño 210 kg/cm ²
MEZCLA A	10	20.3	23404.9	78.54	298	142%
MEZCLA B	10	20.3	25237.8	80.12	315	150%
MEZCLA C	10	20.3	24033.2	78.54	306	146%
Promedio	10	20.3	24221.8	79.07	306	146%

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que la resistencia promedio a la compresión fue de 306.3 kg/cm², mientras que la desviación estándar fue de 9 kg/cm².

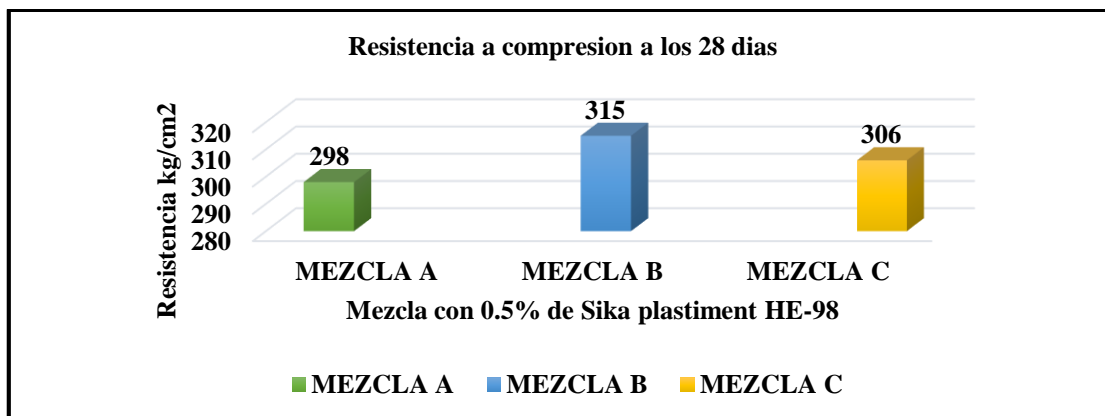


Figura 21: Resistencia a la compresión de los especímenes ensayados, 0.5% de aditivos.
Fuente: Elaboración propia.

El gráfico adjunto muestra la evolución a los 28 días de las mezclas con 0.5% de aditivo. Como se puede observar de estos datos, resaltando la mezcla B teniendo como resistencia 315 kg/cm², por lo que se puede decir que el nivel de confiabilidad es bueno.

Concreto con 0.8% de aditivo

Los resultados del concreto con aditivo plastificante Sika se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 44. Resultados del ensayo de compresión en cilindros a la edad de 28 días con 0.8% de aditivos.

MEZCLA	Base (cm)	Altura (cm)	Fuerza (kg)	Área (cm ²)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Porcentaje respecto al diseño 210 kg/cm ²
MEZCLA A	10	20.3	21598.5	78.54	275	131%
MEZCLA B	10	20.3	22033	80.12	275	131%
MEZCLA C	10	20.3	21834.12	78.54	278	132%
Promedio	10	20.3	21821.87333	79.07	276.0	131%

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que la resistencia promedio a la compresión fue de 276 kg/cm², mientras que la desviación estándar fue de 2 kg/cm².

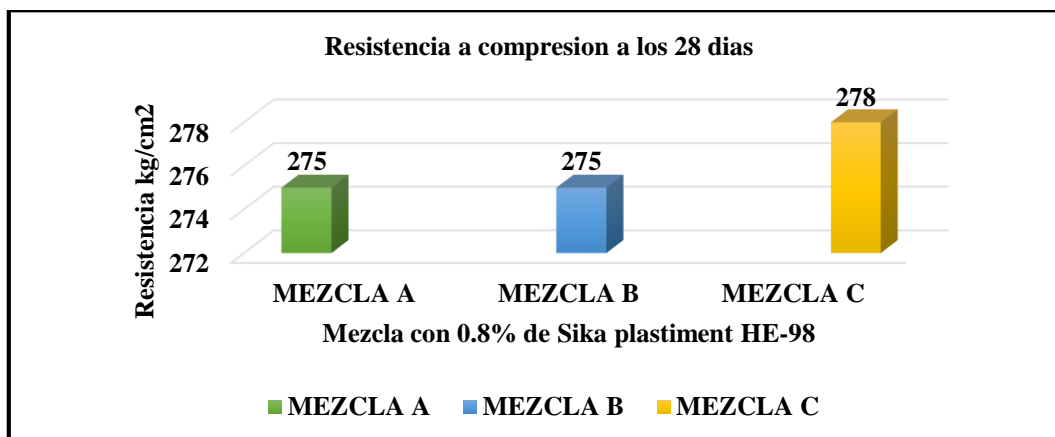


Figura 22: Resistencia a la compresión de los especímenes ensayados, 0.8% de aditivos.
Fuente: Elaboración propia.

El gráfico adjunto muestra la evolución a los 28 días de las mezclas con 0.8% de aditivo. Como se puede observar de estos datos, resaltando la mezcla C teniendo como resistencia 278 kg/cm², por lo que se puede decir que el nivel de confiabilidad es bueno.

Concreto con 1% de aditivo

Los resultados del concreto con aditivo plastificante Sika se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 45. Resultados del ensayo de compresión en cilindros a la edad de 28 días con 1% de aditivos.

MEZCLA	Base (cm)	Altura (cm)	Fuerza (kg)	Área (cm ²)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Porcentaje respecto al diseño 210 kg/cm ²
MEZCLA A	10	20.3	19242.3	78.54	245	117%
MEZCLA B	10	20.3	19949.88	80.12	249	119%
MEZCLA C	10	20.3	19163.76	78.54	244	116%
Promedio	10	20.3	19451.98	79.07	246.0	117%

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que la resistencia promedio a la compresión fue de 300 kg/cm², mientras que la desviación estándar fue de 3 kg/cm².

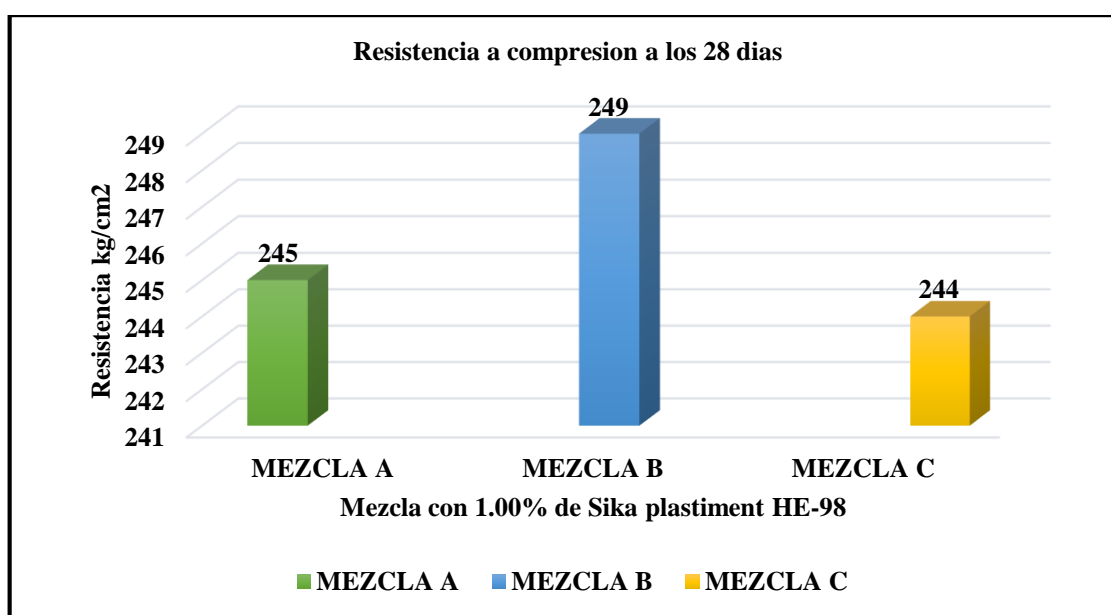


Figura 23: Resistencia a la compresión de los especímenes ensayados, 1.0% de aditivos.

Fuente: Elaboración propia.

El gráfico adjunto muestra la evolución a los 28 días de las mezclas con 1.00% de aditivo. Como se puede observar de estos datos, resaltando la mezcla C teniendo como resistencia 249 kg/cm², por lo que se puede decir que el nivel de confiabilidad es bueno.

Comparación de resistencias a los 28 días

Los datos obtenidos de resistencia a la compresión del concreto se comparan y procesados por separado para estimar el efecto que tiene el aditivo superplastificante en el concreto a la edad de 28 días. Los resultados de tal análisis se muestran a continuación.

Tabla 46. Resistencia a la compresión en edad de 28 días

Resistencia a la compresión a los 28 días	PATRON	Aditivo 0.5%	Aditivo 0.8%	Aditivo 1.00%
Promedio	284	306	276	246
Porcentaje respecto al diseño 210 kg/cm ²	135%	146%	131%	117%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla el concreto patrón alcanza su resistencia al 135%, no obstante, al adicionar el aditivo a una dosificación del 0.5% si alcanza la resistencia deseada, aumenta la resistencia en un 11% y se obtuvo una resistencia a los 28 días con resistencia a la compresión del concreto 306 kg/cm².

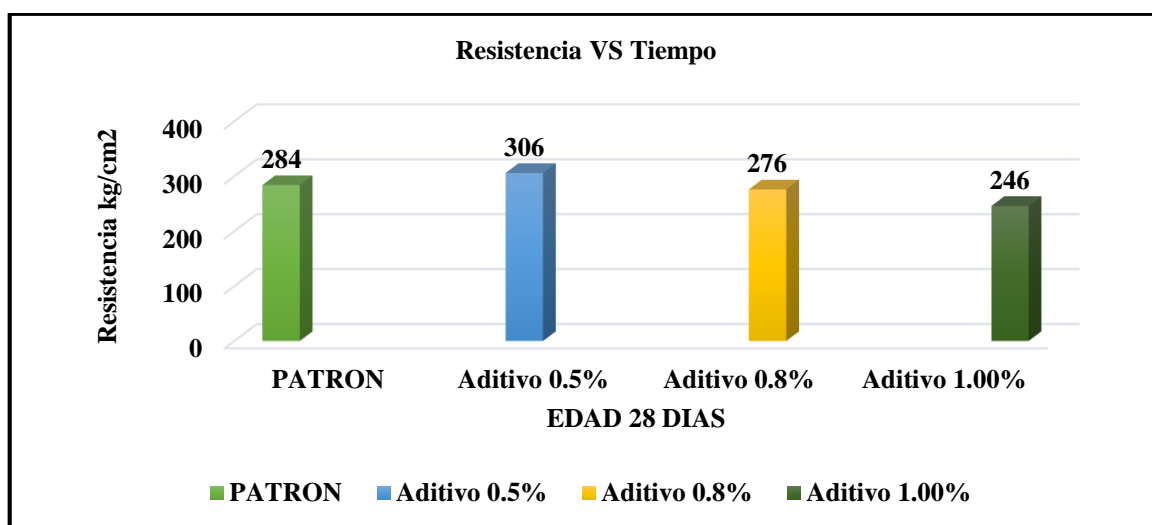


Figura 24. Incremento de la resistencia a la compresión del concreto en función de la cantidad de aditivo añadido.

Fuente: Elaboración propia

Comparación de resistencias a los 7, 14 y 28 días

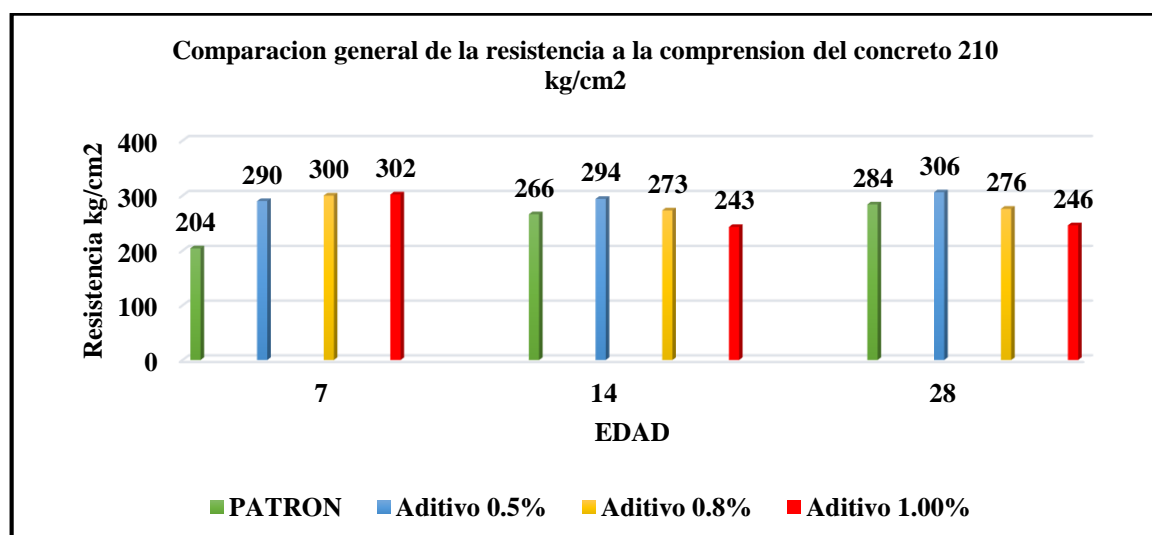


Figura 25. Comparación de resistencia a la compresión del concreto

Fuente: Elaboración propia.

En los resultados presentados, existe una relación directa entre la resistencia a la compresión y la cantidad de aditivos colocados en la mezcla. Como se puede observar de estos datos, resaltando la mezcla 0.5% incrementa teniendo como resistencia 306 kg/cm²

En el grafico se observa que el concreto patrón alcanza su resistencia al 135%, sin embargo, al adicionar el aditivo a una dosificación del 0.5% este si alcanza su resistencia aumenta la resistencia en un 10% y obtuvo una resistencia a los 28 días resistencia a la compresión del concreto 306 kg/cm².

También en el grafico interpretamos comparando con el concreto patrón y la dosificación 0.8% del aditivo sika plastiment HE-98 disminuye un 4% su resistencia a la compresión del concreto 276 kg/cm² a los 28 días

En el gráfico se puede identificar en la comparación del concreto patrón y la dosificación 1.00% del aditivo sika plastiment HE-98 disminuye un 18% su resistencia a la compresión del concreto 246 kg/cm² a los 28 días

Trabajabilidad

La trabajabilidad es la medida de la fluidez de una mezcla de concreto y está directamente relacionada su capacidad de acomodarse al encontrado, por lo que es una de las características más importantes del estado fresco de las mezclas.

Tabla 47. Resultados de trabajabilidad medidos con el cono de Abrahams.

Id	Caso	Asentamiento (in)
DISEÑO	Diseño	3.5
PATRON	0%	1.5
Mezcla con aditivo en 0.5%	0.50%	2
Mezcla con aditivo en 0.8%	0.80%	3.25
Mezcla con aditivo en 0.5%	1%	4.75

Fuente: Elaboración propia.

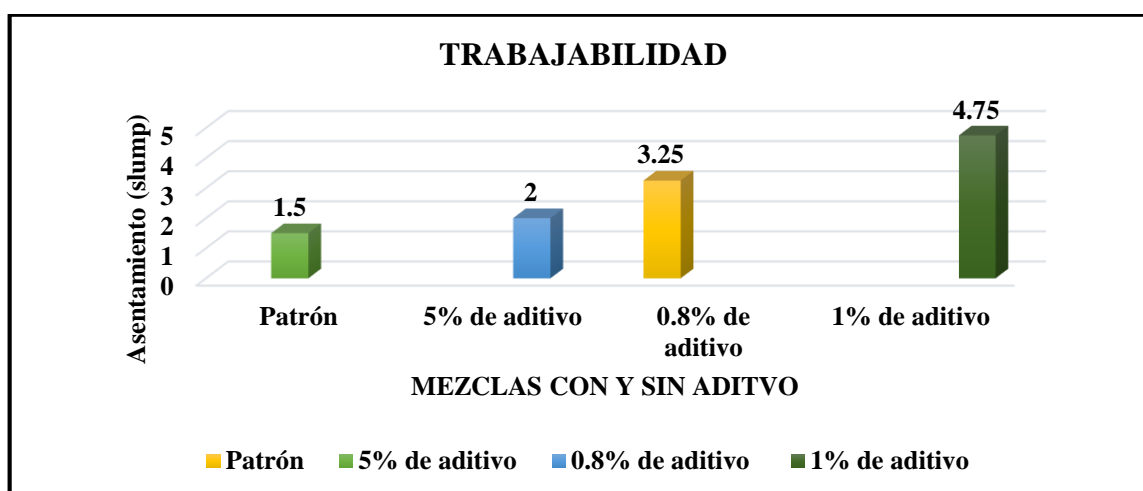


Figura 26: Resultados de trabajabilidad en función del contenido de aditivo.

Fuente: Elaboración propia.

Como puede observarse de los resultados presentados, existe una relación directa entre la resistencia a la compresión y la cantidad de aditivos colocados en la mezcla. Como se puede observar de estos datos, resaltando la mezcla con aditivo en 1.00% con asentamiento 4.75 pulg, teniendo una notable diferencia con la mezcla con aditivo 0.5%, 0.8% y patrón.

De los resultados presentados se observa que la trabajabilidad de las mezclas de concreto fue creciendo de manera directa con el contenido de aditivo Sika, llegando a quintuplicarse en el caso más favorable. De esto se concluye que la aplicación de los aditivos plastificantes ha sido ampliamente beneficiosa para este parámetro.

Costos de fabricación del concreto

Los costos de las mezclas de concreto son uno de los parámetros de más importancia ya que a menudo este es el material más empelados dentro de la industria de la construcción, por lo que usualmente se requieren de grandes volúmenes de este material. A continuación, se muestran los costos asociados a este material, dentro del presente trabajo de investigación.

Tabla 48. Costo diseño patrón

DISEÑO: PATRON				
Agua	218L			
DESCRIPCION	CANTIDAD	Precioxm3 (S/)	Parcial	TOTAL
Bolsas decemento	9	22.50	202.50	243.72
arena	0.503	32.00	16.09	
piedra	0.617	40.00	24.69	
agua	0.218	2.00	0.44	

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados presentados se observa que el costo de fabricación del concreto patrón por metro cubico fue 243. 72 nuevos soles.

Tabla 49. Costo diseño con aditivo 0.5%

DISEÑO: ADITIVO 0.5%				
Agua	187L			
DESCRIPCION	CANTIDAD	Precioxm3 (S/)	Parcial	TOTAL
Bolsas de cemento	8	22.50	182.25	247.02
Arena	0.531	32.00	16.99	
Piedra	0.648	40.00	25.91	
Agua	0.187	2.00	0.37	
Aditivo 0.5% kg	1.72	12.50	21.50	

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados presentados se observa que el costo de fabricación del concreto patrón por metro cubico fue 247. 02 nuevos soles.

Tabla 50. Costo diseño con aditivo 0.8%

DISEÑO: ADITIVO 0.8%				
Agua	187L			
DESCRIPCION	CANTIDAD	Precioxm3 (S/)	Parcial	TOTAL
Bolsas de cemento	8	22.50	182.25	259.98
Arena	0.530	32.00	16.97	
Piedra	0.647	40.00	25.88	
Agua	0.187	2.00	0.37	
Aditivo 0.8% kg	2.76	12.50	34.50	

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados presentados se observa que el costo de fabricación del concreto patrón por metro cubico fue 247. 02 nuevos soles.

Tabla 51. Costo diseño con aditivo 1.00%

DISEÑO: ADITIVO 1.00%				
Agua	187L			
DESCRIPCION	CANTIDAD	Precioxm3	Parcial	TOTAL
Bolsas decemento	8	22.50	182.25	268.55
Arena	0.530	32.00	16.95	
Piedra	0.646	40.00	25.86	
Agua	0.187	2.00	0.37	
Aditivo 1.00% kg	3.45	12.50	43.13	

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados presentados se observa que el costo de fabricación del concreto patrón por metro cubico fue 268. 55 nuevos soles.

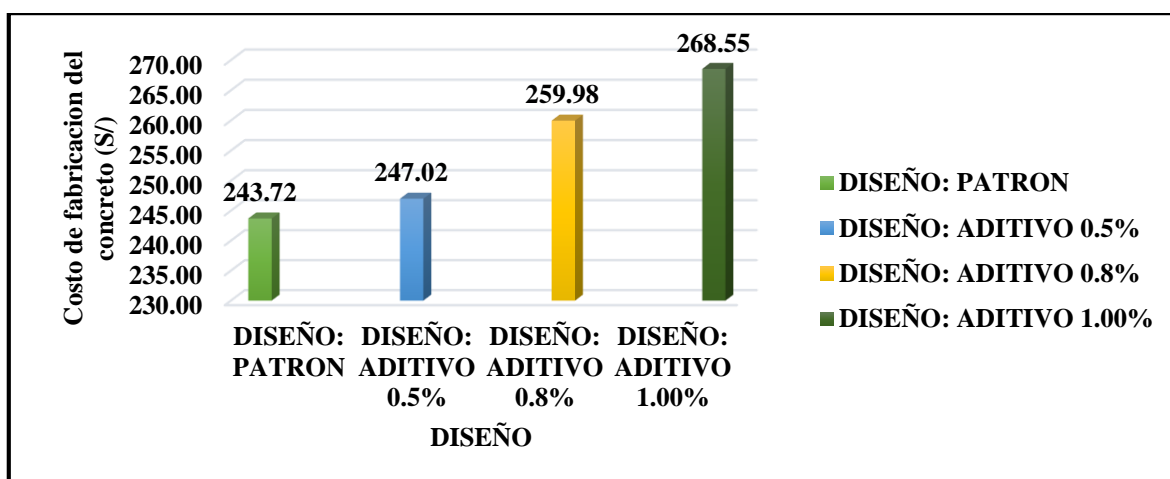


Figura 27. Efecto del contenido de aditivo en los costos de fabricación de mezclas de concreto.

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados presentados se observa costo de fabricación del concreto fue creciendo de manera directa con el contenido de aditivo 1.00% Sika plastiment HE-98, llegando a incrementar en un 10% quintuplicarse en el caso más favorable. De esto se concluye que la aplicación de los aditivos plastificantes ha sido ampliamente beneficiosa para este parámetro.

Análisis de interpretación de datos

Se ejecuto el análisis anova obteniendo los datos de la variable según en tipo de diseño mediante los resultados obtenido a los 7, 14 y 28 días usando como rango en múltiple turkey. Para obtener la diferencia estadística con los diseños en sus diferentes dosificaciones. Estos son los resultados en las siguientes tablas.

Tabla 52. Descripción de resistencia Anova

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
0	9	303,00	14,318	4,773	285,99	308,01	275	319
0.5%	9	306,78	29,038	9,679	241,46	286,10	239	303
0.8%	9	296,89	9,662	3,221	289,46	304,32	285	315
1.00%	9	282,00	12,010	4,003	272,77	291,23	269	303
Total	36	284,92	22,032	3,672	277,46	292,37	239	319

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla se observa el carácter estadístico del anova ($0.01 < p < 0.05$) con la significancia estadística en 0.01 siendo menor a 0.05 (grados libertad).

Tabla 53. Resistencia Anova

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	6702,306	3	2234,102	6,950	,001
Dentro de grupos	10286,444	32	321,451		
Total	16988,750	35			

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla interpretamos que el nivel de confianza a los 95% confiables así mismo las medias para cada diseño de mezcla, esto nos sirve el rango de 95% serán obtenidas de un probeta al azar para cada diseño

Tabla 54. Comparaciones resistencia múltiples

(I) DISEÑO	(J) DISEÑO	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0.0%	7	33,222	8,452	,002	10,32	56,12
	14	,111	8,452	1,000	-22,79	23,01
	28	15,000	8,452	,304	-7,90	37,90
0.5%	7	-33,222	8,452	,002	-56,12	-10,32
	14	-33,111	8,452	,002	-56,01	-10,21
	28	-18,222	8,452	,158	-41,12	4,68
0.8%	7	-,111	8,452	1,000	-23,01	22,79
	14	33,111	8,452	,002	10,21	56,01
	28	14,889	8,452	,310	-8,01	37,79
1%	7	-15,000	8,452	,304	-37,90	7,90
	14	18,222	8,452	,158	-4,68	41,12
	28	-14,889	8,452	,310	-37,79	8,01

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 55. Resistencia de la media por grupo

DISEÑO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
0	9	263,78	
8	9	282,00	282,00
5	9		296,89
0	9		297,00
Sig.		,158	,304

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de varianza obtenidos de los resultados resulta tener una varianza estadística regular, por lo tanto la diferencia estadística nos indica que a los 28 días tuvo mayor resistencia a la compresión según el rango múltiple turkey en dosificación de 0.5% del aditivo sika plastiment HE-98.

En la tabla de diseño de mezcla donde se utilizó el análisis de varianza Anova, realizado mediante el rango múltiple de turkey para dado como producto la diferencia estadística de diseños, por lo tanto, el nivel de significancia es 0.01 siempre menor al 0.05.

IV. Discusión

El objetivo general del presente trabajo de investigación consiste en evaluar el efecto que tiene el contenido de aditivo en la resistencia a la compresión. En este sentido los resultados del ensayo de resistencia a la compresión han mostrado claramente que el contenido de aditivo tiene un efecto positivo mínimo en la resistencia a la compresión, es decir, que cantidades crecientes de aditivo disminuyen la resistencia a la compresión en hasta un 20%. Estos resultados han resultado ser consistentes con los resultados obtenidos por otros autores, como Ponce (2016), Fernández (2017) y Sánchez (2017). Dentro de los citados trabajos de investigación se ha observado que la aplicación de aditivos tiene un efecto negativo a mayor dosificación en la resistencia a la compresión.

El primer objetivo específico presentado pretende establecer la relación que existe entre la trabajabilidad y el contenido de aditivo Sikaplastiment HE-98. Sobre este tema, de los resultados se ha podido establecer que la aplicación del aditivo bajo estudio logra una mejora sustancial de esta variable, logrando en algunos casos cuadruplicar la trabajabilidad.

El segundo objetivo específico propone establecer la relación existente entre contenido de aditivo y resistencia a la compresión. Los resultados encontrados han mostrado que, aunque la aplicación del aditivo logra mejoras notables en la trabajabilidad, su efecto en la resistencia a la compresión ha sido en realidad mínima, de hecho, se ha observado que contenidos de aditivo de hasta 1% logran una disminución considerable de la resistencia a la compresión. Estos resultados están de acuerdo con los obtenidos por Fernández (2017) y Sánchez (2017).

Finalmente, el tercer objetivo planteado pretende establecer que efecto tiene la adición de aditivo Sika plastiment HE-98 en los costos de preparación de mezclas de concreto. Los resultados obtenidos nos muestran que si hubo aumento en los costos de fabricación de mezclas de concreto. De acuerdo con los análisis realizados, estos son posible ya que las cantidades crecientes de aditivos superplastificante permiten obtener niveles de trabajabilidad elevados, sin necesidad de recurrir a mayores cantidades de agua, por lo que en la práctica se está eliminando una restricción de las mezclas tradicionales. Este hecho permite en algunas aplicaciones la reducción de las cantidades de agua involucradas, con una consiguiente reducción de la reducción agua cemento (a/c), lo que conlleva a un incremento sustancial de la resistencia a la compresión.

V. Conclusiones

General

Se concluye que la hipótesis general es aceptable ya que indica que al aditivo Sikaplastiment HE-98 aumentará la resistencia a la compresión del concreto. teniendo un efecto positivo en la trabajabilidad del concreto.

- En cuanto a la variable trabajabilidad, se ha encontrado que la aplicación del aditivo Sikament HE-98 logra mejoras sustanciales de la trabajabilidad al ser comparadas con el concreto patrón, es decir, aquel en el contenido de aditivo ha sido 0%. De acuerdo con esto, la aplicación de un 0.5% de aditivo ha logrado un incremento del 33% de la trabajabilidad, mientras que al agregar un 0.8% de aditivo se ha encontrado un incremento del 54% de la trabajabilidad. Finalmente, la incorporación de 1% de aditivo provoca un incremento del 200% en la trabajabilidad.
- La adición del aditivo sikaplastiment HE-98 con una dosificación de 0,5% aumenta la resistencia a compresión del concreto = 210 kg/cm² en un 10% mientras que la dosificación 0.8%, 4% disminuye la resistencia a la compresión del concreto en relación a la muestra del patrón.
- Con respecto al aumento del costo al adicionar el aditivo Sikaplastiment HE-98, si aumenta el costo, pero esto es justificable ya que sin la presencia de este no se alcanzaría la resistencia requerida, cabe resaltar que el mayor costo es el de la dosificación a 1% ya que lleva mayor porcentaje de aditivo respecto al peso del cemento.

VI. Recomendaciones

- Se recomienda el uso de los aditivos plastificantes Sika como un medio para la mejora de las propiedades del estado fresco de este material, tales como la trabajabilidad.
- Se recomienda usar adecuadamente el aditivo Sikaplastiment HE-98 si se desean evitar pérdidas de resistencia a la compresión, ya que como se ha observado, se pueden llegar a alcanzar pérdidas de hasta un 20% de la resistencia a la compresión.
- Se recomienda el uso de aditivo Sikaplastiment HE-98 para incrementar la trabajabilidad de las mezclas de concreto y así evitar problemas típicos de cangrejas en elementos estructurales, especialmente en los elementos delgados, tales como muros de ductilidad limitada, o columnas y vigas con una gran congestión de refuerzo.
- Es recomendable que se evalúe la adición del aditivo ya que al adicionar menor dosificación incrementa más la resistencia a la compresión.

Referencias

1. A.M.Neville y J.J. Brooks (1998). Tecnología del concreto. México. Editorial Trillas.
2. Abanto,F.(2002) Tecnología del Concreto. Editorial "San Marcos". Lima- Perú.
3. Alarcón, Edgar. Estudio comparativo de los aditivos superplastificantes utilizados en nuestro medio e influencia en las propiedades del concreto con cemento tipo I, V, IP. Tesis. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2005.
4. Alonso López, María. Comportamiento y compatibilidad de cementos y aditivos superplastificantes basados en policarboxilatos. Efectos de la naturaleza de los cementos y estructura de los aditivos. Tesis doctoral. España: Universidad Autónoma de Madrid, 2011. (fecha de consulta: 12 de junio del 2017)
5. American Concrete Institute. (2005). Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-05) y Comentario (ACI 318SR-05). Michigan: American Concrete Institute.
6. Ari Queque, Ismael. Estudio de las propiedades del concreto fresco y endurecido, de mediana a alta resistencia, con aditivo superplastificante y retardador de fraguado, con cemento portland tipo I. Tesis. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2002.
7. ASTM. (1999). ASTM C33/C33M Especificación estándar para los agregados de concreto. Estados Unidos: ASTM.
8. ASTM. (2007). ASTM C150 Especificación normalizada para Cemento Portland. Estados Unidos: ASTM Internacional.
9. Bornand, J. (2012). Evaluación del desempeño de aditivos impermeabilizantes por cristalización como agentes promotores de la durabilidad del hormigón confeccionado con cementos Portland Puzolánicos. Santiago de Chile, Chile: Universidad de Chile.
10. Cesar Flores Álvarez y Alexander David Blas Castro, “Influencia en la adición de microsílíce y superplastificante en las propiedades de un concreto de alta resistencia en la ciudad de Arequipa”, Arequipa-Perú, 2014.
11. Comité ACI 116 R. (1998). Terminología del cemento y el hormigón. Estados Unidos:
12. Edher Huicho Salvatierra, “Concreto de alta resistencia usando aditivo superplastificante, microsílíce, nanosílíce con cemento portland tipo I”, Lima-Perú 2011.

13. Enrique Pasquel Carbajal, Tópicos de Tecnología del Concreto; Impreso Lima, Perú 1999; Segunda edición.
14. Enrique Riva López, Concreto de Alta Resistencia; Fondo Editorial ICG; Segunda Edición 2012.
15. Enrique Riva López, Diseño de Mezclas; Fondo Editorial ICG; Primera Edición 2010.
16. Enrique Riva López, Fondo Editorial ICG; Segunda Edición 2010.
17. Flavio Abanto Castillo, Tecnología del Concreto; Editorial San Marcos; Primera Edición.
18. Gómez, J. (2008). Identificación y cuantificación de algunos factores en la permeabilidad de concretos y morteros. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
19. González, M. (2001). Aspectos éticos de la investigación cualitativa. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
20. Gutiérrez, L. (2003) El Concreto y otros Materiales para la Construcción 2ed. Colombia.
21. Hermida, G. (2014). Concreto Impermeable: Una mirada reciente. Lima: Sika Perú.
- Hurtado, A., & Domínguez, F. (2009). Probabilidad y estadística para ingeniería.
22. Hernández Preisler, César Augusto. Plastificantes Para El Hormigón. Tesis. Chile: Universidad Austral De Chile. (Fecha De Consulta: 23 De Junio De 2017)
23. Hernández Sampieri, Roberto; Fernández Collado, Carlos Y Baptista Lucio, Pilar. 2010. Metodología De La Investigación. México: Mc Braw Hill, 2010.
24. Huarcaya Garzón, Coldie. Comportamiento Del Asentamiento En El Concreto Usando Aditivo Polifuncional Sikament 290n Y Aditivo Súper Plastificante De Alto Desempeño Sika Viscoflow 20e. Tesis. Lima: Universidad Ricardo Palma, 2014.
25. Indecopi. N T P 334.088. Aditivos Químicos En Pasta, Morteros Y Hormigón (Concreto). Especificaciones. Lima: 2006.
26. Indecopi. N T P 339.034. Método De Ensayo Normalizado Para La Determinación De La Resistencia A La Compresión Del Concreto, En Muestras Cilíndricas. Lima: 2008.
27. Indecopi. N T P 339.035. Método De Ensayo Para La Medición Del Asentamiento Del Concreto De Cemento Portland. Lima: 2009.

28. Indecopi. N T P 339.036. Practica Normalizada Para Muestreo De Mezclas De Concreto Fresco. Lima: 2011.
29. Indecopi. N T P 339.077. Métodos De Ensayo Normalizado Para La Exudación Del Hormigón (Concreto). Lima, 2003.
30. Indecopi. N T P 339.082. Métodos De Ensayo Normalizado Para La Determinación Del Tiempo De Fraguado De Mezclas Por Medio De La Resistencia A La Penetración. Lima: 2011.
31. Indecopi. Ntp 339.088. Agua De Mezcla Utilizada En La Producción De Concreto De Cemento Portland. Requisitos. Lima, 2006.
32. Indecopi. Ntp 339.183. Mezclado, Muestreo Y Elaboración De Especímenes En Laboratorio. Lima, 2009.
33. Indecopi. Ntp 339.183. Práctica Normalizada Para El Curado De Especímenes De Hormigón (Concreto) En El Laboratorio. Lima, 2009.
34. Indecopi. Ntp 400.011. Definición Y Clasificación De Agregados
35. Indecopi. Ntp 400.012. Análisis Granulométrico Del Agregado Fino, Grueso Y Global. Lima, 2001.
36. Indecopi. Ntp 400.02. Método De Ensayo Normalizado Para Peso Específico Y Absorción Del Agregado Grueso. Lima, 2002.
37. Indecopi. Ntp 400.022. Método De Ensayo Normalizado Para Peso Específico Y Absorción Del Agregado Fino. Lima, 2002.
38. Indecopi. Ntp 400.043. Práctica Normalizada Para Reducir Las Muestras De Agregados A Tamaño De Ensayo. Lima, 2006.
39. Juan Carlos Reina Cardoza, “Influencia De La Tasa De Aditivo Superplastificante, En Las Propiedades Del Concreto De Alta Resistencia En Estado Fresco Y Endurecido”, El Salvador 2010.
40. Laura, S. (2006) Diseño De Mezclas De Concreto. Puno
41. Lezama, J. (1996) Tecnología Del Concreto. Unc, Facultad De Ingeniería. Cajamarca-Perú.
42. Mayta Rojas, Jhonathan Wilson. Influencia Del Aditivo Superplastificante En El Tiempo De Fraguado, Trabajabilidad Y Resistencia Mecánica Del Concreto, En La Ciudad De Huancayo. Huancayo: Universidad Nacional Del Centro Del Perú, 2014.
43. Nestor Eduardo León Brito, “Influencia De La Adición De Nano Sílice En El Hormigón Autocompactante”, Madrid-España 2012.

44. Norma Técnica Colombiana. (1998). NTC 4483. Ingeniería Civil y Arquitectura. Concretos. Método de ensayo para determinar la permeabilidad del concreto al agua.
45. Oliva, C. (2008). Influencia De Los Superplastificantes En La Trabajabilidad Y Resistencia De Hormigones Grado H-25 Y H-30. Valdivia- Chile.
46. Olivares, J. (2007). Estudio del Grado de Permeabilidad del Hormigón haciendo uso de aditivos y sin el uso de los mismos. Oruro, Bolivia: Universidad Técnica de Oruro.
47. Oquendo, E. (2013). Evaluación y Selección de Aditivos Impermeabilizantes para concreto con resistencia de 450kgf/cm². Miranda, Caracas, Venezuela: Universidad
48. Pasquel, E.C. (2011) Nuevas Tendencias En Edificaciones Urbanas E Industriales; Comportamiento De Los Materiales Y Sus Posibilidades Estructurales Upc Escuela De Postgrado.
49. Pasquel. Enrique. Tópicos De Tecnología Del Concreto 2^a Ed. Lima, Perú.
50. Riva, E. (2010). Concreto Tomo 2 Diseño De Mezclas. Lima: Editorial Icg.
51. Rivva, Enrique. Diseño De Mezclas. Lima: Capitulo Peruano Icg, 2010.
52. Rivva, Enrique. Naturaleza Y Materiales Del Concreto. 2^a Ed. Lima: Capitulo Peruano Aci, 2010.
53. Sánchez, D. (2004) Tecnología Del Concreto Y Del Mortero "Santafé De Bogotá D.C.- Colombia"
54. Schlumpf, J., Bicher, B., & Schwoon, O. (2012). Sika Concrete Handbook. Zurich: Sika Services AG.
55. Sika. (2014). Sika WT-100 Aditivo para hormigón impermeable. Buenos Aires: Sika.
56. Battelle. (2002). Towards a sustainable cement industry. World Business Council for Sustainable Development.
57. Bharatkumar, B. H., Narayanan, R., Raghuprasad, B. K., and Ramachandramurthy, D. S. (2001). Mix proportioning of high performance concrete. Cement and Concrete Composites, Vol. 23, 71–80.
58. Biel, T. D., and Lee, H. (1997). Performance study of portland cement concrete pavement joint sealants. Journal of Transportation Engineering, Vol. 123, No. 5, 398–404.
59. Bonavetti, V., Donza, H., Menendez, G., Cabrera, O., and Irassar, E. F. (2003). Limestone filler cement in low w/c concrete: A rational use of energy. Cement and Concrete Research, Vol. 33, 865–871.

60. Brooks, J. J., Johari, M. A. M., and Mazloom, M. (2000). Effect of admixtures on the setting times of high-strength concrete. *Cement and Concrete Composites*, Vol. 22, 293–301.
61. Buenfeld, N. R., and Okundi, E. (1998). Effect of cement content on transport in concrete. *Magazine of Concrete Research*, Vol. 50, No. 4, South Africa, 339–351.
62. Cable, J. K., Jaselskis, E. J., Walters, R. C., Li L., and Bauer, C. R. (2009). Stringless portland cement concrete paving. *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, Vol. 135, No. 11, 1253–1260.
63. Chang, P-K. (2004). An approach to optimizing mix design for properties of highperformance concrete. *Cement and Concrete Research*, Vol. 34, 623–629.
64. Chen, W. F., and Duan, L. (2000). *Bridge engineering handbook*. CRC Press. USA
65. Chengzhi Z., Aiqin W., Mingshu T., and Xiaoyu L. (1996). The filling role of pozzolanic material. *Cement and Concrete Research*, Vol. 26, No. 6, 943–947.
66. Collepardi, M., and Biagini, S. (1989). Effect of water/cement ratio, pozzolanic addition and curing time on chloride penetration into concrete. *ERMC*, 89.
67. Collins, F., and Sanjayan, J. G. (1999). Effects of ultra-fine materials on workability and strength of concrete containing alkali – activated slag as the binder. *Cement and Concrete Research*, Vol. 29, 459–462.

Anexos

Anexos: Matriz de consistencia

Anexo 1: Matriz de consistencia

Uso del aditivo Sika plastiment HE-98 para mejorar la resistencia a la compresión del concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ Lima, 2019

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Problema general:</p> <p>¿El uso del aditivo Sika plastiment HE-98 mejorará la resistencia a la compresión del concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Mejorar la resistencia a la compresión del concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ usando aditivo Sika plastiment HE-98.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>El uso del aditivo Sika plastiment HE-98 mejorará la resistencia a la compresión del concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$.</p>	<p>Variable independiente:</p> <p>Aditivo Sika plastiment HE-98</p>	<p>Aditivo Sika plastiment HE-98</p>	<p>Porcentaje: 0.5% 0.8% y 1% respecto al peso del cemento</p>	<p>Tipo de estudio: Cuantitativo</p> <p>Diseño de investigación: Experimental</p> <p>Población: Concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ sin aditivo y concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo respecto al peso del cemento</p> <p>Muestra: 36</p>
<p>Problemas específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿La adición del aditivo Sika plastiment HE-98 en proporciones de 0.5%; 0.8% y 1.0% mejorará la trabajabilidad del concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$? ¿La incorporación del Sika plastiment HE-98 en proporciones de 0.5%; 0.8% y 1.0% incrementará la resistencia a la compresión del concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$? ¿El uso del aditivo Sika plastiment HE-98 incrementará el costo de fabricación del concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$? 	<p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Mejorar la trabajabilidad del concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando aditivo Sika plastiment HE-98 en proporciones de 0.5%; 0.8% y 1.0%. Incrementar la resistencia a la compresión del concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando aditivo Sika plastiment HE-98 en proporciones de 0.5%; 0.8% y 1.0%. Incrementar el costo de fabricación del concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ usando aditivo Sika plastiment HE-98 en proporciones 0.5; 0.8; 1.0. 	<p>Hipótesis específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> La adición del aditivo Sika plastiment HE-98 en proporciones de 0.5%; 0.8% y 1.0% mejorará la trabajabilidad del concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ La incorporación del aditivo Sika plastiment HE-98 en proporciones de 0.5%; 0.8% y 1.0% incrementará la resistencia compresión del concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ El uso del aditivo Sika plastiment HE-98 incrementará el costo de fabricación del concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ 	<p>Variable dependiente:</p> <p>Resistencia a la compresión</p>	<p>Resistencia a la compresión</p>	<ul style="list-style-type: none"> Esfuerzo de compresión (Kg/cm^2) Relación A/C Relación: Altura/diámetro Edad: A los 7, 14, 28 días Slump(pulg) 	
				Trabajabilidad	<ul style="list-style-type: none"> Asentamiento Porcentaje de absorción Contenido de humedad 	
				Costos	<ul style="list-style-type: none"> Costo de fabricación 	

Fuente: Fuente propio

ANEXOS: Fichas técnicas

Anexo 10: Norma técnica peruana 400.037

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 400.037
8 de 20

TABLA 1 - Granulometría del agregado fino

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

NOTA 2: Concretos elaborados con agregado fino con deficiencias en los tamices 300 μm (N° 50) y 150 μm (N°100) algunas veces presentan dificultades en la trabajabilidad, bombeo o excesiva segregación. La deficiencia de finos puede ser subsanada con cemento adicional. Las adiciones minerales o aditivos.

6.2 El agregado fino no tendrá más de 45 % entre dos mallas consecutivas de las que se muestra en el apartado 5.1 y su módulo de finesa no será menor de 2,3 ni mayor de 3,1.

6.3 Se permitirá el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones especificadas, cuando existan estudios que aseguren que el material producirá concreto de la resistencia requerida a satisfacción de las partes.

6.4 En una cantera determinada el módulo de finesa base no debe variar en más de 0,20, siendo éste el valor típico de la cantera. La aprobación de un cambio en el módulo de finesa deberá ser a satisfacción de las partes.

NOTA 3: El módulo de finesa deberá ser determinado de ensayos previos, si no existieran éstos, se obtendrá del promedio de los módulos de finesa de las primeras diez muestras (o de todas las muestras precedentes si fueran menos de diez). La dosificación de una mezcla de concreto puede depender del módulo de finesa base. Por lo tanto cuando exista un módulo de finesa considerablemente diferente del utilizado inicialmente, se deberá realizar un ajuste en la dosificación.

Requisitos granulométricos del agregado fino NTP 400.037

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 400.037
13 de 20

TABLA 4 - Requisitos granulométricos del agregado grueso

Huso	Tamaño máximo nominal	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados												
		100 mm (4 pulg)	90 mm (3 1/2 pulg)	75 mm (3 pulg)	63 mm (2 1/2 pulg)	50 mm (2 pulg)	37,5 mm (1 1/2 pulg)	25,0 mm (1 pulg)	19,0 mm (3/4 pulg)	12,5 mm (1/2 pulg)	9,5 mm (3/8 pulg)	4,75 mm (No. 4)	2,36 mm (No. 6)	1,18 mm (No. 16)
1	90 mm a 37,5 mm (3 1/2 pulg a 1 1/2 pulg)	100	90 a 100	—	25 a 60	—	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	—	—
2	63 mm a 37,5 mm (2 1/2 pulg a 1 1/2 pulg)	—	—	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	—	—
3	50 mm a 25,0 mm (2 pulg a 1 pulg)	—	—	—	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	—
357	50 mm a 4,75 mm (2 pulg a No. 4)	—	—	—	100	95 a 100	—	35 a 70	—	10 a 30	—	0 a 5	—	—
4	37,5 mm a 19,0 mm (1 1/2 pulg a 3/4 pulg)	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	—	0 a 5	—	—	—
467	37,5 mm a 4,75 mm (1 1/2 pulg a No. 4)	—	—	—	—	100	95 a 100	—	35 a 70	—	10 a 30	0 a 5	—	—
5	25,0 mm a 12,5 mm (1 pulg a 1/2 pulg)	—	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 35	0 a 10	0 a 5	—	—	—
56	25,0 mm a 9,5 mm (1 pulg a 3/8 pulg)	—	—	—	—	—	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	—	—
57	25,0 mm a 4,75 mm (1 pulg a No. 4)	—	—	—	—	—	100	95 a 100	—	25 a 60	—	0 a 10	0 a 5	—
6	19,0 mm a 9,5 mm (3/4 pulg a 3/8 pulg)	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 35	0 a 15	0 a 5	—	—
67	19,0 mm a 4 mm (3/4 pulg a No. 4)	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	—	20 a 55	0 a 10	0 a 5	—
7	12,5 mm a 4,75 mm (1/2 pulg a No. 4)	—	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	—
8	9,5 mm a 2,36 mm (3/8 pulg a No. 6)	—	—	—	—	—	—	—	—	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5
89	12,5 mm a 9,5 mm (1/2 pulg a 3/8 pulg)	—	—	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10
9 ^A	4,75 mm a 1,18 mm (No. 4 a No. 16)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10

NOTA: Se permitirá el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones especificadas, siempre y cuando existan estudios calificados a satisfacción de las partes, que aseguren que el material producirá concreto de la calidad requerida.

© ASTM 2013 - © INDECOPI 2014 - Todos los derechos son reservados



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

Sika® Plastiment® HE-98

ADITIVO PLASTIFICANTE E IMPERMEABILIZANTE

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Es un aditivo plastificante e impermeabilizante libre de cloruros que produce en el concreto un aumento en su trabajabilidad logrando una reducción en la relación agua / cemento.

USOS

Plastiment® HE-98 es un aditivo de uso universal y su empleo es recomendable en todos los concretos de obras civiles, edificaciones, prefabricados y en general, en toda obra de concreto donde:

- Se exija un concreto de calidad.
- Se tenga que elaborar elementos esbeltos.
- Se requiera superficies en concreto caravista.
- Se necesite facilitar las labores de colocación.
- En todo tipo de obras hidráulicas (canales, presas, piscinas, cisternas, entre otros).

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

Mejora la trabajabilidad en el concreto fresco, facilitando las labores de colocación de éste.

- Permite reducir el agua de amasado en el concreto produciendo incrementos en las resistencias mecánicas.
- Aumento de la impermeabilidad.
- Disminución de las retracciones.
- No contiene cloruros.
- Colocación del concreto con una ligera vibración en los lugares con gran cuantía de acero o poco accesible.
- Rapidez en la colocación del concreto bombeado gracias a la mejora de su trabajabilidad (slump).

CERTIFICADOS / NORMAS

Plastiment® HE-98 cumple con la norma ASTM C 494 tipo A

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

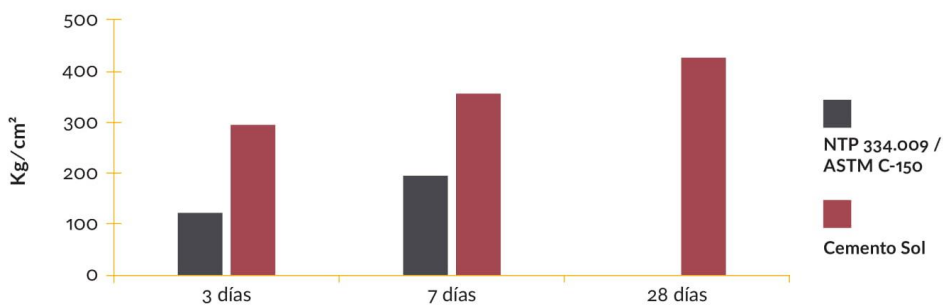
Base Química	Base de lignosulfonato modificado.
Empaques	<ul style="list-style-type: none">• Paquete de 4 envases PET x 4 Litros.• Cilindro x 200 Litros.• Dispenser x1000L
Apariencia / Color	Líquido / Pardo oscuro
Vida Útil	12 meses.
Condiciones de Almacenamiento	Se puede almacenar por 1 año en su envase original cerrado, sin deterioro si se mantiene en un lugar fresco y bajo techo
Densidad	1.17 ± 0.02 kg/L

INFORMACIÓN TÉCNICA

Anexo 13: Ficha técnica de cemento sol

Requisitos mecánicos

Comparación resistencias NTP 334.009 / ASTM C-150 vs. Cemento Sol



Propiedades físicas y químicas

Parámetro	Unidad	Cemento Sol Tipo I	Requisitos 334.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	6.62	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.08	Máximo 0.80
Superficie específica	cm ² /g	3361	Máximo 2600
Densidad	g/ml	3.12	No Especifica
Resistencia a la Compresión			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm ²	296	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm ²	357	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm ²	427	No especifica
Tiempo de Fraguado			
Fraguado Vicat inicial	min	127	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	305	Máximo 375
Composición Química			
MgO	%	2.93	Máximo 6.0
SO ₃	%	3.08	Máximo 3.5
Pérdida al fuego	%	2.25	Máximo 3.0
Residuo insoluble	%	0.68	Máximo 1.5
Fases Mineralógicas			
C ₂ S	%	13.15	No especifica
C ₃ S	%	53.60	No especifica
C ₃ A	%	9.66	No especifica
C ₄ AF	%	9.34	No especifica

Anexo 2: Ficha granulométrica de agregado fino ASTM C33

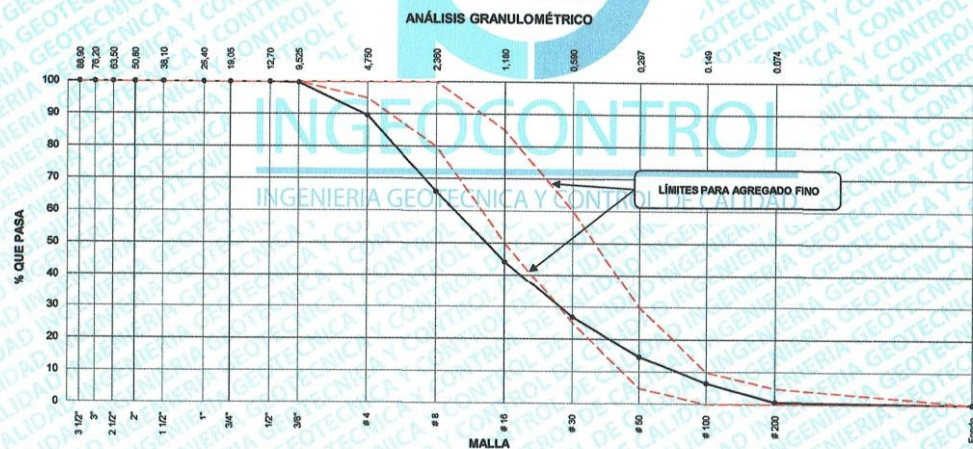
	FORMATO	Código	AE-FO-150
	ENSAYOS FÍSICOS EN AGREGADOS	Versión	01
		Fecha	07-08-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Uso del aditivo Sika plastiment HE-98 para mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Lima, 2019 **Registro N°:** IGC19-LEM-415-01
Solicitante : Karen Karina Cáceres Gonzales **Muestreado por :** R. Leyva
Código del Proyecto : --- **Ensayado por :** R. Leyva
Ubicación del Proyecto : Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL **Fecha de Ensayo:** 26/09/19
Material : Agregado fino (Arena gruesa) **Turno:** Diurno

Código de Muestra : ---
Lote : Cantera San Martín
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---

AGREGADO FINO ASTM C33 - ARENA GRUESA						
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	1.5	0.26	0.26	99.74	100.00
# 4	4.75 mm	58.9	10.12	10.38	89.62	95.00
# 8	2.36 mm	137.8	23.68	34.06	65.94	80.00
# 16	1.18 mm	128.7	21.77	55.83	44.17	50.00
# 30	0.60 mm	101.3	17.41	73.24	26.76	25.00
# 50	0.30 mm	70.4	12.10	85.34	14.66	5.00
# 100	0.15 mm	47.2	8.11	93.45	6.55	0.00
# 200	0.07 mm	34.8	5.98	99.43	0.57	0.00
Fondo	0.01 mm	3.3	0.57	100.00	0.00	0.00

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Especif. de Masa Seco (gr/cm ³)	2.643
P. Especif. de Masa SSS (gr/cm ³)	2.662
P. Especif. de Masa Aparente (gr/cm ³)	2.695
P. Unitario Compactado (kg/m ³)	1835
P. Unitario Suelto (kg/m ³)	1601
Humedad de absorción (%)	1.5
Tamaño Máximo	-
Tamaño Máximo Nominal	-
Módulo de Fineza	3.63
% < Malla N° 200 (0.75 µm)	4.29



INGEOCONTROL SAC		
REALIZADO POR	VERIFICADO POR	AUTORIZADO POR
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz B Lote11, Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta Etapa, San Martín de Porres
 Telf.: (01) 467-8957 Cel.: 924 513 299 930 267 190
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

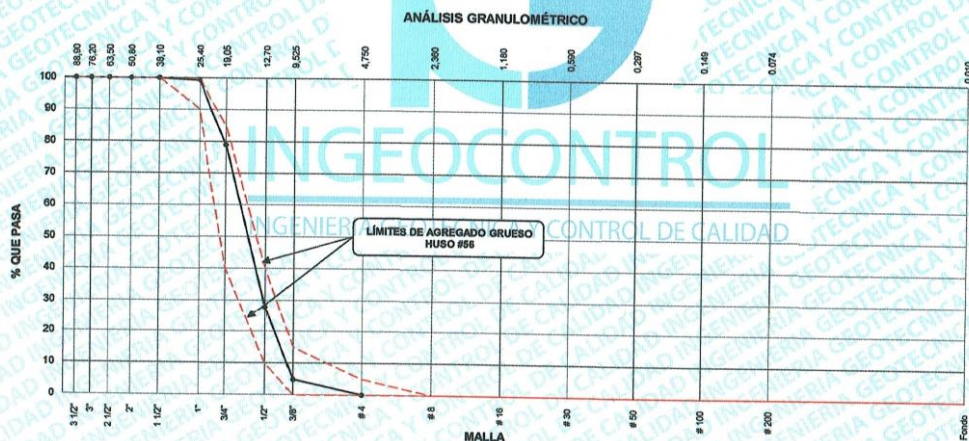
Anexo 3: Ficha granulométrica Agregado Grueso ASTM C33

	FORMATO		Código	AE-FO-100
	ENSAYOS FÍSICOS EN AGREGADOS		Versión	01
			Fecha	07-05-2018
			Página	1 de 1

Proyecto : Uso del aditivo Sika plastiment HE-98 para mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Lima, 2019 Solicitante : Karen Karina Cáceres Gonzales Código del Proyecto : --- Ubicación de Proyecto : Desarrollado en las instalaciones de INGENIOCONTROL Material : Agregado grueso Código de Muestra : --- Lote : Cantera San Martín N° de Muestra : --- Progresiva : ---	Registro N°: IGC19-LEM-415-02 Muestreado por : R. Leyva Ensayado por : R. Leyva Fecha de Ensayo: 26/09/19 Turno: Diurno
---	---

Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum. (%)	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	19	0.70	99.30	90.00	100.00
3/4"	19.05 mm	555	20.32	21.02	78.98	40.00
1/2"	12.70 mm	1398	51.12	72.13	27.87	10.00
3/8"	9.53 mm	630	23.07	95.20	4.80	0.00
# 4	4.75 mm	130	4.76	99.98	0.04	0.00
# 8	2.36 mm	1	0.04	100.00	0.00	0.00
# 16	1.18 mm		0.00	100.00	0.00	0.00
# 30	0.59 mm		0.00	100.00	0.00	0.00
# 50	0.30 mm		0.00	100.00	0.00	0.00
# 100	0.15 mm		0.00	100.00	0.00	0.00
# 200	0.07 mm		0.00	100.00	0.00	0.00
Fondo	0.01 mm	0	0.00	100.00	0.00	0.00

P. Especif. de Masa Seco (gr/cm^3)	2.626
P. Especif. de Masa SSS (gr/cm^3)	2.642
P. Especif. de Masa Aparente (gr/cm^3)	2.064
P. Unitario Compactado (kg/m^3)	1598
P. Unitario Suelto (kg/m^3)	1479
Humedad de absorción (%)	0.51
Tamaño Máximo	1 1/2"
Tamaño Máximo Nominal	1 "
Módulo de Fineza	7.16
% < Malla N° 200 (0.75 μm)	0.82



INGEOCONTROL SAC		
REALIZADO POR	VERIFICADO POR	AUTORIZADO POR
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jonny C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Anexo 3: Ficha de diseño de mezcla patrón ACI 211

	FORMATO		Código	AE-FO-93
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO		Versión	01
	REFERENCIA ACI 211		Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Uso del aditivo Sika plastiment HE-98 para mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Lima, 2019		REGISTRO N°:	IGC18-LEM-415-03
SOLICITANTE	: Karen Karina Cáceres Gonzales		REALIZADO POR :	R. Leiva
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	N. Sánchez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		FECHA DE VACIADO :	30/09/19
FECHA DE EMISIÓN	: 30/09/2019		TURNO :	Diurno
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino		F ^c de diseño:	210 kg/cm ²
Procedencia	: Cantera San Martín		Asentamiento:	3" - 4"
Cemento	: Cemento Sol tipo 1		Código de mezcla:	PATRON

- | | |
|---|--|
| 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
F ^{cr} = 294 | 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
Cemento = 384 kg |
| 2. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R a/c = 0.56 | 6. FACTOR CEMENTO
Bolsas x m ³ = 9.0 Bolsas |
| 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 215 L | 7. CÁLCULO DE ADITIVO
0.00 kg x m ³ = 0.0% / Cto |
| 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 1.5% | |

8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO
Cemento Sol tipo 1	3110 kg/m ³	0.1234 m ³					
Agua	1000 kg/m ³	0.2150 m ³					
Aire	---	0.0150 m ³					
Sika Plastiment HE-98	1170 kg/m ³	0.0000 m ³					
Agregado grueso	2628 kg/m ³	---	0.20%	0.51%	7.16	1479	1599
Agregado fino	2643 kg/m ³	---	1.50%	1.50%	3.53	1601	1835
Volumen de pasta		0.3534 m ³					
Volumen de agregados		0.6466 m ³					

- | | |
|--|--|
| 9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS
Agregado grueso 53.6% = 0.3466 m ³ = 911 kg
Agregado fino 46.4% = 0.3000 m ³ = 793 kg | 12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.030 m ³
Cemento Cemento tipo I 11.52 kg
Agua 6.53 L
Sika Plastiment HE-98 0.0 g = 0 mL
Agregado grueso 27.4 kg
Agregado fino 24.1 kg
Slump Obtenido 1 1/2" |
| 10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD
Agregado grueso 913 kg
Agregado fino 805 kg | 13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA
CEM A.F. A.G. ADIT. AGUA
1 : 2.0 : 2.4 : 0. : 24.1 L / bolsa |
| 11. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD
Agua 218 L | |

OBSERVACIONES:
 * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
 * Prohíbe la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM Nombre y firma: 	D:	JEFE LEM Nombre y firma: Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D:
	M:		M:
	A:		A:
		COC - LEM Nombre y firma: Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D:

Mz B Lote11, Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta Etapa, San Martín de Porres
 Telf.: (01) 467-8957 Cel.: 924 513 299 930 267 190
 www.ingocontrol.com / informes@ingocontrol.com

Anexo 4: Ficha de diseño mezcla con aditivo 0.5% ACI 211

 INGEOCONTROL <small>INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD</small>	FORMATO	Código	AE-FO-03
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO	Versión	01
	REFERENCIA ACI 211	Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

PROYECTO : Uso del aditivo Sika plastiment HE-98 para mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Lima, 2019 SOLICITANTE : Karen Karina Cáceres Gonzales CÓDIGO DE PROYECTO : --- UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de INGENIOCONTROL FECHA DE EMISIÓN : 30/09/2019	REGISTRO N°: IGC18-LEM-416-04 REALIZADO POR : R. Leiva REVISADO POR : N. Sánchez FECHA DE VACIADO : 30/09/19 TURNO : Diurno
--	--

Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino Procedencia : Cantera San Martín Cemento : Cemento Sol tipo 1	F_c de diseño: 210 kg/cm ² Asentamiento: 3" - 4" Código de mezcla: ADIT 0.5%
---	--




- | | |
|--|--|
| 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
$F'_{cr} = 294$ | 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
Cemento = 345 kg |
| 2. RELACIÓN AGUA CEMENTO
$R_{a/c} = 0.56$ | 6. FACTOR CEMENTO
Bolsas x m ³ = 8.1 Bolsas |
| 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 193 L | 7. CÁLCULO DE ADITIVO
$1.72 \text{ kg} \times \text{m}^3 = 0.5\% / \text{Cto}$ |
| 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 1.5% | |

8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS							
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO
Cemento Sol tipo 1	3110 kg/m ³	0.1109 m ³					
Agua	1000 kg/m ³	0.1930 m ³					
Aire	---	0.0150 m ³					
Sika Plastiment HE-98	1170 kg/m ³	0.0015 m ³					
Agregado grueso	2628 kg/m ³	---	0.04%	0.51%	7.16	1479	1599
Agregado fino	2643 kg/m ³	---	1.99%	0.70%	3.53	1601	1835
Volumen de pasta		0.3203 m ³					
Volumen de agregados		0.6797 m ³					

- | | |
|---|--|
| 9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS
Agregado grueso 53.6% = 0.3643 m ³ = 957 kg
Agregado fino 46.4% = 0.3154 m ³ = 834 kg | 12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.017 m ³
Cemento Cemento tipo I 5.86 kg
Agua 3.17 L
Sika Plastiment HE-98 29.3 g = 25 mL
Agregado grueso 16.3 kg
Agregado fino 14.5 kg
Slump Obtenido 2" |
| 10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD
Agregado grueso 958 kg
Agregado fino 850 kg | 13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA
CEM A.F. A.G. ADIT AGUA
1 : 2.3 : 2.82 : 0.2 : 23.0 L / bolsa |

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGENIOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma: 	M:	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	M:
	A:		A:
		Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D:
			M:
			A:

Mz B Lote11, Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta Etapa, San Martín de Porres
 Telf.: (01) 467-8957 Cel.: 924 513 299 930 267 190
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

Anexo 5: Ficha Técnica de diseño mezcla con aditivo 0.8% ACI 211

 <p>INGEOCONTROL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD</p>	FORMATO	Código	AE-FO-03	
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO REFERENCIA ACI 211	Versión	01	
		Fecha	30-04-2018	
		Página	1 de 1	
PROYECTO	: Uso del aditivo Sika plastiment HE-98 para mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Lima, 2019		REGISTRO N°:	IGC18-LEM-418-05
SOLICITANTE	: Karen Karina Cáceres Gonzales		REALIZADO POR :	R. Leiva
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	N. Sánchez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGENEOCONTROL		FECHA DE VACIADO :	30/09/19
FECHA DE EMISIÓN	: 30/09/2019		TURNO :	Diurno
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino		F_c de diseño:	210 kg/cm ²
Procedencia	: Cartera San Martín		Asentamiento:	3" - 4"
Cemento	: Cemento Sol tipo 1		Código de mezcla:	ADIT 0.8%

- | | |
|---|---|
| <p>1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
$F'_{cr} = 294$</p> <p>2. RELACIÓN AGUA CEMENTO
$R_{a/c} = 0.56$</p> <p>3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 193 L</p> <p>4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 1.5%</p> | <p>5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
Cemento = 345 kg</p> <p>6. FACTOR CEMENTO
Bolsas x m³ = 8.1 Bolsas</p> <p>7. CÁLCULO DE ADITIVO
$2.76 \text{ kg} \times \text{m}^3 = 0.8\% / \text{Cto}$</p> |
|---|---|

8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO
Cemento Sol tipo 1	3110 kg/m ³	0.1108 m ³					
Agua	1000 kg/m ³	0.1930 m ³					
Aire	---	0.0150 m ³					
Sika Plastiment HE-98	1170 kg/m ³	0.0024 m ³					
Agregado grueso	2628 kg/m ³	---	0.04%	0.51%	7.16	1479	1599
Agregado fino	2643 kg/m ³	---	1.99%	0.70%	3.53	1601	1835
Volumen de pasta		0.3212 m ³					
Volumen de agregados		0.6788 m ³					

- | | |
|--|--|
| <p>9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS</p> <p>Agregado grueso 53.0% = 0.3639 m³ = 956 kg</p> <p>Agregado fino 46.4% = 0.3150 m³ = 832 kg</p> <p>10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD</p> <p>Agregado grueso 957 kg</p> <p>Agregado fino 849 kg</p> <p>11. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD</p> <p>Agua 187 L</p> | <p>12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.017 m³</p> <p>Cemento Cemento tipo I 5.86 kg</p> <p>Agua 3.17 L</p> <p>Sika Plastiment HE-98 46.9 g = 40 mL</p> <p>Agregado grueso 16.3 kg</p> <p>Agregado fino 14.4 kg</p> <p>Slump Obtenido 3 1/4"</p> <p>13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA</p> <p>CEM A.F. A.G. ADIT AGUA</p> <p>1 : 2.3 : 2.82 : 0.3 : 23.0 L / bolsa</p> |
|--|--|

OBSERVACIONES:

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGENEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

Mz B Lote11, Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta Etapa, San Martín de Porres
 Telf.: (01) 467-8957 Cel.: 924 513 299 930 267 190
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

Anexo 6: Ficha Técnica de diseño mezcla con aditivo 1.0% ACI 211

 <p style="font-size: small;">INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD</p>	FORMATO	Código	AE-FO-03
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO	Versión	01
	REFERENCIA ACI 211	Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

PROYECTO : Uso del aditivo Sika plastiment HE-98 para mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Lima, 2019 SOLICITANTE : Karen Karina Cáceres Gonzales CÓDIGO DE PROYECTO : --- UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL FECHA DE EMISIÓN : 30/09/2019	REGISTRO N° : IGC18-LEM-416-06 REALIZADO POR : R. Leiva REVISADO POR : N. Sánchez FECHA DE VACIADO : 30/09/19 TURNO : Diurno
Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino Procedencia : Cantera San Martín Cemento : Cemento Sol tipo 1	F_c de diseño : 210 kg/cm ² Asentamiento : 3" - 4" Código de mezcla : ADIT 1.0%

- | | |
|--|---|
| <p>1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
F_{cr} = 294</p> <p>2. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R_{a/c} = 0.56</p> <p>3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 193 L</p> <p>4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 1.5%</p> | <p>5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
Cemento = 345 kg</p> <p>6. FACTOR CEMENTO
Bolsas x m³ = 8.1 Bolsas</p> <p>7. CÁLCULO DE ADITIVO
3.45 kg x m³ = 1.0% / Cto</p> |
|--|---|

8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO
Cemento Sol tipo I	3110 kg/m ³	0.1108 m ³					
Agua	1000 kg/m ³	0.1930 m ³					
Aire	---	0.0150 m ³					
Sika Plastiment HE-98	1170 kg/m ³	0.0029 m ³					
Agregado grueso	2628 kg/m ³	---	0.04%	0.51%	7.16	1479	1599
Agregado fino	2643 kg/m ³	---	1.99%	0.70%	3.53	1601	1835
Volumen de pasta		0.3218 m ³					
Volumen de agregados		0.6782 m ³					

- | | |
|---|--|
| <p>9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS</p> <p>Agregado grueso 53.6% = 0.3635 m³ = 955 kg</p> <p>Agregado fino 46.4% = 0.3147 m³ = 832 kg</p> <p>10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD</p> <p>Agregado grueso 956 kg</p> <p>Agregado fino 848 kg</p> <p>11. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD</p> <p>Agua 187 L</p> | <p>12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.017 m³</p> <p>Cemento Cemento tipo I 5.86 kg</p> <p>Agua 3.17 L</p> <p>Sika Plastiment HE-98 58.6 g = 50 mL</p> <p>Agregado grueso 16.2 kg</p> <p>Agregado fino 14.4 kg</p> <p>Slump Obtenido 4 3/4"</p> <p>13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA</p> <p>CEM A.F. A.G. ADIT AGUA</p> <p>1 : 2.3 : 2.81 : 0.4 : 23.0 L / bolsa</p> |
|---|--|


OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma: 	M:	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	M:
	A:	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Mz B Lote11, Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta Etapa, San Martín de Porres
 Telf.: (01) 467-8957 Cel.: 924 513 299 930 267 190
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

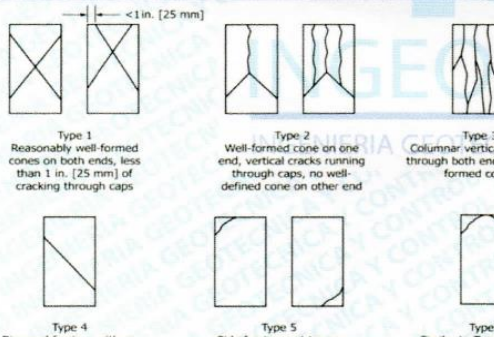
Anexo 7: Ficha Técnica de resistencia a la compresión de concreto endurecido a los 7 días ASTM C39

	FORMATO	Código	AE-FO-101
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

PROYECTO	: Uso del aditivo Sika plastiment HE-98 para mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Lima, 2019	REGISTRO N°: IGC18-LEM-415-07
SOLICITANTE	: Karen Karina Cáceres Gonzales	REALIZADO POR : R. Leiva
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR : J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL	FECHA DE ENSAYO : 07/10/19
FECHA DE EMISIÓN	: 08/10/2019	TURNO : Diurno
Tipo de muestra : Concreto endurecido		
Presentación : Especímenes cilíndricos 6" x 12"		
F _c de diseño : 210 kg/cm ²		

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F _c
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/19	07/10/19	7 días	1.99	202 kg/cm ²	96.2
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/19	07/10/19	7 días	1.98	205 kg/cm ²	97.4
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/19	07/10/19	7 días	1.99	205 kg/cm ²	97.6
PROBETA N° 01 DISEÑO 0.5% ADITIVO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/19	07/10/19	7 días	1.99	286 kg/cm ²	136.2
PROBETA N° 02 DISEÑO 0.5% ADITIVO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/19	07/10/19	7 días	1.99	292 kg/cm ²	138.9
PROBETA N° 03 DISEÑO 0.5% ADITIVO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/19	07/10/19	7 días	2.00	292 kg/cm ²	139.3
PROBETA N° 01 DISEÑO 0.8% ADITIVO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/19	07/10/19	7 días	1.99	303 kg/cm ²	144.2
PROBETA N° 02 DISEÑO 0.8% ADITIVO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/19	07/10/19	7 días	1.98	295 kg/cm ²	140.5
PROBETA N° 03 DISEÑO 0.8% ADITIVO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/19	07/10/19	7 días	1.97	294 kg/cm ²	140.2
PROBETA N° 01 DISEÑO 1.0% ADITIVO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/19	07/10/19	7 días	1.99	303 kg/cm ²	144.2
PROBETA N° 02 DISEÑO 1.0% ADITIVO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/19	07/10/19	7 días	1.99	301 kg/cm ²	143.5
PROBETA N° 03 DISEÑO 1.0% ADITIVO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/19	07/10/19	7 días	1.99	303 kg/cm ²	144.0



Type 1
Reasonably well-formed cones on both ends, less than 1 in. (25 mm) of cracking through caps

Type 2
Well-formed cone on one end, vertical cracks running through caps, no well-defined cone on other end

Type 3
Columnar vertical cracking through both ends, no well-formed cones

Type 4
Diagonal fracture with no cracking through ends; tap with hammer to distinguish from Type 1

Type 5
Side fractures at top or bottom (occur commonly with unbonded caps)

Type 6
Similar to Type 5 but end of cylinder is pointed

Coefficient of Variation*	Acceptable Range** of Individual Cylinder Strengths	
	2 cylinders	3 cylinders
150 by 300 mm [6 by 12 in.] Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %
Field conditions	2.9 %	7.8 %
100 by 200 mm [4 by 8 in.] Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %
		10.6 %

Fuente: ASTM C39

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma: 	M:	Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	M:
	A:	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		CCC - LEM	

Anexo 8: Ficha Técnica de resistencia a la compresión de concreto endurecido a los 14 días ASTM C39

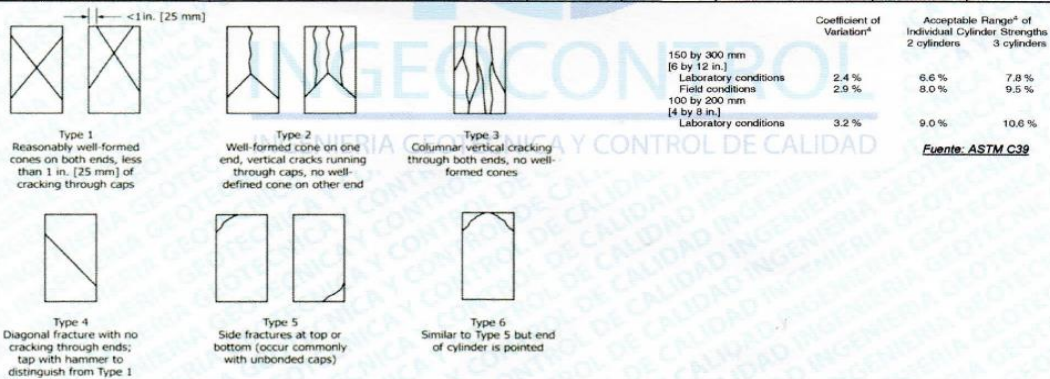
	FORMATO	Código	AE-FO-101
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

PROYECTO : Uso del aditivo Sika plastiment HE-98 para mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Lima, 2019 SOLICITANTE : Karen Karina Cáceres Gonzales CÓDIGO DE PROYECTO : --- UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL FECHA DE EMISIÓN : 28/10/2019	REGISTRO N° : IGC18-LEM-415-08 REALIZADO POR : R. Leiva REVISADO POR : J. Gutiérrez FECHA DE ENSAYO : 14/10/19 TURNO : Diurno
--	--

Tipo de muestra : Concreto endurecido Presentación : Especímenes cilíndricos 6" x 12" Fc de diseño : 210 kg/cm2	
--	--

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% Fc
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/19	14/10/19	14 días	1.96	267 kg/cm2	126.9
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/19	14/10/19	14 días	1.97	266 kg/cm2	126.7
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/19	14/10/19	14 días	1.96	264 kg/cm2	125.5
PROBETA N° 01 DISEÑO 0.5% ADITIVO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/19	14/10/19	14 días	1.98	296 kg/cm2	140.8
PROBETA N° 02 DISEÑO 0.5% ADITIVO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/19	14/10/19	14 días	1.97	302 kg/cm2	143.6
PROBETA N° 03 DISEÑO 0.5% ADITIVO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/19	14/10/19	14 días	1.97	285 kg/cm2	135.5
PROBETA N° 01 DISEÑO 0.8% ADITIVO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/19	14/10/19	14 días	1.95	273 kg/cm2	130.1
PROBETA N° 02 DISEÑO 0.8% ADITIVO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/19	14/10/19	14 días	1.97	276 kg/cm2	131.5
PROBETA N° 03 DISEÑO 0.8% ADITIVO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/19	14/10/19	14 días	1.97	269 kg/cm2	127.9
PROBETA N° 01 DISEÑO 1.0% ADITIVO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/19	14/10/19	14 días	1.98	239 kg/cm2	113.7
PROBETA N° 02 DISEÑO 1.0% ADITIVO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/19	14/10/19	14 días	1.97	246 kg/cm2	117.2
PROBETA N° 03 DISEÑO 1.0% ADITIVO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/19	14/10/19	14 días	1.97	244 kg/cm2	116.4




OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA TÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL	

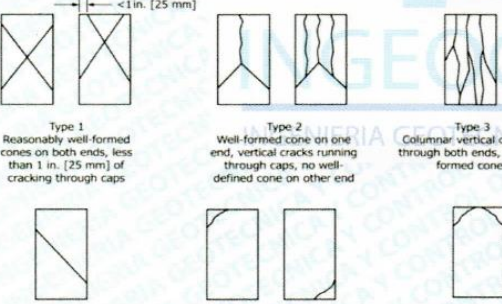
Anexo 9: Ficha Técnica de resistencia a la compresión de concreto endurecido a los 28 días ASTM C39

	FORMATO	Código	AE-FO-101
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

PROYECTO : Uso del aditivo Sika plastiment HE-98 para mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Lima, 2019 SOLICITANTE : Karen Karina Cáceres Gonzales CÓDIGO DE PROYECTO : --- UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL FECHA DE EMISIÓN : 28/10/2019	REGISTRO N° : IGC18-LEM-415-09 REALIZADO POR : R. Leiva REVISADO POR : J. Gutiérrez FECHA DE ENSAYO : 28/10/19 TURNO : Diurno
Tipo de muestra : Concreto endurecido Presentación : Especímenes cilíndricos 6" x 12" F'c de diseño : 210 kg/cm ²	

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F'c
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/19	28/10/19	28 días	1.97	284 kg/cm ²	135.2
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/19	28/10/19	28 días	1.99	286 kg/cm ²	136.4
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/19	28/10/19	28 días	1.97	281 kg/cm ²	133.9
PROBETA N° 01 DISEÑO 0.5% ADITIVO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/19	28/10/19	28 días	1.97	298 kg/cm ²	142.0
PROBETA N° 02 DISEÑO 0.5% ADITIVO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/19	28/10/19	28 días	1.99	315 kg/cm ²	150.1
PROBETA N° 03 DISEÑO 0.5% ADITIVO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/19	28/10/19	28 días	1.96	306 kg/cm ²	145.7
PROBETA N° 01 DISEÑO 0.8% ADITIVO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/19	28/10/19	28 días	1.98	275 kg/cm ²	131.0
PROBETA N° 02 DISEÑO 0.8% ADITIVO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/19	28/10/19	28 días	1.97	275 kg/cm ²	131.0
PROBETA N° 03 DISEÑO 0.8% ADITIVO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/19	28/10/19	28 días	1.96	278 kg/cm ²	132.4
PROBETA N° 01 DISEÑO 1.0% ADITIVO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/19	28/10/19	28 días	2.02	245 kg/cm ²	116.7
PROBETA N° 02 DISEÑO 1.0% ADITIVO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/19	28/10/19	28 días	1.97	249 kg/cm ²	118.5
PROBETA N° 03 DISEÑO 1.0% ADITIVO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/19	28/10/19	28 días	1.97	244 kg/cm ²	116.4



Type 1: Reasonably well-formed cones on both ends, less than 1 in. [25 mm] of cracking through caps

Type 2: Well-formed cone on one end, vertical cracks running through caps, no well-defined cone on other end

Type 3: Columnar vertical cracking through both ends, no well-formed cones

Type 4: Diagonal fracture with no cracking through ends; tap with hammer to distinguish from Type 1

Type 5: Side fractures at top or bottom (occur commonly with unbonded caps)

Type 6: Similar to Type 5 but end of cylinder is pointed

Coefficient of Variation^a

150 by 300 mm [6 by 12 in.] Laboratory conditions	2.4 %	Acceptable Range ^b of Individual Cylinder Strengths	
Field conditions	2.9 %	2 cylinders	3 cylinders
100 by 200 mm [4 by 8 in.] Laboratory conditions	3.2 %	6.6 %	7.8 %
		8.0 %	9.5 %
		9.0 %	10.6 %

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma: 	M:	Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	M:
	A:	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

**ANEXOS: Certificado de calibración de
instrumento de medición**

Certificado de calibración de instrumento VERNIER



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 035 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	800-2019	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	INGECONTROL S.A.C.	
3. Dirección	MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Instrumento de Medición	VERNIER (PIE DE REY)	
Alcance de indicación	0 mm a 150 mm / 0 pulg. a 6 pulg.	
División de Escala / Resolución	0.01 mm / 0.0005 pulg.	
Marca	UBERMAN	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA (*)	
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	NO INDICA	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Tipo de indicación	DIGITAL	
5. Fecha de Calibración	2019-02-13	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2019-02-15

Jefe del Laboratorio de Metrología


MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 - Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 035 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por comparación entre bloques patrones calibrados y la indicación del instrumento a calibrar tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI. Segunda Edición.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

8. Condiciones Ambientales

	mínima	máxima
Temperatura	22.3 °C	22.6 °C
Humedad Relativa	61 %	68 %



9. Patrones de Referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL	BLOQUES PATRON DE LONGITUD MARCA: INSIZE	LLA-C-070-2018

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- (*) Serie grabada en el instrumento.
- El instrumento presenta errores menores a los errores máximos permisibles.

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe , Web: www.perutest.com.pe

Certificado de calibración de instrumento VERNIER



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 035 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

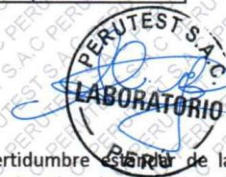
VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL PIE DE REY			MAXIMO ERROR ENCONTRADO ($\pm \mu\text{m}$)	ERRORES MAXIMOS PERMITIDOS ($\pm \mu\text{m}$)
	EXTERIOR (mm)	INTERIOR (mm)	PROFUNDIDAD (mm)		
10.000	10.000	10.000	10.000	0	20
20.000	20.004	20.003	20.000	4	20
40.000	40.002	40.000	40.000	2	20
80.000	80.002	80.003	80.000	3	20
100.000	100.002	100.000	100.002	2	20
150.000	150.002	150.000	150.000	2	20

INCERTIDUMBRE DE MEDICION : $1.5 \mu\text{m}$; para $k=2$

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Rocá Nro. 4320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 - Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

Certificado de calibración de instrumento balanza electrónica



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 092 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	800-2019
2. Solicitante	INGEOCONTROL S.A.C.
3. Dirección	MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	3000 g
División de escala (d)	0.1 g
Div. de verificación (e)	1.0 g
Clase de exactitud	II
Marca	OHAUS
Modelo	SE3001F
Número de Serie	8346750775
Capacidad mínima	2.0 g
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2019-02-13

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2019-02-15

Jefe del Laboratorio de Metrología


MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 092 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM- INACAL

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.6	21.6
Humedad Relativa	56%	56%

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	PESAS DE 5 kg (Clase de Exactitud: M2)	SAT - LM - 0414 - 2018
Patrones de referencia	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	METROIL M-0842-2018

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
 E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 092 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	21.5 °C	21.6 °C

Medición N°	Carga L1 = 1,500 g			Carga L2 = 3,000 g			
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	1500.0	50	0	3000.0	50	0	
2	1500.0	60	-10	3000.0	40	10	
3	1500.0	60	-10	3000.0	40	10	
4	1500.0	50	0	3000.1	80	70	
5	1500.0	20	30	3000.0	60	-10	
6	1500.0	60	-10	3000.0	50	0	
7	1500.1	80	70	3000.0	60	-10	
8	1500.0	60	-10	3000.0	50	0	
9	1500.0	50	0	3000.0	30	20	
10	1500.0	20	30	3000.0	50	0	
Diferencia Máxima			80	Diferencia Máxima			80
Error Máximo Permissible			1,000.0	Error Máximo Permissible			1,000.0

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	21.6 °C	21.8 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec					
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1		1.0	50	0	1000.0	1000.0	4	46	46	
2		1.0	50	0	1000.0	1000.0	60	-10	-10	
3	1.0	1.0	40	10	1000.0	1000.0	50	0	-10	
4		1.0	50	0	1000.0	1000.0	50	0	0	
5		1.0	50	0	999.9	999.9	-30	-80	-80	
					Error máximo permisible					1,000.0

* Valor entre 0 y 10e

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 092 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	21.7 °C	21.8 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p** (± mg)
	f (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1.0	1.0	40	10						
2.0	2.0	60	-10	-20	2.0	50	0	-10	1,000
10.0	10.0	40	10	0	10.0	50	0	-10	1,000
100.0	100.0	50	0	-10	100.0	60	-10	-20	1,000
500.0	500.0	50	0	-10	500.0	60	-10	-20	1,000
800.0	800.0	60	-10	-20	800.0	60	-10	-20	1,000
1000.0	1000.0	50	0	-10	1000.0	50	0	-10	1,000
1500.0	1500.0	50	0	-10	1499.9	50	-100	-110	1,000
2000.0	2000.1	60	90	80	1999.9	4	-54	-64	1,000
2500.0	2500.1	80	70	60	2499.9	20	-70	-80	1,000
3000.0	3000.1	70	80	70	3000.1	80	70	60	1,000

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
f: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.004094 \text{ g}^2 + 0.00000000135 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000219 \text{ R}$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 - Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

Certificado de calibración equipo: Máquina de compresión axial electrónica - hidráulica



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CMC-106-2019**

Peticionario : INGEOCONTROL SAC
 Atención : INGEOCONTROL SAC
 Lugar de calibración : Calle 16. Mz. B lote 11 Urb. Ampliación los Portales de Chavin 4° Etapa - SMP.
 Tipo de equipo : Máquina de Compresión Axial Eléctro-hidráulica
 Capacidad del equipo : 1,112 kN (250,000 lbf. ó 113 TN)
 División de escala : 0.1 kN
 Marca : ELE - INTERNATIONAL
 Modelo : No Indica.
 N° de serie del equipo : PC 001 Código : LC-001
 Lector digital : ADR TOUCH ELE-INTERNATIONAL
 N° de serie lector digital : 1887-1-00082
 Procedencia : USA
 Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing Machines"
 Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 19,6°C / 64%
 Temp.(°C) y H.R.(%) final : 19,7°C / 64%
 Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8294, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18, certificado de calibración reporte N° C-8294(ASRET)K0518
 Número de páginas : 2
 Fecha de calibración : 2019-10-25

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
 El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2019-10-28	 Vladimir Tello Torre TÉCNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

CMC-106-2019

Página 1 de 2

Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kN)	1° ascenso (kN)	2° ascenso (kN)	3° ascenso (kN)			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
9	100	99,98	101,13	100,20	100,40	-0,4	0,1
18	200	199,31	199,68	200,90	200,00	0,0	0,1
27	300	301,78	302,02	301,85	301,90	-0,6	0,1
36	400	401,75	401,02	400,62	401,10	-0,3	0,1
45	500	501,43	503,39	501,85	502,20	-0,4	0,1
54	600	604,82	602,78	604,07	603,90	-0,6	0,1
63	700	704,63	702,39	705,95	704,30	-0,6	0,1
72	800	805,46	800,30	805,27	803,70	-0,5	0,1
81	900	896,50	894,15	898,70	896,50	0,4	0,1

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario esta obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado.



ANEXOS: Panel fotográfico

Proceso

Medición del peso del recipiente J-5: 181.9 gr.; medición del peso húmedo más el peso del recipiente: 824.2 gr (del cuarteo)



Figura 28. Medición del peso del recipiente.
Fuente: Archivo Propio.

Medición del peso seco más el peso de recipiente (lavado), resultado: 764.6 gr., igual llevado al horno $T=110^{\circ}$. Medición de peso húmedo: Cada uno se le agrego agregado fino como mínimo de 500 gr y tanto para peso específico y saturado según reglamento de EMS.



Figura 29. Medición del recipiente en seco y en húmedo
Fuente: Archivo propio.

Presentación del orden del tamizado para agregado fino: 3/8; 4; 8; 16; 30; 50; 100; 200; fondo.



Figura 30: Jerarquización de los tamices en orden decreciente
Fuente: Archivo propio

Procesamiento con el tamizado con caída libre



Figura 31. Tamizado con caída libre
Fuente: Archivo propio

Medición realizada de la cantidad de agregado que fue retenido en el proceso del tamizado mediante la utilización de una bandeja de 394,3 gramos. En el caso del tamiz N°3/8 retuvo 1,5 gramos, en el caso del tamiz N°4 retuvo 58,9 gramos, en el caso del tamiz N°8 retuvo 137,8 gramos.



Figura 32. Cantidad de agregado retenido por el tamiz 3/8, 4, 8 respectivamente
Fuente: Archivo propio

En el caso del tamiz N°16 retuvo 126,7 gramos, en el caso del tamiz N°30 retuvo 101,3 gramos, en el caso del tamiz N°50 retuvo 70,4 gramos.

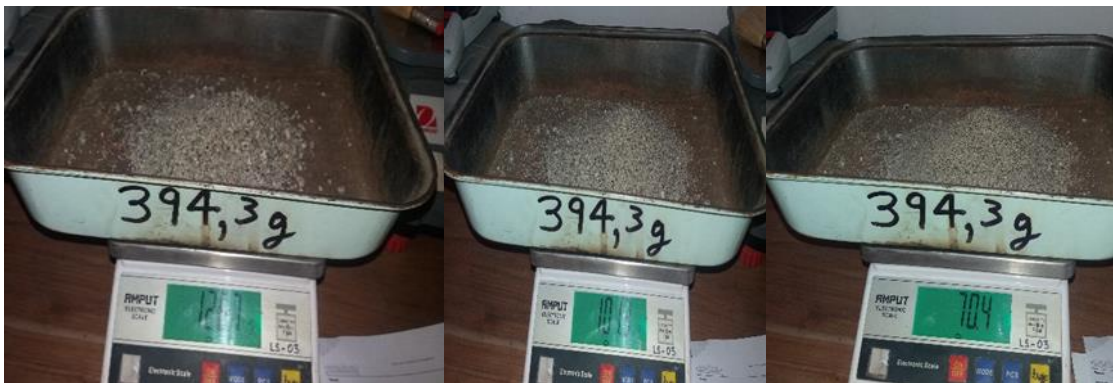


Figura 33: Cantidad de agregado retenido por el tamiz 16, 30, 50 respectivamente
Fuente: Archivo propio

En el caso del tamiz N°100 retuvo 47,2 gramos, en el caso del tamiz N°200 retuvo 34,8 gramos, finalmente en el caso del fondo retuvo 33 gramos.



Figura 34. Cantidad de agregado retenido por el tamiz 100, 200 y fondo respectivamente
Fuente: Archivo propio

Granulometría de agregado grueso, proceso de cuarteo: su finalidad es la obtención de muestras representativas, el peso del recipiente I-4: 395.1 gr.



Figura 35. Granulometría de agregado seco
Fuente: Archivo propio

El peso del recipiente con agregado grueso I-4: 3128 gr. La cantidad mínima es de 1500 gr por norma.



Figura 36. Granulometría del agregado grueso
Fuente: Archivo propio



Figura 37. Proceso de Cuarteo
Fuente: Archivo propio

Lavado de agregado grueso, mediante este proceso evitamos la saturación de la piedra chancada y medición del peso del agregado grueso la cantidad mínima es de 1500 gr por norma.



Figura 38. Peso del agregado grueso con el recipiente
Fuente: Archivo propio



Figura 39. Lavado de agregado grueso
Fuente: Archivo propio

El agregado grueso y fino deberá estar en reposo mínimo 24 horas indicado por la norma.



Figura 40. Reposo del agregado fino y grueso
Fuente: Archivo propio



Figura 41. Ordenamiento de los tamices de forma decreciente
Fuente: Archivo propio

El orden de los tamices es empezando de arriba: 1^{3/4}; 1/2; 3/8; 4; 8 y el fondo. Medición de la cantidad de agregado grueso retenido en el proceso de tamizado. En la figura 23 se observa la cantidad de agregado grueso retenido por los tamices N° 1, 3/4 y 1/2. En el caso del tamiz N°1 se retuvo 19 gramos, en el tamiz N° 3/4 se retuvo 555 gramos, en el tamiz 1/2 se retuvo 1395 gramos.



Figura 42. Cantidad de agregado grueso retenido por los tamices 1, 3/4, 1/2.
Fuente: Archivo propio

En la figura 24 se observa la cantidad de agregado grueso retenido por los tamices N°3/8, 4 y 8. En el caso del tamiz N°3/8 se retuvo 630 gramos, en el tamiz N°4 se retuvo 131 gramos, en el tamiz 8 no se retuvo agregado.



Figura 43. Cantidad de agregado grueso retenido por los tamices 3/8, 4, 8
Fuente: Archivo propio

Peso húmedo: Cada uno se le agrego agregado fino como mínimo de 1500 gr y tanto para peso específico y absorción según reglamento de EMS. N° recipiente: G-9. Peso del recipiente G-9: 179.3 gr. El proceso la muestra del agregado fino es sumergida en el agua por 24 horas, luego es secada al aire libre.

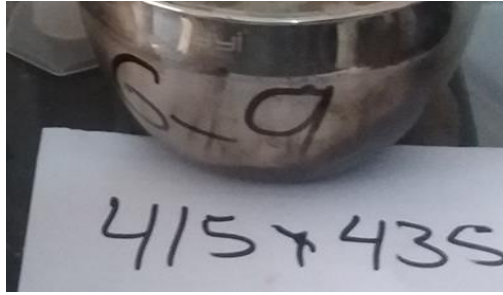


Figura 44. Tamaño del recipiente
Fuente: Archivo propio



Figura 45. Preparación de prueba de cono.
Fuente: Archivo Propio.



Figura 46. Compactación del agregado en la prueba de cono.
Fuente: Archivo propio.



Figura 47. Limpieza del agregado residual
Fuente: Archivo propio



Figura 48. Preparación del cono,
Fuente: Archivo propio.



Figura 49. Observación de la saturación de la mezcla,
Fuente: Archivo propio,



Figura 50. proceso de tamizado con el tamiz 3/8
Fuente: Archivo propio



Figura 51. Medición de una muestra de 500 gramos
Fuente: Archivo propio

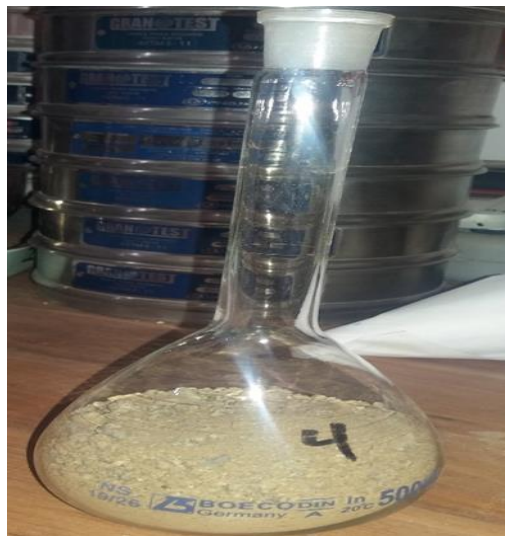


Figura 52. Llenado de la fiola con la muestra de 500 gramos
Fuente: Archivo propio



Figura 53. Saturación con agua al 90% de la capacidad del recipiente
Fuente: Archivo propio



Figura 54: Peso de la fiola con agua.
Fuente: Archivo propio

Nº recipiente: K-24. Peso del recipiente K-24: 335 gr. A la muestra se le agrega agua y lo dejamos reposar por 24 horas. Se le agrega agregado grueso como mínimo de 1500 gr mínimo según reglamento.



Figura 55. Reposo de la muestra con agua
Fuente: Archivo propio

Agregado fino suelto y compactado

Peso unitario suelto fino



Figura 56. Llenado del molde de dos niveles
Fuente: Archivo propio



Figura 57. Molde completamente llenado
Fuente: Archivo Propio



Figura 58. Retiro del segundo nivel
Fuente: Archivo Propio



Figura 59. Nivelación del molde
Fuente: Archivo Propio



Figura 60. Medición del peso de la muestra
Fuente: Archivo Propio

Peso unitario compactado fino



Figura 61. Llenado y compactación del agregado en el recipiente de dos n niveles
Fuente: Archivo propio



Figura 62. Nivelación del recipiente
Fuente: Archivo propio



Figura 63. Medición del peso de la muestra
Fuente: Archivo propio

Agregado grueso suelto y compactado



Figura 64. Llenado de la muestra seleccionada en el recipiente de dos niveles
Fuente: Archivo propio



Figura 65. Nivelación de la muestra
Fuente: Archivo propio



Figura 66. Medición del peso de la muestra
Fuente: Archivo propio

Peso unitario suelto grueso



Figura 67. Llenado y compactación de la muestra en el recipiente de dos niveles
Fuente: Archivo propio



Figura 68. Nivelación de la muestra
Fuente: Archivo propio

Contenido de humedad de agregado grueso

Para realizar el contenido de humedad debemos pesar primero el recipiente y luego con la muestra. Luego procedemos a secar en cocina por 10 minutos, luego procedemos pesarlo lo que sería nuestra muestra seca. Peso del recipiente G-4: 64.5 gr. Peso del recipiente G-4+muestra humedad: 244.2 gr. Peso del recipiente G-4+muestra seca: 176.7 gr



Figura 69. Medición del peso de la muestra con el recipiente
Fuente: Archivo propio

Contenido de humedad de agregado fino

Lo mismo procedemos con el agregado grueso. Peso del recipiente: 394.2 gr. Peso del recipiente +muestra humedad: 3129 gr. Peso del recipiente +muestra seca: 2735gr



Figura 70. Medición del peso de la muestra seca
Fuente: Archivo propio

Dimensión de los moldes



Figura 71. Medición de la altura del recipiente
Fuente: Archivo propio



Figura 72. Medición de la base del recipiente
Fuente: Archivo propio

Mezcla patrón

Tiempo: 3 minutos de mezclado, 3 minutos de reposo, 2 minutos remezclado y luego vaciamos el concreto en carretilla tomar temperatura luego el slump y probetas.



Figura 73. Mezcla del patrón
Fuente: Archivo propio



Figura 74. Medición de la temperatura de la mezcla
Fuente: Archivo propio



Figura 75. Slump del concreto patrón 1 ½"
Fuente: Archivo propio



Figura 76. Vista de las 09 probetas patrón
Fuente: Archivo propio



Figura 77. Probetas patrón completamente vaciadas y empezar el secado
Fuente: Archivo propio

Mezcla con aditivo 0.5 %



Figura 78. Slump de 2" con aditivo 0.5%
Fuente: Archivo propio



Figura 79. Ejecución de los golpes 25 con la varilla de 5/8 en 2 capas
Fuente: Archivo propio



Figura 80. En la figura observamos el vaciado completo y uniforme de la probeta con aditivo 0.5%

Fuente: Archivo propio

Probetas con aditivo 0.8 %



Figura 81. En la figura observamos el slump de 3 1/4" con aditivo 0.8%.
Fuente: Archivo propio



Figura 82. En la figura observamos el vaciado completo y uniforme de la probeta con aditivo 0.8%
Fuente: Archivo propio

Probetas con aditivo 1.00 %



Figura 83. En la figura observamos el slump de 4 3/4" con aditivo 1.00%.
Fuente: Archivo propio

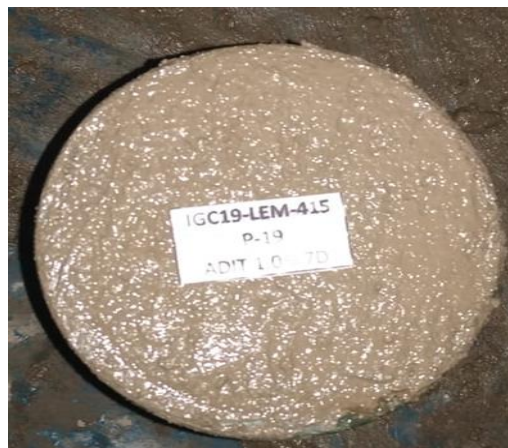


Figura 84. Vaciado completo y uniforme de la probeta con aditivo 1.00%
Fuente: Archivo propio



Figura 85. Curado de probetas
Fuente: Archivo propio



Figura 86. Rotura de probeta edad 7 días
Fuente: Archivo propio



Figura 87. Rotura de probeta edad 14 días
Fuente: Archivo propio



Figura 88. Rotura de probeta edad 28 días
Fuente: Archivo propio