



SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A
LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN HIDRÁULICO CON F'C 240 kg/cm² USANDO
MATERIALES DE LAS MINAS LA MILAGROSA Y LA JOSEFINA UBICADAS EN LA
PROVINCIA DEL AZUAY

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero Civil

AUTORES: DEYVID LEONEL PÉREZ TAPIA

DANNY FERNANDO CRESPO ARÉVALO

TUTOR: ING. NELSON EDUARDO AVILÉS DÍAZ, MSc.

Cuenca - Ecuador

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Deyvid Leonel Pérez Tapia con documento de identificación N° 1400566079 y Danny Fernando Crespo Arévalo con documento de identificación N° 0350005153; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 09 de enero del 2024

Atentamente,



Deyvid Leonel Pérez Tapia

1400566079



Danny Fernando Crespo Arévalo

0350005153

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Deyvid Leonel Pérez Tapia con documento de identificación N° 1400566079 y Danny Fernando Crespo Arévalo con documento de identificación N° 0350005153, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: “Influencia del aditivo plastificante para aumentar la resistencia a la compresión del hormigón hidráulico con f’c 240 kg/cm² usando materiales de las minas La Milagrosa y La Josefina ubicadas en la provincia del Azuay”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 09 de enero del 2024

Atentamente,



Deyvid Leonel Pérez Tapia

1400566079



Danny Fernando Crespo Arévalo

0350005153

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Nelson Eduardo Avilés Díaz con documento de identificación N° 0102007028, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN HIDRÁULICO CON F'C 240 KG/CM2 USANDO MATERIALES DE LAS MINAS LA MILAGROSA Y LA JOSEFINA UBICADAS EN LA PROVINCIA DEL AZUAY, realizado por Deyvid Leonel Pérez Tapia con documento de identificación N° 1400566079 y por Danny Fernando Crespo Arévalo con documento de identificación N° 0350005153, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 09 de enero del 2024

Atentamente,



Ing. Nelson Eduardo Avilés Díaz, MSc.

0102007028

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO

Autor: Deyvid Leonel Pérez Tapia

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a mis padres y mis hermanos quienes han sido un pilar fundamental en mi vida y motivo de inspiración, estaré agradecido toda la vida por siempre estar presentes y nunca dejarme solo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad politécnica salesiana y sus docentes quienes con sus consejos y buenas enseñanzas han sabido ser una luz a lo lardo de mi carrera.

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO

Autor: Danny Fernando Crespo Arévalo

DEDICATORIA

A mi familia en especial a mis queridos padres Fernando Crespo y Yolanda Arévalo por su inquebrantable respaldo incondicional.

A mis compañeros y amigos de estudio, quienes compartieron desafíos y alegrías de esta travesía académica.

AGRADECIMIENTO

En este punto culminante de mi recorrido académico quiero manifestar mi profundo agradecimiento a todas las personas que han tenido un papel crucial en la culminación de este trabajo de titulación.

En primer lugar, agradezco a toda mi familia en especial a mis padres por el apoyo en todo el tiempo transcurrido, al Ing. MSc. Nelson Avilés tutor del presente proyecto, por su orientación experta, paciencia y dedicación.

Finalmente, expreso mi agradecimiento a todas las fuentes, investigadores y profesionales cuyos trabajos han servido como el cimiento sobre el cual se ha erigido este trabajo de titulación.

Resumen

Este estudio se llevó a cabo con el objetivo de explorar el impacto del aditivo plastificante Sika BV 40 en la resistencia a la compresión del hormigón hidráulico. La metodología de investigación adoptada fue de naturaleza aplicada, de cantidad y práctico. Esto implicó la manipulación de variables para observar los cambios resultantes en la resistencia a la compresión del hormigón.

Inicialmente, se establecieron las características de los agregados provenientes de las canteras La Milagrosa y La Josefina, ubicadas en la provincia del Azuay.

Posteriormente, se llevó a cabo un diseño experimental de la mezcla para producir una muestra de hormigón, referida como patrón. Esta muestra debía cumplir con una resistencia mínima de 240 kg/cm² y un asentamiento de 10 cm. Estas características permitirían su uso tanto en vigas como en losas.

A este hormigón patrón se le adicionó un aditivo plastificante Sika BV 40. El objetivo era obtener mezclas más trabajables y verificar la influencia del aditivo en la resistencia del hormigón. Se adicionó el aditivo en cantidades porcentuales del peso del cemento: 0.4%, 0.6% y 0.8%.

Además, se realizó otro experimento en el que se le adicionó a la muestra patrón el mismo aditivo, pero con el objetivo de reducir la cantidad de agua en un 10%. Esto se hizo para verificar si la reducción de agua podría aumentar la resistencia a la compresión del hormigón.

Para llevar a cabo estos experimentos, se fabricaron un total de 72 cilindros de prueba. De estos, 12 eran de hormigón con aditivo al 0%, 0.4%, 0.6% y 0.8%, respectivamente, y 24 eran de hormigón con aditivo al 0.7%, al que se le redujo la cantidad de agua.

Finalmente, se llevó a cabo un análisis estadístico para comparar las resistencias a la compresión del hormigón a los 7, 14 y 28 días. Los resultados mostraron que la resistencia a la compresión del hormigón mejoró en un 19.26% con el aditivo al 0.8% y en un 35.25% al reducir el 10% de agua y utilizar el 0.7% de aditivo, en comparación con el hormigón patrón. Estos resultados son prometedores y sugieren que el uso de aditivos plastificantes puede ser una estrategia efectiva para mejorar la resistencia a la compresión del hormigón hidráulico.

Palabras clave: aditivos, áridos, compresión, hormigón

Abstract

This study was carried out with the objective of exploring the impact of Sika BV 40 plasticizing admixture on the compressive strength of hydraulic concrete. The research methodology adopted was applied, quantitative and practical in nature. This involved the manipulation of variables to observe the resulting changes in the compressive strength of concrete.

Initially, the characteristics of aggregates from La Milagrosa and La Josefina quarries, located in the province of Azuay, were established.

Subsequently, an experimental design of the mix was carried out to produce a concrete sample, referred to as a standard. This sample had to have a minimum strength of 240 kg/cm² and a slump of 10 cm. These characteristics would allow its use in both beams and slabs.

A plasticizing admixture Sika BV 40 was added to this standard concrete. The objective was to obtain more workable mixtures and to verify the influence of the admixture on the strength of the concrete. The admixture was added in percentage amounts of the weight of cement: 0.4%, 0.6% and 0.8%.

In addition, another experiment was carried out in which the same admixture was added to the standard sample, but with the objective of reducing the amount of water by 10%. This was done to verify whether the reduction of water could increase the compressive strength of the concrete.

To carry out these experiments, a total of 72 test cylinders were manufactured. Of these, 12 were made of concrete with 0%, 0.4%, 0.6% and 0.8% admixture, respectively, and 24 were made of concrete with 0.7% admixture, to which the amount of water was reduced.

Finally, a statistical analysis was carried out to compare the compressive strength of the concrete at 7, 14 and 28 days. The results showed that the compressive strength of the concrete improved by 19.26% with the 0.8% admixture and by 35.25% when reducing 10% water and using 0.7% admixture, compared to the standard concrete. These results are promising and suggest that the use of plasticizing admixtures can be an effective strategy to improve the compressive strength of hydraulic concrete.

Keywords: admixture, aggregate, compression, concrete

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	VII
ABSTRACT	IX
1 INTRODUCCIÓN	1
2 PROBLEMA	2
2.1 ANTECEDENTES	2
2.2 ALCANCE.....	3
2.3 DELIMITACIÓN.....	3
2.3.1 <i>Localización</i>	3
2.3.2 <i>Duración</i>	4
2.3.3 <i>Institucional</i>	4
3 OBJETIVOS.....	5
3.1 OBJETIVO GENERAL	5
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
4 FUNDAMENTOS TEÓRICOS	5
4.1 HORMIGÓN HIDRÁULICO.....	5
4.2 INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE EN EL HORMIGÓN HIDRÁULICO.....	6
5 MARCO METODOLÓGICO	8
5.1 PROPIEDADES DEL AGREGADO GRUESO.....	8
5.1.1 <i>Origen del agregado grueso</i>	8

5.1.2	<i>Granulometría agregado grueso.</i>	9
5.1.3	<i>Ensayo de gravedad específica, absorción y densidad, del agregado grueso.</i>	10
5.1.3.1	Cálculo de absorción y densidad	11
5.1.3.2	Cálculo de masa unitaria.	12
5.1.4	<i>Humedad del agregado grueso.</i>	12
5.2	PROPIEDADES DEL AGREGADO FINO	13
5.2.1	<i>Origen del agregado fino.</i>	13
5.2.2	<i>Granulometría del agregado fino.</i>	14
5.2.3	<i>Ensayo de gravedad específica, absorción y densidad de agregado fino</i>	15
5.2.3.1	Cálculo de absorción y densidad	16
5.2.3.2	Cálculo de la masa unitaria.	16
5.2.4	<i>Humedad del agregado fino.</i>	17
5.3	PROPIEDADES DEL CEMENTO.	17
5.4	DISEÑOS DE MEZCLA DE HORMIGÓN POR EL MÉTODO ACI 211.1	18
5.4.1	<i>Estimación del Asentamiento.</i>	19
5.4.2	<i>Contenido de aire.</i>	19
5.4.3	<i>Selección del tamaño máximo nominal (TMN)</i>	20
5.4.4	<i>Proporción de agua para mezclado.</i>	21
5.4.5	<i>Relación agua-cemento, y contenido de aire.</i>	22
5.4.6	<i>Contenido de cemento.</i>	23
5.4.7	<i>Contenido de agregado grueso.</i>	23
5.4.8	<i>Contenido de agregado fino.</i>	24
5.4.9	<i>Ajuste del contenido de agua por humedad de agregados.</i>	25

6	RESULTADOS	25
6.1	ÁRIDO FINO	25
6.1.1	<i>Granulometría del agregado fino</i>	25
6.1.2	<i>Densidad del agregado fino</i>	27
6.1.3	<i>Absorción del agregado fino</i>	27
6.1.4	<i>Masa unitaria del agregado fino</i>	27
6.1.5	<i>Humedad del agregado fino</i>	27
6.2	AGREGADO GRUESO	28
6.2.1	<i>Granulometría del agregado grueso</i>	28
6.2.2	<i>Gravedad Especifica del agregado grueso</i>	29
6.2.3	<i>Absorción del agregado grueso</i>	29
6.2.4	<i>Masa unitaria del agregado grueso</i>	30
6.2.5	<i>Humedad del agregado grueso</i>	30
6.3	DISEÑO DE MEZCLA POR EL MÉTODO ACI 211.1	30
6.3.1	<i>Elección del asentamiento</i>	30
6.3.2	<i>Elección del tamaño máximo nominal (TMN)</i>	32
6.3.3	<i>Contenido de aire</i>	32
6.3.4	<i>Estimación de la cantidad de agua</i>	33
6.3.5	<i>Elección de la relación a/c</i>	33
6.3.6	<i>Contenido de cemento</i>	34
6.3.7	<i>Contenido de agregado Grueso</i>	34
6.3.8	<i>Contenido de agregado fino</i>	35

6.3.9	<i>Ajuste del contenido de agua por humedad de agregados.....</i>	<i>35</i>
6.4	RESISTENCIAS ENTRE HORMIGÓN SIMPLE Y CON ADITIVO SIKA BV 40.....	36
6.4.1	<i>Ensayo de la Resistencia a la Compresión de hormigón con 0% de aditivo Sika BV.40</i>	<i>37</i>
6.4.2	<i>Ensayo de la Resistencia a la Compresión de hormigón con 0.4% de aditivo Sika BV.40</i>	<i>38</i>
6.4.3	<i>Ensayo de la Resistencia a la Compresión de hormigón con 0.6% de aditivo Sika BV.40</i>	<i>39</i>
6.4.4	<i>Ensayo de la Resistencia a la Compresión de hormigón con 0.8% de aditivo Sika BV.40</i>	<i>40</i>
6.4.5	<i>Ensayo a la compresión del hormigón con y sin aditivo Sika BV.40</i>	<i>41</i>
6.4.6	<i>Resistencia a la Compresión de hormigón con 0% de aditivo Sika BV.40.....</i>	<i>42</i>
6.4.7	<i>Ensayo de la Resistencia a la Compresión de hormigón con reducción del 10% de agua.</i>	<i>43</i>
6.4.8	<i>Ensayo a la compresión del hormigón con y sin aditivo Sika Bv.40.....</i>	<i>43</i>
7	CONCLUSIONES.....	45
8	RECOMENDACIONES.....	47
9	BIBLIOGRAFÍA.....	48
10	ANEXOS	50

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 CANTIDADES MÍNIMAS PARA EL ENSAYO DEL ÁRIDO GRUESO	10
TABLA 2 GRUPO DE TAMICES RECOMENDADOS UTILIZADOS EN LA GRANULOMETRÍA DEL ÁRIDO GRUESO.	10
TABLA 3 MASA MÍNIMA DE LA MUESTRA PARA EL ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA.....	11
TABLA 4 TAMICES RECOMENDADOS EN LA GRANULOMETRÍA DEL ÁRIDO FINO.	15
TABLA 5 PROPIEDADES DEL CEMENTO ATENAS GU	18
TABLA 6 ASENTAMIENTO PARA EL TIPO DE ESTRUCTURA Y MÉTODO DE COLOCACIÓN.....	19
TABLA 7 CONTENIDO DE AIRE PARA DISTINTOS TIPOS DE EXPOSICIÓN Y AGREGADO GRUESO	20
TABLA 8 AGUA DE MEZCLADO.....	21
TABLA 9 FACTOR DE CORRECCIÓN PARA LA COMPRESIÓN.....	22
TABLA 10 VALORES DE LA RELACIÓN A/C.	23
TABLA 11 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO SECADO EN EL HORNO POR UNIDAD DE VOLUMEN DE CONCRETO PARA DIFERENTES MÓDULOS DE FINURA DE AGREGADO FINO.	24
TABLA 12 GRANULOMETRÍA DEL ÁRIDO FINO	25
TABLA 13 HUMEDAD DEL AGREGADO FINO.....	27

<i>TABLA 14 GRANULOMETRÍA DEL ÁRIDO GRUESO.....</i>	28
<i>TABLA 15 HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO.</i>	30
<i>TABLA 16 AGUA CONTENIDA POR LOS ÁRIDOS.....</i>	35
<i>TABLA 17 DOSIFICACIONES DE LOS COMPONENTES PARA UN METRO CUBICO DE HORMIGÓN SIMPLE Y CON DIFERENTES DOSIS DE ADITIVOS.</i>	35
<i>TABLA 18 MATERIALES PARA UN M3 DE HORMIGÓN.....</i>	36
<i>NOTA. LA TABLA 18, MUESTRA LAS CANTIDADES DE LOS MATERIALES PARA REALIZAR LA MEZCLA DE HORMIGÓN Y REDUCIENDO EL 10 % DE AGUA. FUENTE: LOS AUTORES.</i>	36

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>FIGURA 1</i> MAPA DE LA CIUDAD DE CUENCA	4
<i>FIGURA 2</i> ADITIVO SIKA BV 40.....	8
<i>FIGURA 3</i> MAPA UBICACIÓN CANTERA LA JOSEFINA.....	9
<i>FIGURA 4</i> CANTERA LA MILAGROSA.....	13
<i>FIGURA 5</i> MAPA UBICACIÓN CANTERA LA MILAGROSA.	14
<i>FIGURA 6</i> GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO.....	26
<i>FIGURA 7</i> CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO.....	29
<i>FIGURA 8</i> ENSAYO DE ASENTAMIENTO PARA HORMIGÓN PATRÓN.	31
<i>FIGURA 9</i> ASENTAMIENTO PARA CADA PORCENTAJE DE ADITIVO	32
<i>FIGURA 10</i> CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO DEL HORMIGÓN PATRÓN.....	32
<i>FIGURA 11</i> RESISTENCIA MÍNIMA Y RESISTENCIA PROMEDIO DEL HORMIGÓN PATRÓN	37
<i>FIGURA 12</i> RESISTENCIA MÍNIMA Y RESISTENCIA PROMEDIO DEL HORMIGÓN CON 0.4% DE ADITIVO.....	38
<i>FIGURA 13</i> RESISTENCIA MÍNIMA Y RESISTENCIA PROMEDIO DEL HORMIGÓN CON 0.6% DE ADITIVO.....	39
<i>FIGURA 14</i> RESISTENCIA MÍNIMA Y RESISTENCIA PROMEDIO DEL HORMIGÓN CON 0.8% DE ADITIVO.....	40

FIGURA 15 RESISTENCIA MÍNIMA Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON Y SIN ADITIVO PLASTIFICANTE SIKA BV-4041

FIGURA 16 RESISTENCIA MÍNIMA Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON 0% DE ADITIVO42

FIGURA 17 RESISTENCIA MÍNIMA Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN CON ADITIVO Y REDUCCIÓN DEL 10% DE AGUA.43

FIGURA 18 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN CON ADITIVO Y REDUCCIÓN DEL 10% DE AGUA Y SIN ADITIVO.....44

1 Introducción

La ingeniería civil es un campo que se encarga de la ideación, planificación, edificación y conservación de las estructuras desarrolladas en nuestro entorno, abarcando construcciones tales como vías, puentes, canales, presas y edificaciones. Uno de los materiales más utilizados en estas construcciones es el hormigón hidráulico, conocido por su resistencia y durabilidad.

La finalidad de esta investigación es estudiar el papel del aditivo plastificante en la mejora de la resistencia a la compresión del hormigón hidráulico con una resistencia característica de $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$. Este estudio es de gran relevancia debido a que la resistencia a la compresión constituye una característica esencial del hormigón. Por lo tanto, cualquier progreso en este campo puede tener un impacto significativo en la durabilidad y calidad de las estructuras de concreto.

Además, este estudio tiene un enfoque local, ya que se utilizarán materiales de las minas La Milagrosa y La Josefina, ubicadas en la provincia del Azuay. La elección de estos materiales no es casual, ya que se busca promover el uso de recursos locales en la construcción, lo que puede tener beneficios tanto económicos como ambientales.

En el transcurso de este trabajo de investigación, se llevarán a cabo diversos experimentos con el objetivo de evaluar la eficacia del aditivo plastificante en la mejora de la resistencia a la compresión del hormigón. Los hallazgos obtenidos de estos experimentos aportarán datos valiosos que podrían ser aplicados para optimizar las técnicas de construcción en la provincia del Azuay.

Esperamos que este trabajo contribuya a la mejora de la calidad de las construcciones de hormigón en la provincia del Azuay de manera que pueda ser utilizado como fundamento para investigaciones futuras en esta área. Agradecemos a todos los que han hecho posible este estudio y

esperamos que los resultados sean de interés para todos los involucrados en el mundo de la ingeniería civil.

2 Problema

El hormigón hidráulico es un material esencial en la construcción, y su resistencia a la compresión es una propiedad clave. Aunque los aditivos plastificantes pueden mejorar esta propiedad, su eficacia puede variar. En la provincia del Azuay, se utilizan materiales de las minas La Milagrosa y La Josefina, pero no se ha estudiado su compatibilidad con los aditivos plastificantes. Así que, este estudio examinará la manera en que estos aditivos afectan la resistencia a la compresión del concreto hidráulico con $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$, empleando estos recursos locales.

2.1 Antecedentes

En estudios anteriores se ha investigado cómo los aditivos plastificantes influyen en el diseño del hormigón hidráulico, Flores (2016) en su investigación concluyó que existió un aumento de resistencia a los 7, 24 y 28 días utilizando el aditivo Sikament 290 N, en un 16%, 16% y 15% respectivamente.

De la misma manera, Campos y Martínez (2019) realizó 6 muestras de cada diseño con y sin aditivo para una resistencia de diseño de 210 kg/cm^2 , también se realizó los ensayos a edades de 7, 14 y 28 días, al añadir el aditivo se mejoró la facilidad con la que el hormigón fresco puede mezclarse, transportarse con un asentamiento de diseño de 10 cm a un asentamiento promedio de 21.84 cm, además la resistencia se mejoró a un $f'c = 228.6 \text{ kg/cm}^2$.

En su estudio “Efecto del aditivo reductor de agua de alto rango, tipo F, en la resistencia y fluidez del concreto”, Harman (2005) realizó 24 muestras de concreto. Estas muestras, que tenían

un asentamiento de entre 3 y 5 cm según el ensayo del cono de Abrams, mostraron una disminución del 17% en el contenido de agua y un incremento del 43% en la resistencia a la compresión después de 28 días, cuando se utilizó la dosis más alta del aditivo en la prueba.

Además, es crucial entender las características de los agregados. Según la investigación de González y Pérez, se evidenció que los agregados pétreos pueden afectar significativamente las propiedades físicas y mecánicas del hormigón (González & Pérez, 2018).

2.2 Alcance

Este estudio se enfocará en analizar una selección de 72 cilindros que serán parte de los ensayos llevados a cabo con y sin el uso del aditivo plastificante Sika Bv-40. El objetivo principal es comparar los resultados de las pruebas de compresión entre el concreto estándar y el concreto con el aditivo añadido. Sin embargo, no se realizarán pruebas de flexión en este estudio.

Los agregados finos y gruesos utilizados provienen de las minas La Milagrosa y La Josefina, respectivamente, y se ha empleado el cemento de tipo Gu de la marca Atenas para propósitos generales.

2.3 Delimitación

El proyecto tiene las siguientes magnitudes.

2.3.1 Localización

El proyecto se realizará en la ciudad de Cuenca que pertenece a la provincia del Azuay.

Figura 1 Mapa de la ciudad de Cuenca



Nota. En la figura 1 se muestra la ubicación donde se realiza el estudio de la tesis. Fuente: (Google Earth, 2023)

2.3.2 Duración

Se realizó desde el mes de agosto hasta enero que pertenece al año 2023-2024 respectivamente.

2.3.3 Institucional

Para realizar el trabajo se utilizó los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, campus el Vecino.

3 Objetivos

3.1 Objetivo General

- Establecer el impacto del aditivo plastificante en la capacidad de resistencia a la compresión del concreto hidráulico.

3.2 Objetivos Específicos

- Examinar las características físicas y mecánicas de los agregados, tanto fino como grueso, que se obtienen de las minas La Milagrosa y La Josefina, respectivamente.
- Realizar el diseño de hormigón con el uso del plastificante Sika Bv-40, y medir la resistencia a la compresión del hormigón hidráulico, mientras se mantiene constante la proporción agua/cemento.
- Diseñar y ejecutar dosificaciones experimentales utilizando plastificante Sika Bv-40 reduciendo el contenido de agua en un 10%.
- Realizar un análisis comparativo de las dosificaciones experimentales con el fin de entender y cuantificar su impacto en el aumento de la resistencia a la compresión del hormigón hidráulico.

4 Fundamentos Teóricos

4.1 Hormigón hidráulico.

El hormigón es un material compuesto que se obtiene con la mezcla de cemento, áridos y agua. Una vez que esta mezcla se endurece, forma un material resistente y duradero que se utiliza en una variedad de aplicaciones de construcción, desde cimientos y estructuras de edificios hasta puentes y carreteras (Mochón-Bezares & Sorli-Rojo, 2021).

El hormigón, conocido por su durabilidad es un componente esencial en el ámbito de la construcción. Su uso es omnipresente en diversas estructuras, desde edificios y puentes hasta carreteras, presas y más. Su popularidad se debe a su capacidad para resistir diversas condiciones y adaptarse a una amplia gama de necesidades de construcción (Mochón-Bezares & Sorli-Rojo, 2021).

Otra característica física del hormigón fresco es la trabajabilidad que se obtiene en base al tamaño y características de la sección a construir, las condiciones de colocación de la mezcla y el sistema de compactación utilizado. Es la capacidad que tiene el hormigón para ser colocado y compactado apropiadamente sin que se produzca segregación (Tecnología del concreto, 2010).

La investigación reciente en el campo del hormigón se ha centrado en mejorar las propiedades del hormigón y en desarrollar nuevos tipos de hormigón que sean más resistentes, duraderos y sostenibles. Por ejemplo, se están realizando investigaciones para desarrollar hormigones que sean más resistentes a las condiciones ambientales extremas, como el calor y el frío extremos, y que tengan una mayor resistencia a la corrosión y al desgaste (Hormigón y Acero, 2018).

4.2 Influencia del Aditivo plastificante en el hormigón hidráulico.

El aditivo plastificante juega un papel crucial para mejorar las características del hormigón hidráulico. Estos aditivos, nombrado como reductores de agua, son utilizados para incrementar la trabajabilidad del hormigón con la peculiaridad de no añadir más agua en la mezcla (Ezeagu & Edwin, 2021).

Un aditivo plastificante es un compuesto químico que se añade al hormigón durante su mezcla para mejorar su trabajabilidad. Los plastificantes reducen la cantidad de agua necesaria para alcanzar una determinada consistencia, lo que resulta en un hormigón más resistente y duradero (Ezeagu & Edwin, 2021).

El uso de aditivos plastificantes en el hormigón hidráulico ofrece varios beneficios:

- **Mejora la Trabajabilidad:** Los plastificantes mejoran la trabajabilidad del hormigón, facilitando su colocación y compactación. Esto es especialmente útil en estructuras complejas donde el hormigón debe fluir libremente para llenar todos los espacios (Ezeagu & Edwin, 2021).
- **Aumenta la Resistencia:** Al retirar un cierto porcentaje de agua en la mezcla, los plastificantes aumentan su resistencia, esto significa menos porosidad y, por lo tanto, un hormigón más resistente (Ezeagu & Edwin, 2021).
- **Reduce la Contracción y la Fisuración:** Los plastificantes reducen la contracción del hormigón durante el curado, lo que disminuye la probabilidad de fisuración (Al-Gburi & Yusuf, 2022).

El aditivo plastificante es un componente esencial en la producción de hormigón hidráulico de alta calidad. Su capacidad para mejorar la trabajabilidad y aumentar la resistencia del hormigón lo convierte en una herramienta invaluable para los ingenieros y arquitectos (Bazari, Chini, Nikfal, & Vatani, 2021). Por lo tanto, es importante recordar que la cantidad exacta de plastificante a utilizar debe ser determinada cuidadosamente para asegurar que se logren los resultados deseados (Bazari, Chini, Nikfal, & Vatani, 2021).

Figura 2 Aditivo Sika BV 40.



Nota: En la figura 2 se indica el aditivo plastificante usado para la elaboración de hormigón en la investigación. Fuente: (Sika, 2023).

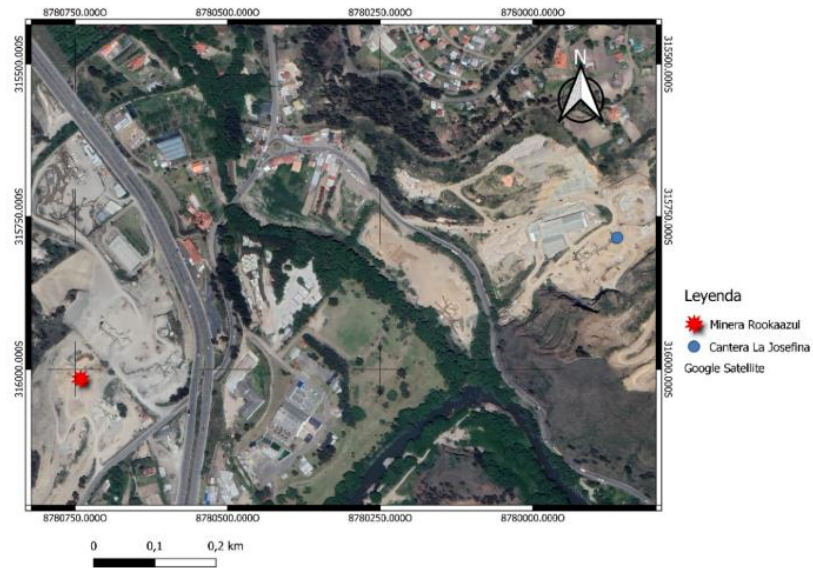
5 Marco Metodológico

5.1 Propiedades del agregado grueso.

5.1.1 Origen del agregado grueso

La cantera la Josefina se encuentra en el sector la Josefina que está situada en el cantón Paute sector San Cristóbal. Los materiales son explotados del río Jubones, localizado en una pequeña parte de la provincia del Azuay y una parte del norte de la provincia del Oro. El agregado grueso triturado se obtiene mediante un proceso de trituración por impacto.

Figura 3 Mapa ubicación cantera la Josefina.



Nota. En la figura 3, se muestra el mapa de la mina la Josefina. Elaborado por: Autores.

5.1.2 Granulometría agregado grueso.

Los análisis granulométricos se realizan para establecer la distribución del tamaño de las partículas en un material pétreo, utilizando diferentes tamaños de tamiz. Este método permite identificar una de las características clave de los materiales empleados en la producción de hormigón. Estos ensayos están normalizados por la NTE INEN 696.

Para encontrar la muestra a ensayar, la NTE INEN 696 sugiere usar la tabla 1.

Tabla 1 Cantidades mínimas para el ensayo del árido grueso

Tamaño nominal máximo, Aberturas cuadradas, en mm (pulgadas).	Tamaño de la muestra del ensayo Mínimo (kg)
9,5	1
12,5	2
19,0	5
25,0	10
37,5	15
50	20
63	35
75	60
90	100
100	150
125	300

Nota: La tabla 1, se presenta las cantidades mínimas de árido según su tamaño nominal máximo con aberturas cuadradas para realizar el ensayo. Fuente: (NTE INEN 696, 2011).

Tabla 2 Grupo de tamices recomendados utilizados en la granulometría del árido grueso.

Tamiz	
ASTM (in)	INEN (mm)
1"	25.4
3/4"	19.1
1/2"	12.7
3/8"	9.5
4	4.75
8	2.38

Nota: La tabla 2, muestra el grupo de tamices para emplearse en la granulometría del árido grueso. Fuente: (NTE INEN 872, 2011).

5.1.3 Ensayo de gravedad específica, absorción y densidad, del agregado grueso.

Se realiza de acuerdo con la norma NTE INEN 857, que permite identificar los agregados gruesos basándose en la gravedad específica, la densidad y el porcentaje de absorción de las minas.

La muestra se prepara de antemano para medir los cambios en la masa del agregado, que son causados por la cantidad de agua absorbida por los poros permeables durante un período de 24 horas. Luego, se seca hasta alcanzar un estado superficialmente seco (SSS). A continuación, se pesa el árido grueso utilizando el recipiente para la muestra, tal como se especifica en esta norma. Finalmente, se registra el peso seco del agregado.

Tabla 3 Masa mínima de la muestra para el ensayo de gravedad específica

Tamaño máximo nominal, mm	Masa mínima de la muestra para ensayo, kg
12,5 o menor	2
19,0	3
25,0	4
37,5	5
50	8
63	12
75	18
90	25
100	40
125	75

Nota: La tabla 3, muestra la cantidad mínima de ensayo de acuerdo al tamaño máximo nominal de la partícula. Fuente: (NTE INEN 857, 2011).

A continuación, se muestran las fórmulas sugeridas por esta norma, que se utilizan para obtener los valores.

5.1.3.1 Cálculo de absorción y densidad

Se utiliza las expresiones siguientes:

$$Densidad = \left(\frac{A}{B - C} \right) \quad (1)$$

$$Absorción \% = \left(\frac{B - A}{A} \right) * 100 \quad (2)$$

Donde:

A = masa de la muestra seca al horno, g.

B = masa en aire de la muestra saturada superficialmente seca, g.

C = masa aparente en el agua de la muestra saturada, g.

5.1.3.2 Cálculo de masa unitaria

Para obtener la masa unitaria del agregado grueso, se hace uso de la norma INEN 858, la que consiste en llenar una olla de volumen conocido, para determinar la masa unitaria suelta, para la masa unitaria compactada se debe llenar la molde en tres capas cada una con 25 golpes. Por último, se registra el peso para emplear la siguiente expresión:

$$M = \frac{G - T}{V} \quad (3)$$

Donde:

M = masa unitaria, kg/m³

G = masa del árido más el molde, kg.

T = masa del molde, m³.

V = volumen del molde, l/m³.

5.1.4 Humedad del agregado grueso.

Con el fin de conseguir el porcentaje de la humedad del árido, utilizamos la norma INEN 862, la cual nos sugiere pesar la muestra en estado natural, luego secar la muestra utilizando un horno a temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$ y registrar su peso.

Calcular la humedad total evaporada con la expresión:

$$P = \frac{100 * (W - D)}{D} \quad (4)$$

Donde:

P = contenido total de humedad evaporable de la muestra, porcentaje.

$W = \text{masa de la muestra tomada, g.}$

$D = \text{masa de la muestra seca, g}$

5.2 Propiedades del agregado fino

5.2.1 Origen del agregado fino.

La cantera la milagrosa está ubicada en el cantón Santa Isabel a 7 kilómetros de la vía Cuenca-Machala al sur de la provincia del Azuay. La temperatura de la zona va entre los 9 y 25°C.

Figura 4 Cantera La Milagrosa



Nota. En la figura 4 se muestra la fuente de extracción del árido fino ubicado en el cantón Santa Isabel. Fuente: Autores.

Los materiales que son explotados en el río Jubones, comprenden una pequeña parte de la provincia del Azuay y una parte del norte de la provincia del Oro, además, áreas mínimas de las provincias de Loja y Morona Santiago.

El agregado grueso triturado se produce mediante un método de trituración por impacto, que permite obtener un agregado grueso con una distribución de tamaño de partículas más

uniforme. En la cantera, se lleva a cabo un proceso de lavado para eliminar las partículas extremadamente finas que podrían ser perjudiciales durante la elaboración del hormigón.

Figura 5 Mapa ubicación cantera la Milagrosa.



Nota. En la figura 5 se muestra la ubicación exacta de la mina la milagrosa. Fuente: Autores.

5.2.2 Granulometría del agregado fino.

La norma a seguir es la NTE INEN 696, la cual sugiere tomar una muestra en estado seco como mínimo 300 g, luego se debe tamizar a mano o maquina en un tiempo de 3 min.

Tabla 4 Tamices recomendados en la granulometría del árido fino.

Tamiz
NTE INEN
9.5 mm
4.75 mm
2.36 mm
1.18 mm
600 μm
300 μm
150 μm
FONDO

Nota. La tabla 4, indica el grupo de tamices para la granulometría del árido fino. Fuente: (NTE INEN 872, 2011)

5.2.3 Ensayo de gravedad específica, absorción y densidad de agregado fino

La norma NTE INEN 856, nos muestra los pasos para efectuar el ensayo y a su vez determinar la gravedad específica y densidad del árido fino, como se indica a continuación:

El proceso es el siguiente:

- Se deben agregar 500 ± 10 g de agregado fino saturado superficialmente seco al picnómetro, que luego se debe llenar con agua al 90%. Continúe agitando manualmente el picnómetro. Agitar, rodar y eliminar cualquier burbuja de aire aparente del matraz.
- El picnómetro se mantenga a una temperatura de 23 ± 2 °C para eliminar eficazmente todas las burbujas de aire. Una vez lleno, se debe calibrar el picnómetro. Posteriormente, se determina el peso del picnómetro que contiene tanto la muestra como el agua.
- Es necesario extraer el agregado fino del picnómetro y secarlo en un horno a una temperatura estable de 110 ± 5 °C hasta que su masa se mantenga constante. Después de

este proceso, se debe permitir que se enfríe durante aproximadamente una hora y media.

Finalmente, se registra su masa.

- Encontrar la masa del picnómetro lleno de agua a una temperatura de $23 \pm 2^\circ\text{C}$.

5.2.3.1 Cálculo de absorción y densidad

Se utiliza las siguientes expresiones:

$$\text{Densidad} = \left(\frac{A}{B + S - C} \right) \quad (5)$$

$$\text{Absorción \%} = \left(\frac{B - A}{A} \right) * 100 \quad (6)$$

Donde:

A: Masa de la muestra, g.

B: Picnómetro lleno con agua, g.

C: Picnómetro lleno más muestra, g.

S: Muestra saturada superficialmente seca, g.

5.2.3.2 Cálculo de la masa unitaria

Para obtener la densidad del agregado fino, se hace uso de la norma INEN 858, la cual consiste en llenar un molde de volumen conocido, para determinar la densidad suelta, para la densidad compacta se debe llenar el molde en tres capas cada una con 25 golpes. Por último, se registra el peso para emplear la siguiente formula:

$$M = \frac{G - T}{V} \quad (7)$$

Donde:

M = masa unitaria, kg/m^3

$G = \text{masa del árido más el molde, kg.}$

$T = \text{masa del molde, m}^3.$

$V = \text{volumen del molde, l/m}^3$

5.2.4 Humedad del agregado fino.

Con la finalidad de obtener la humedad del árido fino se hará uso de la norma INEN 862, la cual nos sugiere pesar la muestra en estado natural, luego secar la muestra utilizando una fuente de calor, hasta obtener una masa constante y registrar su peso.

Calcular el porcentaje de humedad con la expresión:

$$P = \frac{100 * (W - D)}{D} \quad (8)$$

Donde:

$P = \text{contenido de humedad de la muestra, \%}$.

$W = \text{masa de la muestra, g.}$

$D = \text{masa de la muestra seca, g.}$

5.3 Propiedades del cemento.

Para el proyecto se empleó el cemento Atenas GU cuyas propiedades se especifican en la tabla 5:

Tabla 5 *Propiedades del cemento Atenas GU*

Parámetro	Norma	Resultado	Unidad
Finura	NTE 196	4364.40	cm ² /g
Retenido	NTE 957	3.9	%
Cambio de longitud en autoclave, máx.	NTE 200	-0.05	%
Fraguado inicial, min	NTE 158	251	Minutos
Fraguado final, máx.,	NTE 158	303	Minutos
Contenido de aire en mortero, máx..	NTE 195	7.50	%
Expansión en barra de mortero, máx..	NTE 2529	0.011	0.011
Densidad	NTE 156	2.9	g/cm ³

Nota. La tabla 5 indica las propiedades físicas del cemento Atenas GU. Fuente: (Atenas, 2021).

5.4 DISEÑOS DE MEZCLA DE HORMIGÓN POR EL MÉTODO ACI 211.1

La formulación del hormigón se fundamenta en sus características tanto en su estado sólido como en su estado líquido. Hay una variedad de técnicas para determinar la proporción de componentes en una mezcla de hormigón, siendo el método ACI de Estados Unidos uno de los más conocidos y aplicados. Este método se basa en la relación agua/cemento, un concepto introducido por Abrams.

Este enfoque define una serie de pasos para determinar la proporción de cada material, tanto en peso como en volumen, para 1 m³ de hormigón. Se consideran las propiedades necesarias del hormigón para la estructura que se va a construir, así como para su colocación y transporte. A continuación, se detallan los pasos de este procedimiento:

5.4.1 Estimación del Asentamiento.

El asentamiento depende del tipo de estructura y método de colocación que se requiere en la obra como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6 Asentamiento para el tipo de estructura y método de colocación

Asentamiento (cm)	Consistencia (Tipo de concreto)	Grado de Trabajabilidad	Tipo de estructura y condiciones de colocación
0 - 2,0	Muy seca	Muy pequeño	Vigas o pilotes de alta resistencia con vibraciones de formaleta
2,0 - 3,5	Seca	Pequeño	Pavimentos vibrados con máquina mecánica
3,5 - 5,0	Semi - seca	Pequeño	Construcciones en masas voluminosas. Losas medianamente reforzadas con vibración Fundaciones en concreto simple Pavimentos con vibradores normales
5,0 - 10,0	Media	Medio	Losas medianamente reforzadas y pavimentos, compactados a mano. Columnas, vigas, fundaciones y muros, con vibración
10,0 - 15,0	Húmeda	Alto	Secciones con mucho refuerzo. Trabajos donde la colocación sea difícil. Revestimiento de túneles. No recomendable para compactarlo con demasiada vibración.

Nota. En la tabla 6 están los asentamientos convenientes para distintos tipos de construcción. Fuente: (Tecnología del Concreto, 2010).

5.4.2 Contenido de aire.

Es la parte de vacío en volumen presente en una mezcla de hormigón, su principal característica es ayudar al hormigón a resistir altas y bajas temperaturas. El ACI sugiere el porcentaje de vacíos oscile entre 1.5 y 6.5%. Además, en condiciones extremas utilizar incursores de aire.

A continuación, se encuentran los valores sugeridos por ACI para varios niveles de exposición.

Tabla 7 Contenido de aire para distintos tipos de exposición y agregado grueso

Agregado grueso		Porcentaje promedio aproximado de aire atrapado	Porcentaje promedio total del aire recomendado para los siguientes grados de exposición.		
Pulg.	Mm		Suave	Mediano	Severo
3/9	9.51	3	4.5	6	7.5
½	12.5	2.5	4	5.5	7
¾	19.10	2	3.5	5	6
1	25.40	1.5	3	4.5	6
1 ½	38.10	1	2.5	4.5	5.5
2	50.8	0.5	2	4	5
3	76.1	0.3	1.5	3.5	4.5
6	152.4	0.2	1	3	4

Nota. En la tabla 7, indica el porcentaje promedio para múltiples grados de exposición. Fuente: (ACI 211.1, 2019).

5.4.3 Selección del tamaño máximo nominal (TMN)

El máximo tamaño del agregado que se puede utilizar está dictado por los datos de refuerzo o la geometría de las estructuras, y su tamaño también se ve afectado por el transporte y la colocación.

- 1/5 distancia pequeña de una cara a otra cara del encofrado.
- 3/4 mínimo espacio entre barras.
- 1/3 altura de las losas.

En algunos casos, la elección del TMN no está limitada por el número mínimo de elementos a combinar, sino por otros factores como el equipo de mezclado disponible o el método deseado de aplicación del hormigón.

5.4.4 Proporción de agua para mezclado.

Se proporciona una tabla para calcular la cantidad correcta de agua necesaria para la mezcla, que se basa en el asentamiento, el tamaño máximo nominal (TMN) de los agregados y el contenido de aire en la mezcla. Dependiendo de cuánta agua absorban los agregados, se debe restar o añadir agua libre.

Tabla 8 Agua de mezclado.

Requisitos aproximados de agua de mezcla y contenido de aire para diferentes y tamaños máximos nominales del agregado								
Trabajabilidad	Tamaño máximo del árido (mm)							
Cm	9,5	12,5	19	25	37,5	50	75	150
Concreto sin aire incluido								
2,5—5	207	199	190	179	166	154	130	113
7,5—10	228	216	205	193	181	169	145	124
15--17,5	243	228	216	202	190	178	160	-
Cant. De aire en un concreto sin aire	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2
Concreto con aire incluido								
2,5—5	181	175	168	160	145	140	135	107
7,5—10	202	193	184	175	160	155	150	119
15--17,5	216	205	197	184	174	166	154	-
Cant. De aire total promedio recomendado (%)								
Exposición leve	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*
Exposición severa	7,5	7,0	6,0	6,0	5,5	5,0	4,5*	4,0*

Nota. la tabla 8, muestra la cantidad de agua de mezclado necesaria y porcentaje de aire.

Fuente: (ACI 211.1, 2019).

5.4.5 Relación agua-cemento, y contenido de aire.

Es esencial entender la correlación entre la resistencia y la relación agua-cemento (a/c) de los materiales concretos utilizados, ya que distintos agregados y cementos resultan en resistencias variadas. Se propone la siguiente tabla para calcular la relación agua-cemento, basándose en la resistencia a la compresión requerida.

En caso de no obtener la desviación estándar se necesario incrementar un porcentaje a la resistencia a la compresión especificada como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 9 Factor de corrección para la compresión.

Resistencia a la compresión específica, $f'c$, MPa.	Resistencia a la compresión requerida, $f'c$, MPa.
Menos de 20	$f'c + 7.0$
De 20 a 35	$f'c + 8.4$
Sobre 35	$f'c + 10.0$

Nota. En la tabla 9, se muestra el factor de corrección al no contar con desviación estándar. Fuente: (ACI 211.1, 2019).

Tabla 10 Valores de la relación a/c.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS		CONCRETO SIN INCLUSOR DE AIRE (RELACIÓN ABSOLUTA POR PESO)	CONCRETO CON INCLUSOR DE AIRE (RELACIÓN ABSOLUTA POR PESO)
kg/cm ²	PSI		
175	2500	0.65	0.56
210	3000	0.58	0.50
245	3500	0.52	0.46
280	4000	0.47	0.42
315	4500	0.44	0.38
350	5000	0.40	0.35

Nota. La tabla 10, indica la relación agua-cemento frente a la resistencia a la compresión y el contenido de aire. Fuente: (ACI 211.1, 2019).

5.4.6 Contenido de cemento.

Ya obtenido la relación a/c y la porción de agua. Únicamente se debe despejar la cantidad de cemento como se explica a continuación en la ecuación (9).

$$C = \frac{a}{a/c} \quad (9)$$

Donde:

C = contenido de cemento, kg.

a = agua de mezclado, kg.

a/c = relación.

5.4.7 Contenido de agregado grueso.

La siguiente tabla se sugiere para su uso por el método ACI. el tamaño nominal máximo de los áridos y el módulo de finura, y calcular el volumen de árido grueso por metro cúbico de hormigón.

Tabla 11 *Volumen de agregado grueso secado en el horno por unidad de volumen de concreto para diferentes módulos de finura de agregado fino.*

Tamaño máximo Agregado grueso.	Módulo de finura de la arena			
	2.4	2.6	2.8	3
9.5 mm	0.5	0.48	0.46	0.44
12.5 mm	0.59	0.57	0.55	0.53
19 mm	.66	0.64	0.62	0.6
25 mm	.71	0.69	0.67	0.65
38 mm	.75	0.73	0.71	0.69
50 mm	.78	0.76	0.74	0.72
75 mm	.82	0.79	0.78	0.75
150 mm	.87	.85	0.83	0.81

Nota. La tabla 11, nos muestra un factor que sirve para obtener la cantidad de agregado grueso.

Fuente: (ACI 211.1, 2019).

5.4.8 Contenido de agregado fino.

La diferencia en los volúmenes absolutos de los componentes del concreto determina la cantidad de agregado fino mediante la siguiente ecuación.

$$V_{af} = 1 - (V_c + V_a + V_{aire} + V_{ag}) \quad (10)$$

Donde:

V_{af} = Volumen de árido fino, vol.

V_c = Volumen de cemento, vol.

V_a = Volumen de agua, vol.

V_{aire} = Volumen de aire, vol.

V_{ag} = Volumen de agregado grueso, vol.

5.4.9 Ajuste del contenido de agua por humedad de agregados.

La cantidad real de agua necesaria debe determinarse de acuerdo con la condición de humedad de los agregados porque el agua de absorción no se incluirá en el agua de mezcla.

Se debe corregir la cantidad de agua ya sea por déficit o exceso utilizando la expresión 11

$$A = M(H \pm Abs) \quad (11)$$

Donde:

A = agua en exceso o déficit

M = peso de la muestra seca, kg.

H= humedad del agregado, porcentaje.

Abs= absorción del agregado, porcentaje.

6 Resultados

6.1 Árido fino

6.1.1 Granulometría del agregado fino

La prueba del tamaño de partículas se realizó utilizando el conjunto de tamices que se muestra en la Tabla 4.

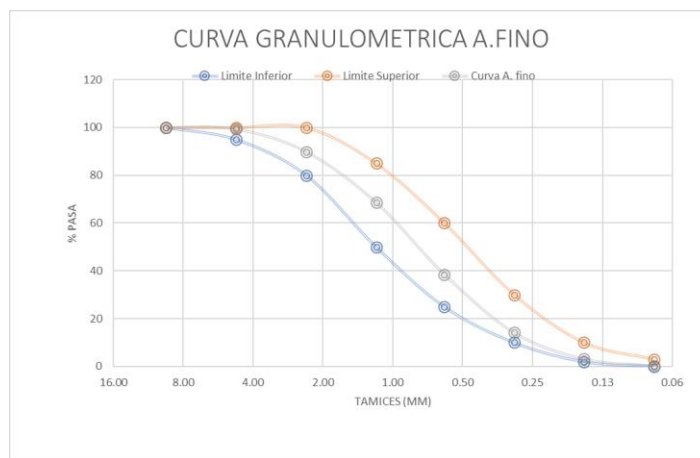
Muestra ensayada: 500.2 gramos

Tabla 12 Granulometría del árido Fino

TAMIZ		PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA		
pulg.	mm				ARENA	ESPECIFICACIÓN	
3/8'	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
N.º 4	4.75	3.50	0.70	0.70	99.30	95	100
N.º 8	2.36	47.80	9.56	10.26	89.74	80	100
N.º 16	1.18	105.70	21.13	31.39	68.61	50	85
N.º 30	0.60	150.40	30.07	61.46	38.54	25	60
N.º 50	0.30	122.00	24.39	85.85	14.15	10	30
N.º 100	0.15	55.20	11.04	96.88	3.12	2	10
N.º 200	0.075	14.20	2.84	99.72	0.28	0	3
FONDO		1.40	0.28	100.00	0.00		

Nota. La tabla 12, nos muestra los resultados de la granulometría del árido fino. Elaborado por: Los Autores.

Figura 6 Granulometría del agregado fino



Nota. La figura 6, nos muestra el porcentaje que pasa en cada tamiz del árido fino con su límite inferior y superior. Elaborado por: Los Autores.

6.1.2 Densidad del agregado fino

De acuerdo a la expresión 5 obtenemos:

$$Densidad = \left(\frac{500}{697.8 + 500 - 999.1} \right) = 2.5 \frac{g}{cm^3} = 2500.53 \frac{kg}{m^3} \quad (12)$$

6.1.3 Absorción del agregado fino

De acuerdo a la expresión 6 obtenemos:

$$Absorción \% = \left(\frac{500 - 481.6}{481.6} \right) * 100 = 3.82 \% \quad (13)$$

6.1.4 Masa unitaria del agregado fino

De acuerdo a la expresión 7 obtenemos:

$$M = \frac{3.76}{0.00282} = 1333.69 \frac{kg}{m^3} \quad (14)$$

6.1.5 Humedad del agregado fino

El ensayo de humedad se realizó cada vez que se llevó a cabo las fundiciones en base a la expresión 4 y se presenta a continuación.

Tabla 13 Humedad del agregado fino.

Fundición	Humedad (%)
1	7.33
2	7.45
3	8.55
4	9.33
5	11.85

Nota. La tabla 13, indica el porcentaje de humedad del árido fino por los días de fundición.

Elaborado por: Los Autores.

6.2 Agregado Grueso

6.2.1 Granulometría del agregado grueso

Para desarrollar el ensayo de granulometría se utilizó el juego de tamices que se muestran en la tabla 2 además para la muestra se basó en la tabla 1 que nos muestra las cantidades mínimas.

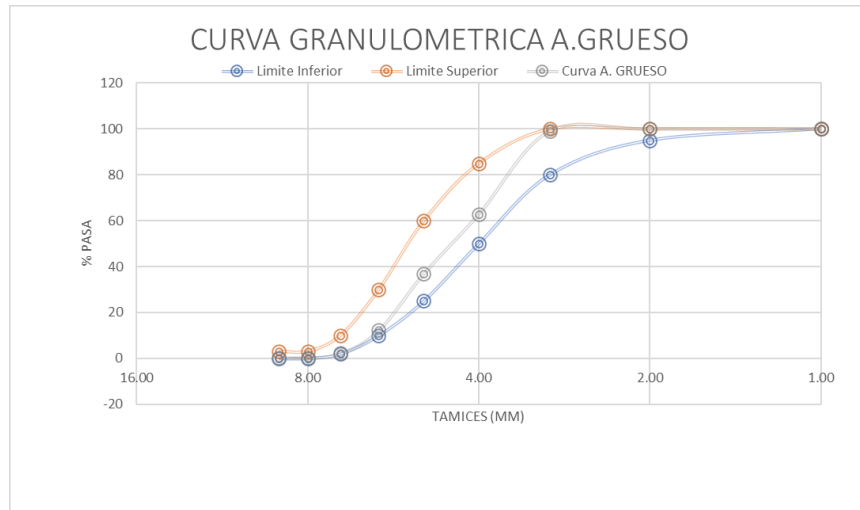
Cantidad ensayada: 5000 gramos

Tabla 14 Granulometría del árido Grueso

TAMIZ		PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA		
pulg.	mm				A. GRUESO	ESPECIFICACIÓN	
1 1/2'	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1'	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00	95	100
3/4'	19.5	46.00	0.92	0.92	99.08	80	100
1/2'	12.5	1810.00	36.21	37.13	62.87	50	85
3/8'	9.5	1298.00	25.97	63.09	36.91	25	60
N.º 4	4.75	1235.00	24.70	87.80	12.20	10	30
N.º 8	0.15	500.00	10.00	97.80	2.20	2	10
N.º 16	0.075	90.00	1.80	99.60	0.40	0	3
N.º 30	0.075	2.00	0.04	99.64	0.36	0	3
FONDO		18.00	0.36	100.00	0.00		

Nota. La tabla 14, indica la granulometría del agregado grueso. Elaborado por: Los Autores.

Figura 7 Curva granulométrica del agregado grueso



Nota. En la figura 7, nos muestra el porcentaje que pasa en cada tamiz del árido grueso con su límite inferior y superior. Elaborado por: Los Autores.

6.2.2 Gravedad Específica del agregado grueso

De acuerdo con la expresión 1:

$$Densidad\ relativa = \left(\frac{3000}{3000 - 1876.8} \right) = 2.67 \quad (15)$$

$$Densidad\ especifica = 2.67 * 997.5 \frac{kg}{m^3} = 2660.79 \frac{kg}{m^3} \quad (16)$$

6.2.3 Absorción del agregado grueso

Conforme a la expresión 2 obtenemos:

$$\text{Absorción \%} = \left(\frac{3000 - 2956.77}{2956.77} \right) * 100 = 1.47 \% \quad (17)$$

6.2.4 Masa unitaria del agregado grueso

De acuerdo a la expresión 3 obtenemos:

$$M = \frac{13.19}{0.00961} = 1372.91 \frac{kg}{m^3} \quad (18)$$

6.2.5 Humedad del agregado grueso

El ensayo se realizó cada vez que se realizó las fundiciones en base a la expresión 4 indicada en la tabla 15.

Tabla 15 Humedad del agregado grueso.

Fundición	Humedad (%)
1	0.37
2	0.4
3	0.38
4	0.34
5	0.39

Nota. La tabla 15, se presenta el porcentaje de humedad por los días de fundición por: Los Autores.

6.3 Diseño de mezcla por el método ACI 211.1

6.3.1 Elección del asentamiento

Con base a la tabla 6 se permite elegir entre un alcance entre 5 y 10 centímetros. Como nuestra investigación requiere de un grado de trazabilidad medio se optó por 10 centímetros.

Conforme a la norma 1578 se realizó el ensayo en el cual en una primera mezcla de prueba nos dio un valor de 8 cm con lo cual se procedió a realizar un reajuste a la cantidad de agua hasta obtener el asentamiento estimado.

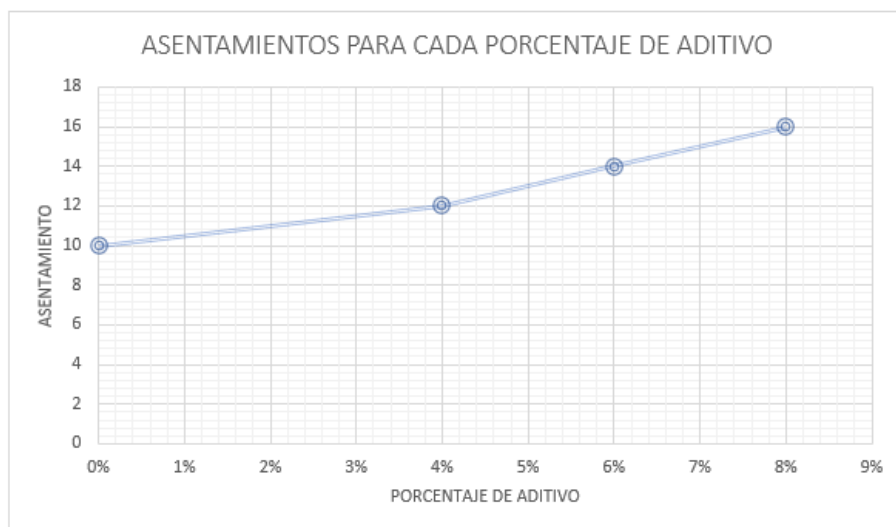
Figura 8 *Ensayo de asentamiento para hormigón patrón.*



Nota. En la figura 8, se muestra el asentamiento del hormigón patrón. Elaborado por: Los autores.

También mediante la NTE INEN 1578 se verifico el asentamiento para las mezclas con adición de aditivo del 4,6 y 8%.

Figura 9 Asentamiento para cada porcentaje de aditivo



Nota. En la figura 9, se muestra el asentamiento obtenido para cada porcentaje de aditivo.

Elaborado por: Los autores.

6.3.2 Elección del tamaño máximo nominal (TMN).

La selección del TMN del agregado grueso se realiza en función del tipo de estructura. Para esta investigación se asumió un TMN de 19 mm o 3 / 4 pulgadas.

6.3.3 Contenido de aire

Según la tabla 7, para un tamaño máximo nominal de 19 mm, se espera un porcentaje de aire atrapado del 2%. Utilizando un medidor de aire tipo B, se llevó a cabo la medición del porcentaje de aire atrapado en el concreto, obteniéndose un resultado del 1.9% de acuerdo con la norma ASTM C231.

Figura 10 Contenido de aire atrapado del hormigón patrón.



Nota. La figura 10, representa el contenido de aire del hormigón patrón. Elaborado por: Los autores.

6.3.4 Estimación de la cantidad de agua

De acuerdo con los datos presentados en la tabla 8, se concluye que un asentamiento de 10 cm resulta en una cantidad de agua de 207 kg, lo que representa el 0.207 del volumen total de la mezcla de hormigón. Sin embargo, este valor puede variar ya que los áridos tienen la capacidad de incrementar o disminuir la cantidad de agua en la mezcla debido a su humedad y absorción, lo que tiene un impacto directo en la cantidad de agua presente en la mezcla.

6.3.5 Elección de la relación a/c.

Dado que la resistencia a la compresión específica es de $f^c = 240 \text{ kg/cm}^2$, por medio de la tabla 9 se obtuvo la resistencia a la compresión requerida, que consiste en mayorar la resistencia.

En el primer caso dado que la resistencia a la compresión requerida de $f^c = 324 \text{ kg/cm}^2$ se realizó una interpolación en base a la tabla 10, en donde se obtuvo una relación a/c de 0.43

En el segundo caso se trabajó con una relación a/c de 0.39, como resultado de reducir la cantidad de agua en un 10% y divido para la misma cantidad de cemento.

6.3.6 Contenido de cemento

La cantidad de cemento necesaria para la mezcla se calcula utilizando la ecuación 9, que toma en cuenta la relación a/c y la cantidad de agua previamente calculada, como se muestra a continuación:

$$C = \frac{207}{0,43} = 482 \text{ kg} \quad (19)$$

De acuerdo a la tabla 5, la densidad del cemento es de 2900 kg/m³. Por lo tanto, el volumen de cemento por metro cúbico de concreto es:

$$V_c = \frac{C}{\rho} = \frac{482 \text{ kg}}{2900 \text{ kg/m}^3} = 0.17 \text{ m}^3 \quad (20)$$

6.3.7 Contenido de agregado Grueso.

Conforme al módulo de finura del agregado fino y al TMN del agregado grueso mediante los datos de la tabla 11, se realizó una interpolación de los datos y se obtuvo un valor de 0.63. Luego con la masa unitaria de la ecuación 17, se calcula la cantidad de agregado grueso por unidad de metro cubico de hormigón:

$$A_g = 0.63 * 1372.91 \text{ kg} = 868.02 \text{ kg} \quad (20)$$

Después, con la densidad calculada en la ecuación 16 se obtiene el volumen de agregado grueso.

$$V_{ag} = \frac{868.02 \text{ kg}}{2660.79 \text{ kg/m}^3} = 0.33 \text{ m}^3 \quad (21)$$

6.3.8 Contenido de agregado fino.

De acuerdo a la ecuación 10 se obtiene como resultado la siguiente cantidad de volumen de árido fino.

$$V_{af} = 1 - (0.17 + 0.21 + 0.02 + 0.33) = 0.28 \text{ m}^3 \quad (22)$$

6.3.9 Ajuste del contenido de agua por humedad de agregados.

Se procedió a realizar una corrección por humedad. En la tabla 16 se detallan las cantidades que deben disminuirse o aumentarse según corresponda

Tabla 16 Agua contenida por los áridos

Fundición	Agua del A.fino (kg)	Agua del A.grueso (kg)	Exceso o Deficit (kg)	Cantidad de agua (kg)	Cantidad de Cemento (kg)
1	24.99	-9.60	15.39	191.61	445.90
2	25.00	-9.58	15.42	191.60	445.87
3	25.81	-9.55	16.26	190.79	443.98
4	25.81	-9.52	16.29	190.79	443.98
5	26.89	-9.60	17.29	189.54	442.98

Nota. La tabla 16, muestra los valores de agua corregidos por humedad y absorción de los áridos.

Elaborado por: Los autores.

Caso 1: Manteniendo constante la relación a/c.

Tabla 17 Dosificaciones de los componentes para un metro cúbico de hormigón simple y con diferentes dosis de aditivos.

Descripción	Materiales para un m ³ de hormigón				
	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (litros)	Aditivo (litros)
patrón 0% de aditivo	445.87	677.13	877.28	191.6	-
Sika BV 40 al 0.4%	445.87	677.13	877.28	191.6	1.78
Sika BV 40 al 0.6%	445.87	677.13	877.28	191.6	2.66
Sika BV 40 al 0.8%	445.87	677.13	877.28	191.6	3.55

Nota. La tabla 17, muestra la cantidad de los materiales a utilizar para la mezcla de hormigón simple y con diferentes dosis de aditivos. Fuente: Los autores.

Caso 2: Disminuyendo la cantidad de agua.

Para obtener el asentamiento esperado de 10 cm se procedió a realizar diferentes dosificaciones de aditivo dando como resultado de 0.7% del peso del cemento.

Tabla 18 *Materiales para un m³ de hormigón*

Descripción	Materiales para un m ³ de hormigón				
	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (litros)	Aditivo (litros)
patrón 0% de aditivo	445.87	677.13	877.28	191.6	-
Sika BV 40 al 0.7 %	445.87	677.13	877.28	172.44	3.12

Nota. La tabla 18, muestra las cantidades de los materiales para realizar la mezcla de hormigón y reduciendo el 10 % de agua. Fuente: Los autores.

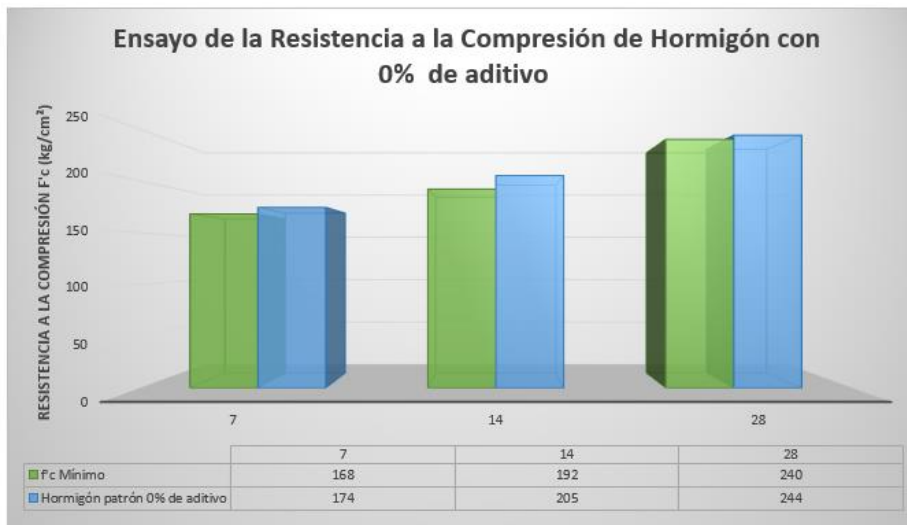
6.4 Resistencias entre hormigón simple y con aditivo Sika BV 40

Se realizó una comparación del promedio de resistencia a la compresión del hormigón denominado patrón con 0% de aditivo y con las diferentes porciones de aditivo que se ensayaron a un tiempo de curado de 7, 14 y 28 días como se indica a continuación:

Caso 1

6.4.1 Ensayo de la Resistencia a la Compresión de hormigón con 0% de aditivo Sika BV.40

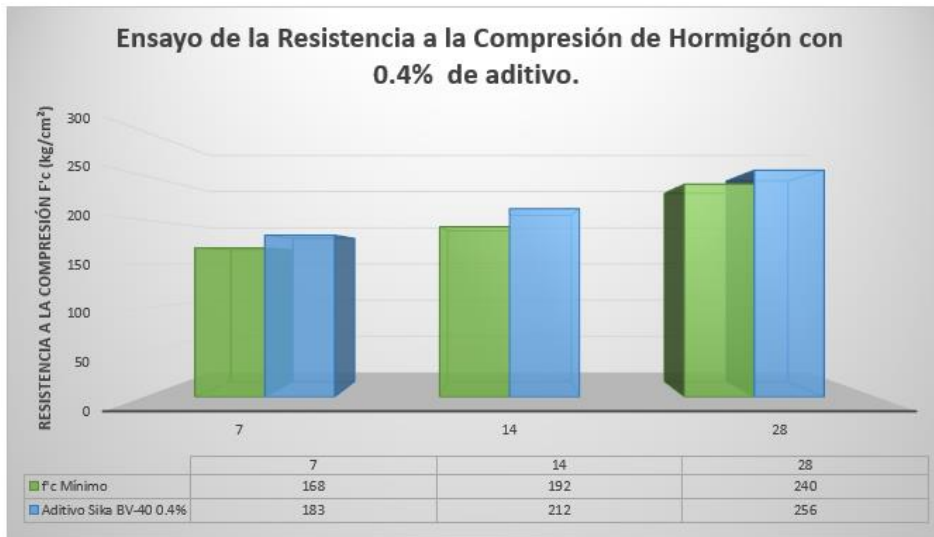
Figura 11 Resistencia mínima y resistencia promedio del hormigón patrón



Nota. Como se puede apreciar en la figura 8, el promedio de resistencia a la compresión del hormigón, que se establece como patrón con el 0% de aditivo y diseñado para un $F'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$, se obtuvo a través de ensayos realizados durante periodos de curado de 7, 14 y 28 días. La resistencia máxima promedio obtenida a los 28 días fue de 244 Kg/cm^2 . Además, se muestran las resistencias mínimas que el hormigón debe alcanzar en las edades probadas. Elaborado por: Los Autores.

6.4.2 Ensayo de la Resistencia a la Compresión de hormigón con 0.4% de aditivo Sika BV.40

Figura 12 Resistencia mínima y resistencia promedio del hormigón con 0.4% de aditivo

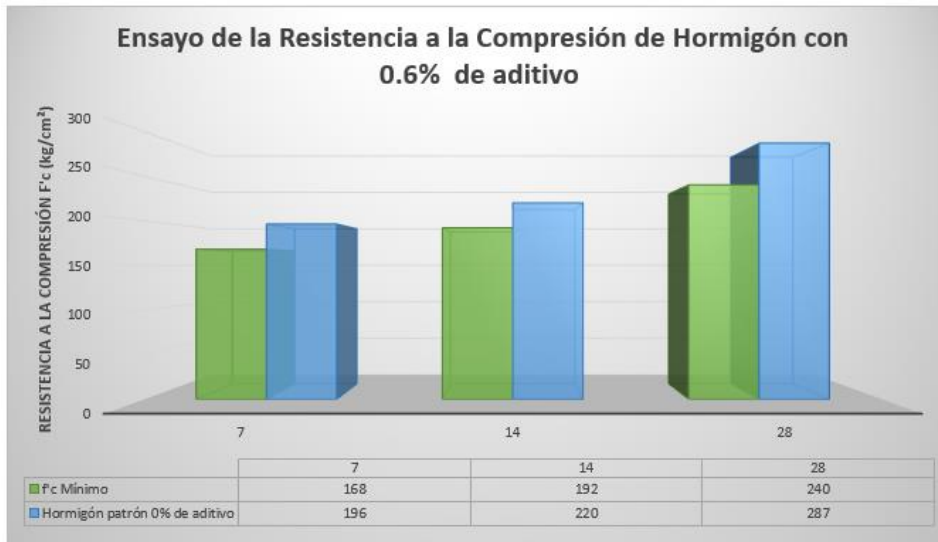


Nota. En la figura 9, se observa el promedio de resistencia a la compresión del hormigón con el 0.4% de aditivo diseñado para un $F'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$, estos ensayos se realizaron con un tiempo de curado de 7, 14 y 28 días. El promedio de la máxima resistencia obtenida a los 28 días es de 256 Kg/cm^2 , además se presenta las resistencias mínimas que deben alcanzar el hormigón a las edades ensayadas. Elaborado por: Los Autores.

6.4.3 Ensayo de la Resistencia a la Compresión de hormigón con 0.6% de aditivo Sika

BV.40

Figura 13 Resistencia mínima y resistencia promedio del hormigón con 0.6% de aditivo

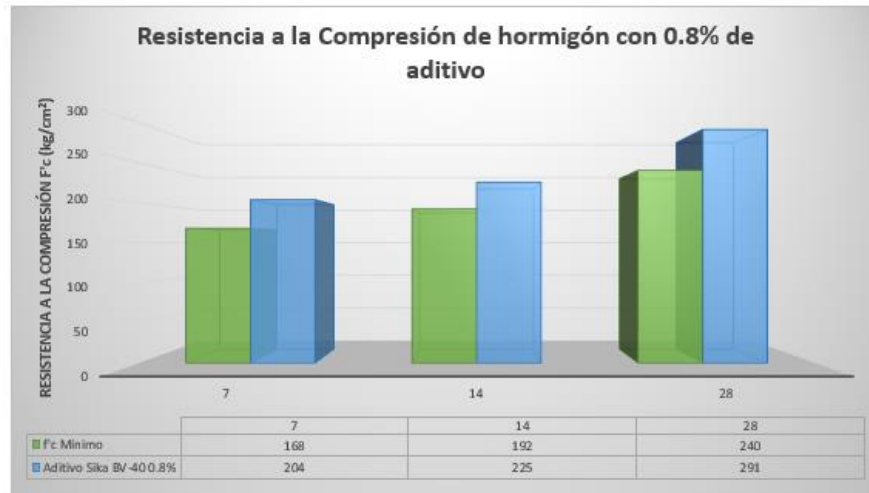


Nota. En la figura 10, se observa el promedio de resistencia a la compresión del hormigón con el 0.6% de aditivo diseñado para un $F'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$, estos ensayos se realizaron con un tiempo de curado de 7, 14 y 28 días. El promedio de la máxima resistencia obtenida a los 28 días es de 287 Kg/cm^2 , además se presenta las resistencias mínimas que deben alcanzar el hormigón a las edades ensayadas. Elaborado por: Los Autores.

6.4.4 Ensayo de la Resistencia a la Compresión de hormigón con 0.8% de aditivo Sika

BV.40

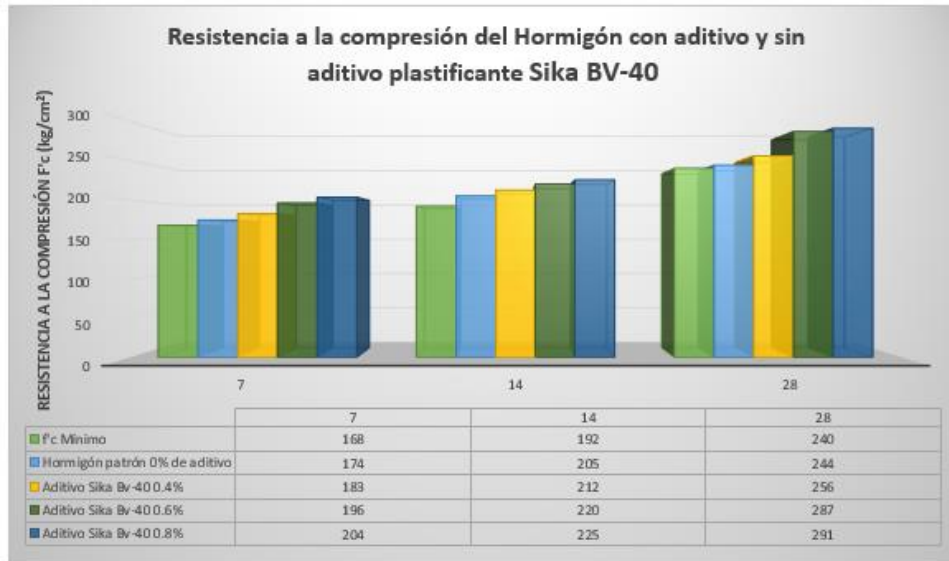
Figura 14 Resistencia mínima y resistencia promedio del hormigón con 0.8% de aditivo



Nota. En la figura 11, se observa el promedio de resistencia a la compresión del hormigón con el 0.8% de aditivo diseñado para un $F'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$, estos ensayos se realizaron con un tiempo de curado de 7, 14 y 28 días. El promedio de la máxima resistencia obtenida a los 28 días es de 291 Kg/cm^2 , además se presenta las resistencias mínimas que deben alcanzar el hormigón a las edades ensayadas. Elaborado por: Los Autores.

6.4.5 Ensayo a la compresión del hormigón con y sin aditivo Sika BV.40

Figura 15 Resistencia mínima y resistencia a la compresión con y sin aditivo plastificante Sika BV-40.

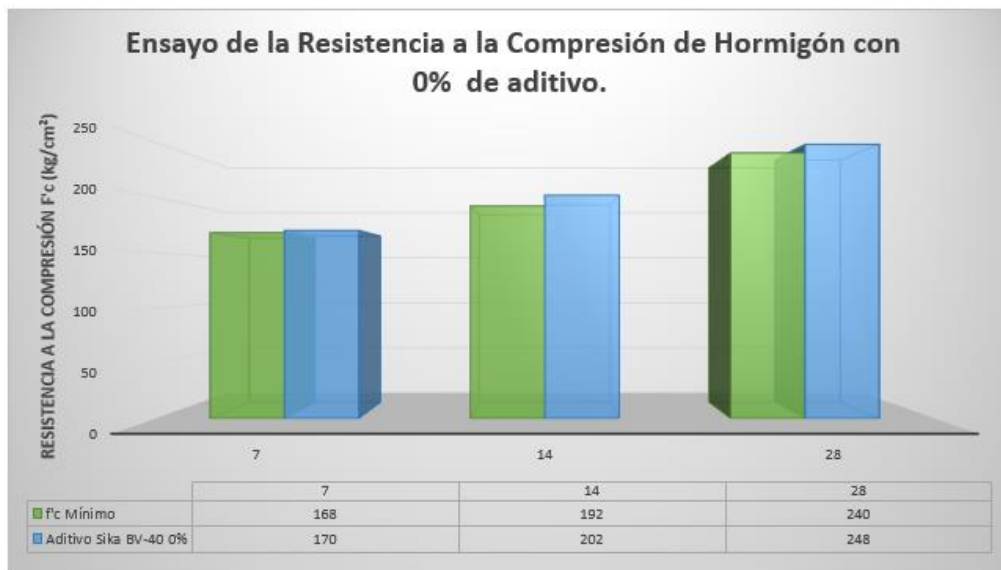


Nota. En figura 12, se observa la comparación entre todas las resistencias obtenidas de los hormigones con y sin aditivo plastificante Sika BV-40 para un $F'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$, se observa que la mínima resistencia que se obtuvo a la edad de 28 días se alcanzó con el hormigón añadido el 0.4% de aditivo plastificante Sika BV-40 al obtener 256 Kg/cm^2 y la resistencia máxima alcanzada fue con el 0.8% de aditivo al 291 Kg/cm^2 . Elaborado por: Los Autores.

Caso 2

6.4.6 Resistencia a la Compresión de hormigón con 0% de aditivo Sika BV.40

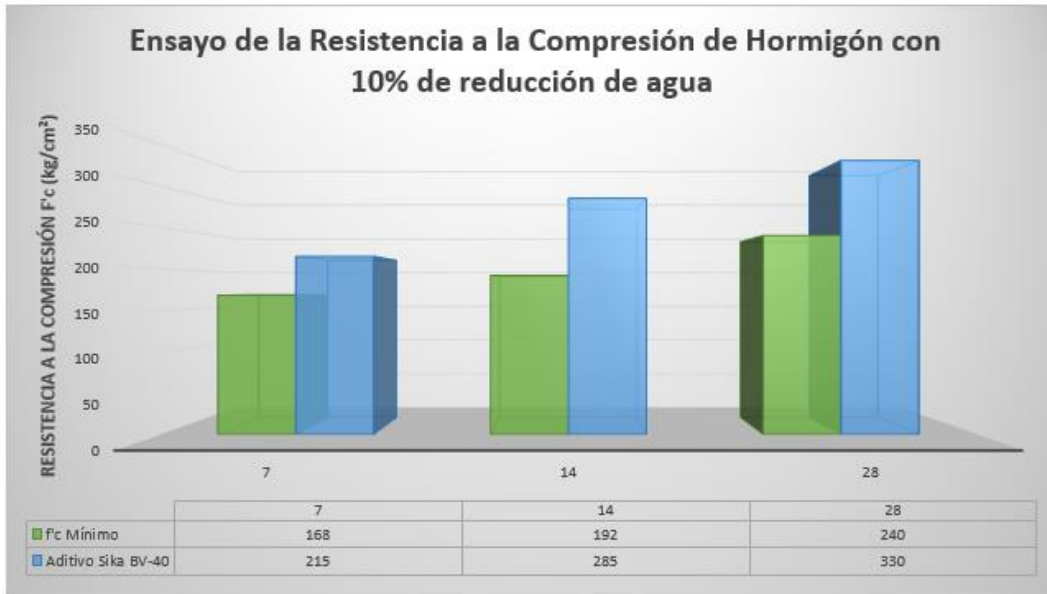
Figura 16 Resistencia mínima y resistencia a la compresión con 0% de aditivo



Nota. En la figura 13, se observa el promedio de resistencia a la compresión del hormigón definida como patrón con el 0% de aditivo diseñado para un $F'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$, estos ensayos se realizaron con un tiempo de curado de 7, 14 y 28 días. El promedio de la máxima resistencia obtenida a los 28 días es de 248 Kg/cm^2 , además se presenta las resistencias mínimas que deben alcanzar el hormigón a las edades ensayadas. Elaborado por: Los Autores.

6.4.7 Ensayo de la Resistencia a la Compresión de hormigón con reducción del 10% de agua.

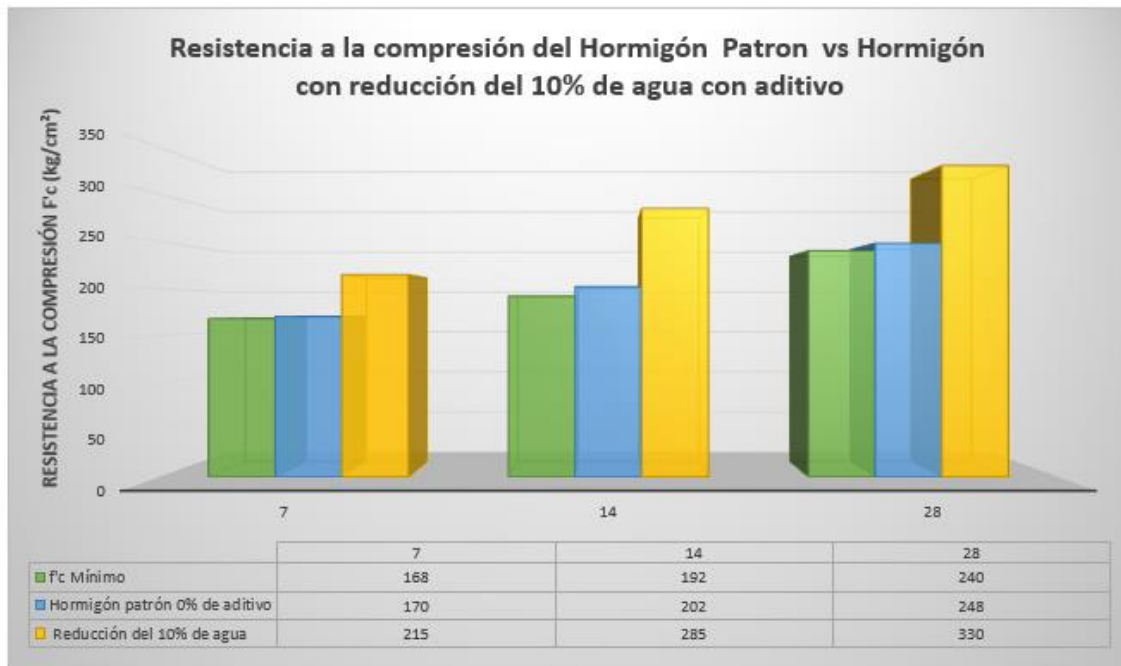
Figura 17 Resistencia mínima y resistencia a la compresión del hormigón con aditivo y reducción del 10% de agua.



Nota: La figura 14, se observa el promedio de resistencia a la compresión del hormigón con reducción del 10% de agua diseñado para un $F'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$, estos ensayos se realizaron con un tiempo de curado de 7, 14 y 28 días. El promedio de la máxima resistencia obtenida a los 28 días es de 248 Kg/cm^2 , además se presenta las resistencias mínimas que deben alcanzar el hormigón a las edades ensayadas. Elaborado por: Los Autores.

6.4.8 Ensayo a la compresión del hormigón con y sin aditivo Sika Bv.40

Figura 18 Resistencia a la compresión del hormigón con aditivo y reducción del 10% de agua y sin aditivo



Nota. La figura 15, se observa la comparación entre todas las resistencias obtenidas del hormigón sin aditivo y el hormigón con reducción de agua y con aditivo Sika BV-40 para un $F'c = 240$ Kg/cm², se observa que a la edad de 28 días de curado se obtuvo una resistencia de 248 Kg/cm² con el hormigón patrón de otra forma el hormigón con reducción del 10% de agua se obtuvo 330 Kg/cm² además se presenta las resistencias mínimas que deben alcanzar el hormigón a las edades ensayadas. Elaborado por: Los Autores.

7 Conclusiones

El estudio de las características del agregado grueso y fino sugiere que se alinean con los estándares especificados en la NTE INEN 872, particularmente en relación con su tamaño de partícula. Es fundamental para la preparación correcta de la mezcla siguiendo el método ACI 211.1.

En base a la trabajabilidad, se concluyó que en el primer caso al añadir 0.4% de aditivo se incrementó 2 cm el asentamiento y al agregar el 0.6% y 0.8% también subió 2 cm en cada uno respectivamente con un máximo de 8 cm más de los 10 cm que se utilizaron para el diseño patrón. En el caso dos se redujo el agua en un 10% utilizando un 0.7% del peso del cemento en aditivo logrando de esta manera alcanzar el asentamiento propuesto de 10 cm.

En los dos casos realizados el aditivo plastificante Sika Bv – 40 alcanzo una resistencia superior al hormigón de diseño a los 28 días:

- Con el 0% de aditivo se obtuvo una resistencia promedio de 244 Kg/cm².
- Agregado el 0.4% de aditivo se obtuvo una resistencia promedio de 256 Kg/cm² con un incremento del 4.92%.
- Incorporado el 0.6% de aditivo se obtuvo una resistencia promedio de 287 Kg/cm² con un aumento del 17.62%.
- Adicionado el 0.8% de aditivo se obtuvo una resistencia promedio de 291 Kg/cm² con una mejoría del 19.26%.
- Con una reducción del 10% de agua y una adición del 0.7% de aditivo con una resistencia promedio de 330 Kg/cm² con un incremento del 35.25%.

Para el primer caso, donde se conservó la relación agua/cemento, se alcanzó la resistencia a la compresión más alta al agregar el 0.8% del aditivo plastificante Sika BV-40 en relación con el peso del cemento. Esto resultó en un aumento del 19.26% en comparación con el hormigón de referencia.

Para el segundo caso, al utilizar un 0.7% del aditivo plastificante Sika BV-40 y disminuir el agua en un 10%, se logró la resistencia a la compresión más elevada, con un aumento del 35.25% en comparación con el hormigón estándar. Por lo tanto, se concluye que al reducir la relación agua/cemento se incrementa la resistencia a la compresión, y con el apoyo del aditivo se conserva la misma trabajabilidad.

8 Recomendaciones

- Es indispensable emplear agregados que cumplan con las normativas correspondientes al realizar el diseño de mezcla para el hormigón, ya que la conformidad con estos estándares es crucial para garantizar la resistencia a la compresión del material.
- Se sugiere la utilización de aditivos plastificantes, ya que los resultados obtenidos en este estudio señalan que mejora efectivamente la resistencia a la compresión del hormigón en los intervalos de edades recomendados.
- Se sugiere que futuras investigaciones realicen ensayos utilizando cantidades mínimas, medias y máximas del tipo de aditivo, con el fin de determinar su uso óptimo.
- Se recomienda contar con la ficha técnica del aditivo específico para determinar la cantidad adecuada a utilizar y comprender cómo esta proporción afecta el diseño de la mezcla.

9 Bibliografía

Hormigón y Acero. (2018). Hormigón y Acero, revista de la Asociación Española de Ingeniería Estructural (ACHE). Recuperado de Elsevier.

Mochón-Bezares, G., & Sorli-Rojo, Á. (2021). Estudios sobre hormigón: su presencia a través de la revista "Informes de la construcción". Una aproximación bibliométrica, 1980-2018. Informes de la Construcción, 73(563), e406. Recuperado de Informes de la Construcción.

Al-Gburi, M., & Yusuf, S. A. (2022). Investigation of the effect of mineral additives on concrete strength using ANN. Asian Journal of Civil Engineering, 23, 405-414.

Bazari, A. A. K., Chini, M., Nikfal, Z., & Vatani, M. (2021). Effect of Clinker Phase Changes on Cement Performance and its Reactivity with Super Plasticizer Additive. Journal of Civil Engineering and Materials Application, 5(4), 211-221.

Ezeagu, A. C., & Edwin, E. E. (2021). Influence of Super plasticizer on the Compressive Strength and Setting Time of Concrete. American Journal of Engineering and Technology Management, 6(5), 82-88.

Campo, K. E., & Martinez, M. A. (2016). "Influencia Del Aditivo Sikacem Plastificante En Polvo Sobre La Consistencia Y Resistencia Del Concreto Para Cimentaciones - Ciudad De Jaén". Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Jaén, Jaén, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/233>

ACI 211.1. (2019). Diseño de Mezclas de Concreto.

Atenas. (2021). CEMENTO ATENAS TIPO GU FICHA TÉCNICA. Cuenca.

Google Earth. (2023). Imagen Geográfica .

NTE INEN 2380. (2011). Norma 2380.

NTE INEN 696. (2011). ÁRIDOS. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN LOS ÁRIDOS, FINO Y GRUESO. Quito.

NTE INEN 857. (2010). ÁRIDOS. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD, DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DEL. Quito.

NTE INEN 872. (2011). ÁRIDOS PARA HÓRMIGON.REQUISITOS

10 Anexos

1. Granulometría del agregado fino mina la milagrosa

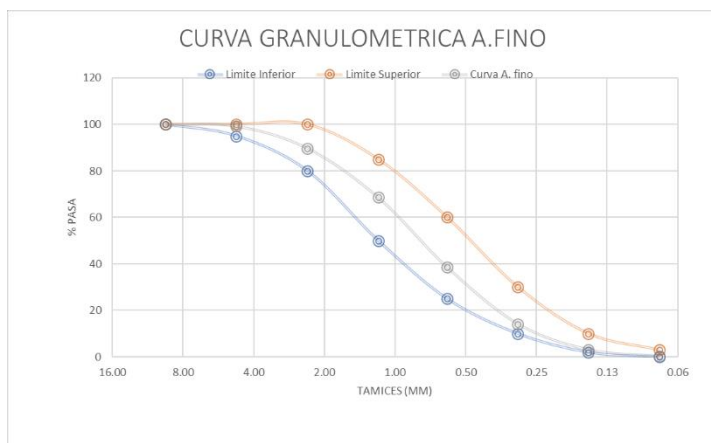


GRANULOMETRIA

ELABORADO POR DEYVID PEREZ - DANNY CRESPO

ENSAYO	GRANULOMETRIA		
NORMA	NTE INEN 696, 697 - ASTM C136		
CANTERA	LA MILAGROSA	FECHA DE MUESTREO	7/8/2023
UBICACION	AZUAY	FECHA DE ENSAYO	8/9/2023

AGREGADO FINO		PESO MUESTRA SECA, Ws (g)			500.20	
TAMIZ		PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA	
pulg.	mm				ARENA	ESPECIFICACION
3/8'	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
N.º 4	4.75	3.50	0.70	0.70	99.30	95
N.º 8	2.36	47.80	9.56	10.26	89.74	80
N.º 16	1.18	105.70	21.13	31.39	68.61	50
N.º 30	0.60	150.40	30.07	61.46	38.54	25
N.º 50	0.30	122.00	24.39	85.85	14.15	10
N.º 100	0.15	55.20	11.04	96.88	3.12	2
N.º 200	0.075	14.20	2.84	99.72	0.28	0
FONDO		1.40	0.28	100.00	0.00	
		500.20	100.00			



MODULO DE FINURA
AGREGADO FINO
2.87



2. Granulometría del agregado fino mina la milagrosa.



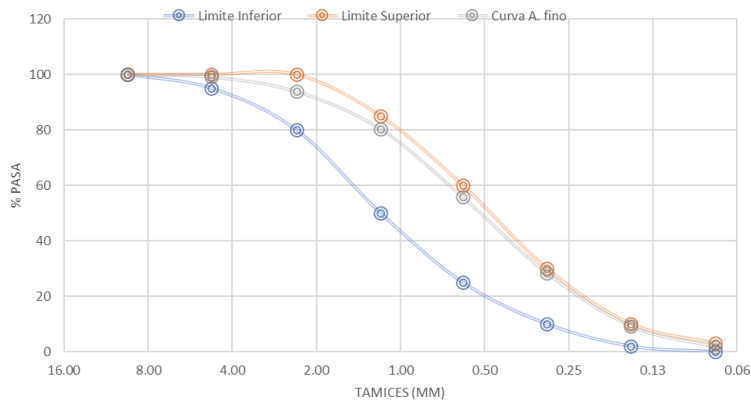
GRANULOMETRIA

ELABORADO POR DEYVID PEREZ - DANNY CRESPO

ENSAYO	GRANULOMETRIA		
NORMA	NTE INEN 696 - ASTM C136		
CANTERA	LA JOSEFINA	FECHA DE MUESTREO	7/8/2023
UBICACION	AZUAY	FECHA DE ENSAYO	8/9/2023

AGREGADO FINO		PESO MUESTRA SECA, Ws (g)			480.00		
TAMIZ		PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA		
pulg.	mm				ARENA	ESPECIFICACION	
3/8'	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
N.º 4	4.75	4.00	0.83	0.83	99.17	95	100
N.º 8	2.36	25.00	5.21	6.04	93.96	80	100
N.º 16	1.18	65.00	13.54	19.58	80.42	50	85
N.º 30	0.60	118.00	24.58	44.17	55.83	25	60
N.º 50	0.30	132.00	27.50	71.67	28.33	10	30
N.º 100	0.15	92.00	19.17	90.83	9.17	2	10
N.º 200	0.075	36.00	7.50	98.33	1.67	0	3
FONDO		8.00	1.67	100.00	0.00		
		480.00	100.00				

CURVA GRANULOMETRICA A.FINO



MODULO DE FINURA
AGREGADO FINO 2.33



3. Granulometría del agregado fino mina la milagrosa.



GRANULOMETRIA

ELABORADO POR DEYVID PEREZ - DANNY CRESPO

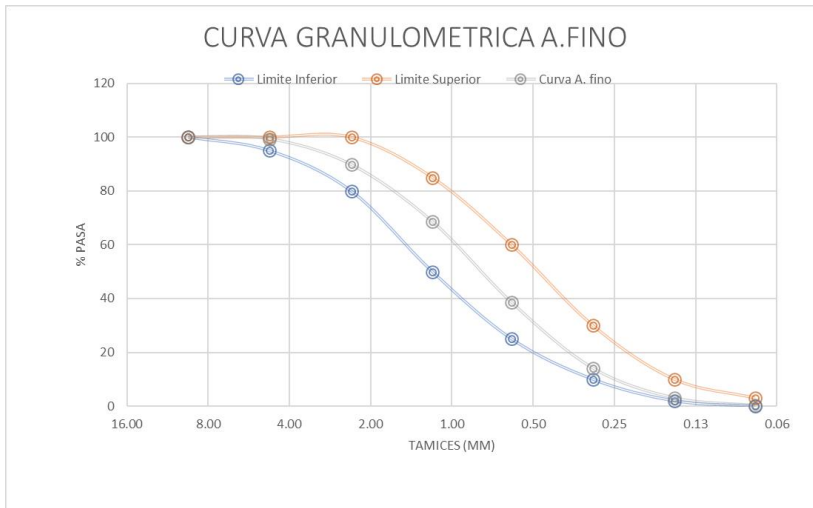
ENSAYO	GRANULOMETRIA		
NORMA	NTE INEN 696, 697 - ASTM C136		
CANTERA	LA MILAGROSA	FECHA DE MUESTREO	7/8/2023
UBICACION	AZUAY	FECHA DE ENSAYO	8/9/2023

AGREGADO FINO		PESO MUESTRA SECA, Ws (g)			547.30	
TAMIZ		PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULAD O (%)	% QUE PASA	
pulg.	mm				ARENA	ESPECIFICACION
3/8'	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
N.º 4	4.75	4.00	0.73	0.73	99.27	95
N.º 8	2.36	52.30	9.56	10.29	89.71	80
N.º 16	1.18	115.50	21.12	31.41	68.59	50
N.º 30	0.60	160.40	29.33	60.74	39.26	25
N.º 50	0.30	130.60	23.88	84.62	15.38	10
N.º 100	0.15	61.10	11.17	95.79	4.21	2
N.º 200	0.075	20.00	3.66	99.45	0.55	0
FONDO		3.00	0.55	100.00	0.00	
		546.90	100.00			

Error

0.07%

ENSAYO CORRECTO



MODULO DE FINURA
AGREGADO FINO

2.84



4. Granulometría del agregado grueso mina la josefina.

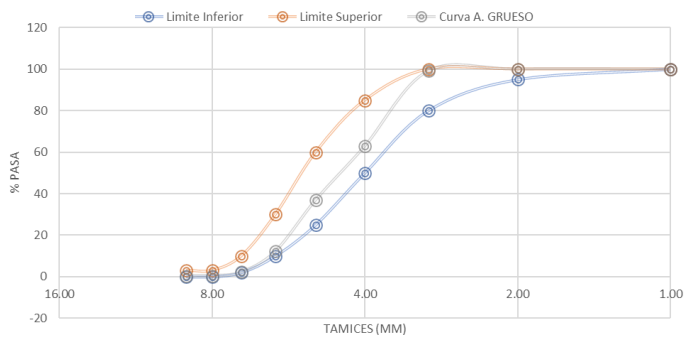


GRANULOMETRIA

ELABORADO POR DEYVID PEREZ - DANNY CRESPO

ENSAYO		GRANULOMETRIA					
NORMA		NTE INEN 696 - ASTM C136					
CANTERA		LA JOSEFINA			FECHA DE MUESTREO	7/8/2023	
UBICACION		AZUAY			FECHA DE ENSAYO	8/9/2023	
AGREGADO GRUESO			PESO MUESTRA SECA, W _s (g)			5000.00	
TAMIZ		PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA		
pulg.	mm				A. GRUESO	ESPECIFICACION	
1 1/2'	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1'	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00	95	100
3/4'	19.5	46.00	0.92	0.92	99.08	80	100
1/2'	12.5	1810.00	36.21	37.13	62.87	50	85
3/8'	9.5	1298.00	25.97	63.09	36.91	25	60
N.º 4	4.75	1235.00	24.70	87.80	12.20	10	30
N.º 8	0.15	500.00	10.00	97.80	2.20	2	10
N.º 16	0.075	90.00	1.80	99.60	0.40	0	3
N.º 30	0.075	2.00	0.04	99.64	0.36	0	3
FONDO		18.00	0.36	100.00	0.00		
		4999.00	100.00				
Error		0.02%	ENSAYO CORRECTO				

CURVA GRANULOMETRICA A.GRUESO



5. Resultados de ensayo del tamiz #200 árido fino.

CANTERA LA MILAGROSA FINO					
MUESTRA	Tamiz		Peso Seco Original (gr)	Peso Seco Despues del Lavado (gr)	% Que Pasa N° 200
	pulg	um			
M-1	# 200	75.00	557.90	547.30	1.90%
M-2	# 200	75.00	515.20	500.20	2.91%
M-3	# 200	75.00	495.80	485.20	2.14%

% PASANTE LA MALLA # 200 PROMEDIO =	2.32%
-------------------------------------	-------




6. Resultados de ensayo del tamiz #200 árido grueso.

CANTERA LA JOSEFINA GRUESO					
MUESTRA	Tamiz		Peso Seco Original (gr)	Peso Seco Despues del Lavado (gr)	% Que Pasa N° 200
	pulg	um			
M-1	# 200	75.00	2546.00	2505.30	1.60%
M-2	# 200	75.00	2547.00	2507.30	1.56%
M-3	# 200	75.00	2700.70	2655.90	1.66%

% PASANTE LA MALLA # 200 PROMEDIO =	1.61%
-------------------------------------	-------




7. Peso Unitario del agregado fino.

 PESO UNITARIO Y VACIO DE LOS AGREGADOS						
ELABORADO POR DEYVID PEREZ - DANNY CRESPO						
ENSAYO	PESO UNITARIO Y VACIO DE LOS AGREGADOS					
NORMA	NTE INEN /ASTM C29					
CANTERA	LA MILAGROSA				FECHA DE MUESTREO	25/9/2023
UBICACION	AZUAY				FECHA DE ENSAYO	26/9/2023
PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO						
AGREGADO FINO		Tamano Maximo Nominal (TMN)		2.36 mm	VOLUMEN MOLDE	0.00282 m3
ID	DESCRIPCION	UNIDADES	1	2	3	RESULTADOS
A	Peso del molde + AF Compactado	kg	5.61	5.57	5.58	
B	Peso del molde	kg	1.54	1.54	1.54	
C	Peso del AF compactado, C = A - B	kg	4.07	4.03	4.03	
D	PESO UNITARIO COMPACTADO D = C / Vol. Molde	kg/m3	1443.26	1429.08	1430.50	1434.28
E	Peso del molde + AF Suelto	kg	5.34	5.28	5.29	
F	Peso del AF Suelto, F = E - B	kg	3.80	3.74	3.75	
G	PESO UNITARIO SUELTO G = F / Vol. Molde	kg/m3	1346.81	1325.18	1329.08	1333.69



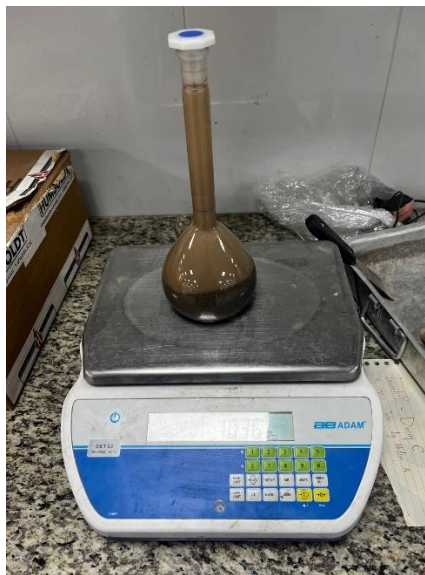
8. Peso Unitario del agregado Grueso.

 PESO UNITARIO Y VACIO DE LOS AGREGADOS							
ELABORADO POR DEYVID PEREZ - DANNY CRESPO							
PESO UNITARIO Y VACIO DE LOS AGREGADOS							
NTE INEN /ASTM C29							
ENSAYO						FECHA DE MUESTREO	25/9/2023
NORMA						FECHA DE ENSAYO	26/9/2023
CANTERA	LA JOSEFINA						
UBICACION	AZUAY						
PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO							
AGREGADO GRUESO		Tamano Maximo Nominal (TMN)	2.36 mm	VOLUMEN MOLDE	0.00961	m3	
ID	DESCRIPCION	UNIDADES	1	2	3	RESULTADOS	
A	Peso del molde + AG Compactado	kg	26.57	26.89	26.92		
B	Peso del molde	kg	12.17	12.17	12.17		
C	Peso del AG compactado, C = A - B	kg	14.39	14.71	14.74		
D	PESO UNITARIO COMPACTADO D = C / Vol. Molde	kg/m3	1497.50	1531.11	1533.92	1520.85	
E	Peso del molde + AG Suelto	kg	25.28	25.57	25.26		
F	Peso del AG Suelto, F = E - B	kg	13.10	13.39	13.08		
G	PESO UNITARIO SUELTO G = F / Vol. Molde	kg/m3	1363.58	1393.65	1361.50	1372.91	




9. Gravedad específica y absorción del agregado fino.

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADOS FINOS						
ID	DESCRIPCION	UNIDADES	1	2	3	RESULTADOS
A	Peso Saturado Superficialmente Seco del suelo (P _{ss})	g	500.00	500.00	500.00	
B	Peso del picnometro + agua	g	697.80	698.90	649.10	
C	Peso del picnometro + Agua + P _{ss} , C = A + B	g	1197.80	1198.90	1149.10	
D	Peso del picnometro + P _{ss} + Agua	g	999.10	999.50	947.30	
E	volumen de masa + volumen de vacio, E = C - D	cm ³	198.70	199.40	201.80	
F	Peso seco del suelo	g	481.60	480.70	483.20	
G	Volumen de masa, G = E - (A - F)	cm ³	180.30	180.10	185.00	
H	DENSIDAD RELATIVA (base seca), H = F / E	g/cm ³	2.42	2.41	2.39	2.41
I	DENSIDAD RELATIVA (base saturada), I = A / E	g/cm ³	2.52	2.51	2.48	2.50053
J	DENSIDAD RELATIVA APARENTE (base seca), J = F / G	g/cm ³	2.67	2.67	2.61	2.65
K	ABSORCION [(A - F) / F] * 100	K = %	3.82%	4.01%	3.48%	3.77%




11. Resultados de los ensayos de humedad agregado fino.

 CONTENIDO DE HUMEDAD				
ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD			
NORMA	NTE INEN 862 - ASTM C566			
CANTERA	LA MILAGROSA	FECHA DE MUESTREO		
UBICACION	AZUAY	FECHA DE ENSAYO		
AGREGADO FINO				
ID	DESCRIPCION	ENSAYO N.º		
		1	2	3
A	Peso Tara (g)	467.00	418.00	414.00
B	Peso Tara mas muestra Humeda (g)	3343.00	3343.00	3343.00
C	Peso Tara mas muestra seca (g)	3294.00	3296.00	3295.00
D	Peso muestra humeda - Ph (g), D = B - A	2876.00	2925.00	2929.00
E	Peso muestra Seca-Ps (g), E = C - A	2827.00	2878.00	2881.00
F	Peso del Agua (g), F = B - C	49.00	47.00	48.00
G	Contenido de Humedad (W%)	1.73%	1.63%	1.67%
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (W%)		1.68%		



12. Resultados de los ensayos de humedad agregado grueso.

 CONTENIDO DE HUMEDAD				
ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD			
NORMA	NTE INEN 862 - ASTM C566			
CANTERA	LA JOSEFINA	FECHA DE MUESTREO	7/8/2023	
UBICACION	AZUAY	FECHA DE ENSAYO	8/9/2023	
AGREGADO GRUESO				
ID	DESCRIPCION	ENSAYO N.º		
		1	2	3
A	Peso Tara (g)	640.10	620.00	630.50
B	Peso Tara mas muestra Humeda (g)	3737.20	3600.00	3620.00
C	Peso Tara mas muestra seca (g)	3704.20	3568.00	3588.00
D	Peso muestra humeda - Ph (g), D = B - A	3097.10	2980.00	2989.50
E	Peso muestra Seca-Ps (g), E = C - A	3064.10	2948.00	2957.50
F	Peso del Agua (g), F = B - C	33.00	32.00	32.00
G	Contenido de Humedad (W%)	1.08%	1.09%	1.08%
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (W%)		1.08%		





13. Curado de especímenes


14. Muestra de especímenes de hormigones



15. Resultados de las resistencias con 0% de aditivo


 Ensayo de la Resistencia a la Compresión de Hormigón con 0% de aditivo.											
ELABORADO POR DEYVID PEREZ - DANNY CRESPO											
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO											
NTE INEN 1578 - 1579											
LA JOSEFINA/LA MILAGROSA											
AZUAY											
Probeta	Fecha de Fabricación	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Identificación	f'c (kg/cm ²)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Peso (kg)	Resistencia Máxima (kg/cm ²)	Porcentaje	
1	30/10/2023	6/11/2023	7	Hormigón Patrón	240	20.2	10.1	3.814	173.35	72%	
2	30/10/2023	6/11/2023	7	Hormigón Patrón	240	20.3	10.1	3.833	170.80	71%	
3	30/10/2023	6/11/2023	7	Hormigón Patrón	240	20.2	10.2	3.838	177.53	74%	
4	30/10/2023	6/11/2023	7	Hormigón Patrón	240	20.3	10.1	3.875	175.76	73%	
									Resistencia Promedio	174	73%


 Ensayo de la Resistencia a la Compresión de Hormigón con 0% de aditivo.											
ELABORADO POR DEYVID PEREZ - DANNY CRESPO											
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO											
NTE INEN 1578 - 1579											
LA JOSEFINA/LA MILAGROSA											
AZUAY											
Probeta	Fecha de Fabricación	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Identificación	f'c (kg/cm ²)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Peso (kg)	Resistencia Máxima (kg/cm ²)	Porcentaje	
1	30/10/2023	13/11/2023	14	Hormigón Patrón	240	20.2	10.216	3.7914	213.98481	89%	
2	30/10/2023	13/11/2023	14	Hormigón Patrón	240	20.1	10.125	3.8167	206.48476	86%	
3	30/10/2023	13/11/2023	14	Hormigón Patrón	240	20.2	10.25	3.7958	203.17582	85%	
4	30/10/2023	13/11/2023	14	Hormigón Patrón	240	20.3	10.24	3.7961	196.1617	82%	
									Resistencia Promedio	205	85%


 Ensayo de la Resistencia a la Compresión de Hormigón con 0% de aditivo.										
ELABORADO POR DEYVID PEREZ - DANNY CRESPO										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO										
NTE INEN 1578 - 1579										
LA JOSEFINA/LA MILAGROSA										
AZUAY										
Probeta	Fecha de Fabricación	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Identificación	f'c (kg/cm ²)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Peso (kg)	Resistencia Máxima (kg/cm ²)	Porcentaje
1	30/10/2023	20/11/2023	28	Hormigón Patrón	240	20.3	10.19	3.8555	262.07937	109%
2	30/10/2023	20/11/2023	28	Hormigón Patrón	240	20.2	10.247	3.8358	237.70816	99%
3	30/10/2023	20/11/2023	28	Hormigón Patrón	240	20.3	10.21	3.8302	243.41857	101%
4	30/10/2023	20/11/2023	28	Hormigón Patrón	240	20.3	10.23	3.8475	232.54676	97%
Resistencia Promedio									244	102%



16. Resultados de las resistencias con 0.4% de aditivo


 Ensayo de la Resistencia a la Compresión de Hormigón con 0.4% de aditivo.										
ELABORADO POR DEYVID PEREZ - DANNY CRESPO										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO										
NTE INEN 1578 - 1579										
LA JOSEFINA/LA MILAGROSA										
AZUAY										
Probeta	Fecha de Fabricación	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Identificación	f'c (kg/cm ²)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Peso (kg)	Resistencia Máxima (kg/cm ²)	Porcentaje
1	31/10/2023	7/11/2023	7	Hormigón con aditivo 0.4%	240	20.2	10.1	3.8921	180.4898	75%
2	31/10/2023	7/11/2023	7	Hormigón con aditivo 0.4%	240	20.3	10.3	3.8545	189.3613	79%
3	31/10/2023	7/11/2023	7	Hormigón con aditivo 0.4%	240	20.2	10.1	3.8647	181.68015	76%
4	31/10/2023	7/11/2023	7	Hormigón con aditivo 0.4%	240	20.1	10.2	3.8546	178.4894	74%
Resistencia Promedio									183	76%


 Ensayo de la Resistencia a la Compresión de Hormigón con 0.4% de aditivo.										
ELABORADO POR DEYVID PEREZ - DANNY CRESPO										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO										
NTE INEN 1578 - 1579										
LA JOSEFINA/LA MILAGROSA										
AZUAY										
Probeta	Fecha de Fabricación	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Identificación	f'c (kg/cm ²)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Peso (kg)	Resistencia Máxima (kg/cm ²)	Porcentaje
1	31/10/2023	14/11/2023	14	Hormigón con aditivo 0.4%	240	20.1	10.21	3.8338	209.52179	87%
2	31/10/2023	14/11/2023	14	Hormigón con aditivo 0.4%	240	20.4	10.24	3.8864	212.07108	88%
3	31/10/2023	14/11/2023	14	Hormigón con aditivo 0.4%	240	20.5	10.2	3.8793	212.88686	89%
4	31/10/2023	14/11/2023	14	Hormigón con aditivo 0.4%	240	20.3	10.23	3.8465	214.4647	89%
Resistencia Promedio									212	88%


 Ensayo de la Resistencia a la Compresión de Hormigón con 0.4% de aditivo.										
ELABORADO POR DEYVID PEREZ - DANNY CRESPO										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO										
NTE INEN 1578 - 1579										
LA JOSEFINA/LA MILAGROSA										
AZUAY										
Probeta	Fecha de Fabricación	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Identificación	f'c (kg/cm ²)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Peso (kg)	Resistencia Máxima (kg/cm ²)	Porcentaje
1	31/10/2023	28/11/2023	28	Hormigón con aditivo 0.4%	240	20.3	10.22	3.8664	264.82306	110%
2	31/10/2023	28/11/2023	28	Hormigón con aditivo 0.4%	240	20.3	10.37	3.9853	253.4022	106%
3	31/10/2023	28/11/2023	28	Hormigón con aditivo 0.4%	240	20.2	10.23	3.8899	245.55043	102%
4	31/10/2023	28/11/2023	28	Hormigón con aditivo 0.4%	240	20.2	10.25	3.8461	259.14667	108%
Resistencia Promedio									256	107%



17. Resultados de las resistencias con 0.6% de aditivo


 Ensayo de la Resistencia a la Compresión de Hormigón con 0.6% de aditivo.										
ELABORADO POR DEYVID PEREZ - DANNY CRESPO										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO										
NTE INEN 1578 - 1579										
LA JOSEFINA/LA MILAGROSA										
AZUAY										
Probeta	Fecha de Fabricación	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Identificación	f'c (kg/cm ²)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Peso (kg)	Resistencia Máxima (kg/cm ²)	Porcentaje
1	6/11/2023	13/11/2023	7	Hormigón con aditivo 0.6%	240	20.3	10.33	4.037	194.1826	81%
2	6/11/2023	13/11/2023	7	Hormigón con aditivo 0.6%	240	20.3	10.16	3.8857	198.15949	83%
3	6/11/2023	13/11/2023	7	Hormigón con aditivo 0.6%	240	20.2	10.23	3.9612	197.7949	82%
4	6/11/2023	13/11/2023	7	Hormigón con aditivo 0.6%	240	20.2	10.17	3.9814	194.4944	81%
Resistencia Promedio									196	82%


 Ensayo de la Resistencia a la Compresión de Hormigón con 0.6% de aditivo.										
ELABORADO POR DEYVID PEREZ - DANNY CRESPO										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO										
NTE INEN 1578 - 1579										
LA JOSEFINA/LA MILAGROSA										
AZUAY										
Probeta	Fecha de Fabricación	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Identificación	f'c (kg/cm2)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Peso (kg)	Resistencia Máxima (kg/cm2)	Porcentaje
1	6/11/2023	20/5/2021	14	Hormigón con aditivo 0.6%	240	20.4	10.25	3.9083	204.68568	85%
2	6/11/2023	20/5/2021	14	Hormigón con aditivo 0.6%	240	20.3	10.25	3.8849	230.4845	96%
3	6/11/2023	20/5/2021	14	Hormigón con aditivo 0.6%	240	20	10.09	3.7085	229.65516	96%
4	6/11/2023	20/5/2021	14	Hormigón con aditivo 0.6%	240	20.3	10.26	3.9142	214.76052	89%
Resistencia Promedio									220	92%


 Ensayo de la Resistencia a la Compresión de Hormigón con 0.6% de aditivo.										
ELABORADO POR DEYVID PEREZ - DANNY CRESPO										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO										
NTE INEN 1578 - 1579										
LA JOSEFINA/LA MILAGROSA										
AZUAY										
Probeta	Fecha de Fabricación	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Identificación	f'c (kg/cm2)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Peso (kg)	Resistencia Máxima (kg/cm2)	Porcentaje
1	6/11/2023	4/12/2023	28	Hormigón con aditivo 0.6%	240	20.3	10.47	3.9147	277.13599	115%
2	6/11/2023	4/12/2023	28	Hormigón con aditivo 0.6%	240	20.3	10.19	3.8636	302.42455	126%
3	6/11/2023	4/12/2023	28	Hormigón con aditivo 0.6%	240	20.3	10.26	3.9046	296.71423	124%
4	6/11/2023	4/12/2023	28	Hormigón con aditivo 0.6%	240	20.4	10.2	3.8715	270.20203	113%
Resistencia Promedio									287	119%



18. Resultados de las resistencias con 0.8% de aditivo


 Ensayo de la Resistencia a la Compresión de Hormigón con 0.8% de aditivo.										
ELABORADO POR DEYVID PEREZ - DANNY CRESPO										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO										
NTE INEN 1578 - 1579										
LA JOSEFINA/LA MILAGROSA										
AZUAY										
Probeta	Fecha de Fabricación	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Identificación	f'c (kg/cm2)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Peso (kg)	Resistencia Máxima (kg/cm2)	Porcentaje
1	7/11/2023	14/11/2023	7	Hormigón con aditivo 0.8%	240	20.2	10.2	3.8815	209.60744	87%
2	7/11/2023	14/11/2023	7	Hormigón con aditivo 0.8%	240	20.3	10.21	3.8884	198.28859	83%
3	7/11/2023	14/11/2023	7	Hormigón con aditivo 0.8%	240	20.4	10.35	4.0314	203.999	85%
4	7/11/2023	14/11/2023	7	Hormigón con aditivo 0.8%	240	20.3	10.34	3.9802	202.1422	84%
Resistencia Promedio									204	85%


 Ensayo de la Resistencia a la Compresión de Hormigón con 0.8% de aditivo.										
ELABORADO POR DEYVID PEREZ - DANNY CRESPO										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO										
NTE INEN 1578 - 1579										
LA JOSEFINA/LA MILAGROSA										
AZUAY										
Probeta	Fecha de Fabricación	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Identificación	f'c (kg/cm2)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Peso (kg)	Resistencia Máxima (kg/cm2)	Porcentaje
1	7/11/2023	21/11/2023	14	Hormigón con aditivo 0.8%	240	19.9	10.16	3.6858	221.74206	92%
2	7/11/2023	21/11/2023	14	Hormigón con aditivo 0.8%	240	20.3	10.21	3.8807	239.66194	100%
3	7/11/2023	21/11/2023	14	Hormigón con aditivo 0.8%	240	20.4	10.17	3.8513	222.4578	93%
4	7/11/2023	21/11/2023	14	Hormigón con aditivo 0.8%	240	20.2	10.2	3.8647	217.4157	91%
Resistencia Promedio									225	94%


 Ensayo de la Resistencia a la Compresión de Hormigón con 0.8% de aditivo.										
ELABORADO POR DEYVID PEREZ - DANNY CRESPO										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO										
NTE INEN 1578 - 1579										
LA JOSEFINA/LA MILAGROSA										
AZUAY										
Probeta	Fecha de Fabricación	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Identificación	f'c (kg/cm2)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Peso (kg)	Resistencia Máxima (kg/cm2)	Porcentaje
1	7/11/2023	5/12/2023	28	Hormigón con aditivo 0.8%	240	20.3	10.2	3.8743	288.5798	120%
2	7/11/2023	5/12/2023	28	Hormigón con aditivo 0.8%	240	20.3	10.25	3.8783	285.31676	119%
3	7/11/2023	5/12/2023	28	Hormigón con aditivo 0.8%	240	20.4	10.18	3.8657	292.45466	122%
4	7/11/2023	5/12/2023	29	Hormigón con aditivo 0.8%	240	20.3	10.2	3.8558	296.7374	124%
Resistencia Promedio									291	121%



19. Resultados de las resistencias con %10 de reducción de agua

 Ensayo de la Resistencia a la Compresión de Hormigón con 10% de reducción de agua										
ELABORADO POR DEYVID PEREZ - DANNY CRESPO										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO										
NTE INEN 1578 - 1579										
LA JOSEFINA/LA MILAGROSA										
AZUAY										
Probeta	Fecha de Fabricación	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Identificación	f'c (kg/cm2)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Peso (kg)	Resistencia Máxima (kg/cm2)	Porcentaje
1	21/11/2023	28/11/2023	7	Hormigón con reducción de agua	240	20.3	10.27	3.8819	215.6245686	90%
2	21/11/2023	28/11/2023	7	Hormigón con reducción de agua	240	20.4	10.25	3.8892	213.46464	89%
3	21/11/2023	28/11/2023	7	Hormigón con reducción de agua	240	20.2	10.18	3.8428	215.64316	90%
4	21/11/2023	28/11/2023	7	Hormigón con reducción de agua	240	20.2	10.19	3.8476	214.54616	89%
Resistencia Promedio									215	90%

 Ensayo de la Resistencia a la Compresión de Hormigón con 10% de reducción de agua										
ELABORADO POR DEYVID PEREZ - DANNY CRESPO										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO										
NTE INEN 1578 - 1579										
LA JOSEFINA/LA MILAGROSA										
AZUAY										
Probeta	Fecha de Fabricación	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Identificación	f'c (kg/cm2)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Peso (kg)	Resistencia Máxima (kg/cm2)	Porcentaje
1	21/11/2023	5/12/2023	14	Hormigón con reducción de agua	240	20.2	10.28	3.8815	286.7416608	119%
2	21/11/2023	5/12/2023	14	Hormigón con reducción de agua	240	20.2	10.25	3.8851	285.16147	119%
3	21/11/2023	5/12/2023	14	Hormigón con reducción de agua	240	20.3	10.35	3.9943	284.56167	119%
4	21/11/2023	5/12/2023	14	Hormigón con reducción de agua	240	20.3	10.27	3.891	283.16158	118%
Resistencia Promedio									285	119%

 Ensayo de la Resistencia a la Compresión de Hormigón con 10% de reducción de agua										
ELABORADO POR DEYVID PEREZ - DANNY CRESPO										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO										
NTE INEN 1578 - 1579										
LA JOSEFINA/LA MILAGROSA										
AZUAY										
Probeta	Fecha de Fabricación	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Identificación	f'c (kg/cm2)	Altura (cm)	Diametro (cm)	Peso (kg)	Resistencia Máxima (kg/cm2)	Porcentaje
1	21/11/2023	19/12/2023	28	Hormigón con reducción de agua	240	20	14.5	3.487	329.7013633	137%
2	21/11/2023	19/12/2023	28	Hormigón con reducción de agua	240	20	14.6	3.874	331.1456654	138%
3	21/11/2023	19/12/2023	28	Hormigón con reducción de agua	240	20	14.5	3.544	332.156544	138%
4	21/11/2023	19/12/2023	29	Hormigón con reducción de agua	240	20	14.5	3.544	328.5641574	137%
Resistencia Promedio									330	138%



20. Ficha técnica del aditivo plastificante Sika BV 40

BUILDING TRUST



HOJA TÉCNICA DE PRODUCTO

Plastiment® BV 40

PLASTIFICANTE - PRODUCTOR DE RESISTENCIA

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Plastiment BV 40 es un aditivo líquido para hormigón. Diseñado para cumplir con las especificaciones ASTM C-494 Tipo A; aditivo químico plastificante reductor de agua. No contiene cloruros, no es tóxico, no es inflamable.

USOS

Plastiment BV 40 tiene 3 usos básicos:

- **Como plastificante:** para una mezcla con relación agua/cemento dada, manteniéndola constante, se incrementará notablemente el asentamiento con la adición únicamente del aditivo.
- **Como productor de resistencias:** la adición del aditivo permite reducciones de agua hasta un 15%, manteniendo el mismo asentamiento de la mezcla original. (Esto se traducirá en un notable crecimiento de las resistencias a todas las edades, dada la baja en la relación agua/cemento).
- **Como economizador de cemento:** puesto que la pasta (cemento+agua) del hormigón tiene como parte de sus funciones la de ofrecer manejabilidad a la mezcla, podemos reducir su cuantía y el aditivo adicionado realizará esta función. (Permite una reducción del 10 - 15% del peso del cemento, por metro cúbico de hormigón sin sacrificar resistencias).

VENTAJAS

Produce mezclas más fáciles de colocar, sin necesidad de aumentar ni el contenido de cemento, ni el contenido de agua.

- Reduce los esfuerzos de vibrado al plastificar el hormigón fresco.
- Disminuye los riesgos de colocar mezclas poco manejables en elementos densamente armados o en encofrados esbeltos.
- Produce resistencias mayores a temprana edad sin contener cloruro de calcio.
- Reduce el costo por m³ de hormigón al poder reducir la cantidad de cemento de la mezcla.
- No incorpora aire.
- No altera el tiempo del fraguado inicial de la mezcla.
- Disminuye los inconvenientes de mezclas con alto contenido de cemento.

DATOS TÉCNICOS

ASPECTO: líquido color café oscuro
DENSIDAD: 1,12 kg/l. +/- 0,03

MODO DE EMPLEO

Agregar al agua de amasado por medio de un dosificador automático o manualmente.

DOSIFICACIÓN

La dosificación varía entre 0,2% y 0,8% del peso del cemento de la mezcla, según el aumento de manejabilidad que desee o la reducción de agua que se proponga obtener.

En otros términos, la dosificación varía entre: 100 g o 90 cc y 400 g o 223 cc. por saco de cemento de 50 kg.

PRECAUCIONES

Para obtener un buen hormigón, hay que utilizar buenos agregados y un diseño adecuado, aún utilizando Plastiment BV 40.

Para obtener mejores resultados trabaje siempre con bajas relaciones agua/cemento. Es conveniente hacer ensayos previos con los materiales de la obra y el tipo de cemento usado, para determinar la dosificación más adecuada del aditivo.

Dosificaciones altas de Plastiment BV 40, fuera de los límites recomendados pueden ocasionar retardos en el fraguado.

Si desea más información consulte con el Departamento Técnico de Sika.

PRESENTACIÓN

Plástico 10 kg.
Tambor 230 kg.
IBC y al granel

ALMACENAMIENTO

El tiempo de almacenamiento es de 24 meses, en sitio fresco y bajo techo, en su envase original bien cerrado.

CÓDIGOS R/S

R: 22/25
S: 2/26

NOTA LEGAL

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y uso final de los productos Sika son proporcionados de buena fe, basados en el conocimiento y experiencia actuales de Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados y manipulados, así como aplicados en condiciones normales de acuerdo a las recomendaciones Sika. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra son tan particulares que de esta información, cualquier recomendación escrita o cualquier otro consejo no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad en particular, así como ninguna responsabilidad que surja de cualquier relación legal. El usuario del producto debe probar la conveniencia del mismo para un determinado propósito. Sika se reserva el derecho de cambiar las propiedades de sus productos. Se debe respetar los derechos de propiedad de terceros. Todas las órdenes de compra son aceptadas de acuerdo con nuestras actuales condiciones de venta y despacho. Los usuarios deben referirse siempre a la edición más reciente de la Hoja Técnica local, cuyas copias serán facilitadas a solicitud del cliente.

Sika Ecuatoriana S.A. dispone de un sistema de gestión de la calidad y ambiental certificado de acuerdo a las normas ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015 respectivamente, por SGS.

Sika Ecuatoriana S.A., <https://ecu.sika.com>

Durán - Km. 3 1/2 vía Durán - Tambo (Casilla 10093) PBX (593-4) 2812700 Fax (593-4) 2810229

Quito - Av. Naciones Unidas entre Naquito y Núñez de Vela, Edificio Metropolitan, PBX (593-4) 2812700

Cuenca - Av. Ortizoñez Lasso y Los Claveles, Edif. Palermo Tel: +5937 4 089725 - 4702829

21. Ficha técnica del cemento Atenas Gu.

REQUISITOS FÍSICOS

Parámetro	Método	Unidad	INEN 2380	Resultado %
Finura (Blaine)	NTE 196	cm ² /g	A	4364,40
Retenido, máx.	NTE 957	%	A	3,90
Cambio de longitud en autoclave, máx.	NTE 200	%	0,80	-0,05
Fraguado inicial, mín.	NTE 158	minutos	45	251
Fraguado final, máx.			420	303
Contenido de aire en mortero, máx.	NTE 195	%	A	7,50
Expansión en barra de mortero, máx.	NTE 2529	%	0,020	0,011
Densidad	NTE 156	g/cm ³	A	2,90

A: Límite no especificado por la NTE INEN 2380. Resultado reportado solo como información. Fecha de análisis: Enero 2021.