

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Aditivos en las propiedades del concreto de alta
resistencia para pilotes en el Terminal Portuario de
Ilo, Moquegua, 2022**

Ayrton Aaron Ampuero Zapana
Genesis Priscila Gonzales Calle

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huancayo, 2024

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Juan José Bullón Rosas
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 3 de Octubre de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

“ADITIVOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA PARA PILOTES EN EL TERMINAL PORTUARIO DE ILO, MOQUEGUA, 2022”

Autores:

1. Ayrton Aaron Ampuero Zapana – EAP. Ingeniería Civil
2. Genesis Priscila Gonzales Calle – EAP. Ingeniería Civil

Se procedió con la carga del documento a la plataforma “Turnitin” y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 12 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores
Nº de palabras excluidas (15): SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

La firma del asesor obra en el archivo original
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

ASESOR

Dr. Juan José Bullón Rosas

AGRADECIMIENTOS

Ayrton Ampuero Zapana:

En primer lugar, gracias a Dios por permitirme disfrutar la vida y todo lo bueno que esta me ha dado. Deseo, también expresar mi agradecimiento a mi asesor, por la dedicación y apoyo que ha brindado a este trabajo, por el respeto a mis sugerencias e ideas y por la dirección y el rigor que ha facilitado a las mismas, agradezco a mis compañeros y amigos por su apoyo personal y humano.

Pero un trabajo de investigación es también fruto del reconocimiento y del apoyo vital que nos ofrecen las personas que nos estiman, sin los cuales no tendríamos la fuerza y energía que nos anima a crecer como personas y como profesionales, es por eso que también quiero agradecer a mi familia.

A mis padres, Noemí Zapana y Juan Ampuero, también a mi hermana Jaime Litt Ampuero, mis abuelos Juana Díaz y Simón Zapana y mis tíos Pedro Zapana y Rubén Zapana, porque con ellos compartí una infancia feliz, que guardo en el recuerdo y es un aliento muy importante para mi persona.

Gracias a mi prometida Maricielo Durand, que siempre me ha prestado un gran apoyo moral y humano, necesarios en los momentos difíciles de este trabajo y esta profesión. A todos los antes mencionados por su paciencia, comprensión y solidaridad por el tiempo que me han concedido. Sin su apoyo este trabajo nunca se habría escrito y por eso, este trabajo es también el suyo. A todos, muchas gracias.

Genesis Gonzales Calle:

Agradezco a Dios por bendecirme con vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Agradezco a mis padres: Liliana Calle Granda y Carlos Gonzales Sáenz y a mi hermana: Carla Gonzales Calle por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

A toda mi familia que estuvo de manera perenne brindando su apoyo moral y humano, en este maravilloso proceso de crecimiento y aprendizaje profesional y personal.

Agradezco a mi asesor el Ing. Juan Bullón de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Continental, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de mi proceso de titulación, además de guiarme con paciencia, y su rectitud como docente.

A mis amigos que gracias a su apoyo moral me permitieron permanecer con empeño, dedicación y cariño, y a todos quienes contribuyeron con un granito de arena para culminar con éxito la meta propuesta.

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada:

A Dios quien ha sido nuestra guía, fortaleza y su mano de fidelidad y amor han estado con nosotros hasta el día de hoy.

A nuestros padres quienes con su amor, paciencia y esfuerzo nos han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en nosotros el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está con nosotros siempre.

A nuestras hermanas por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar con nosotros en todo momento.

A todos los estudiantes de Ingeniería Civil que anhelan incrementar sus conocimientos en el área de aditivos y su afectación en las propiedades del concreto en sus variados estados.

A nuestras familias porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de nosotros mejores personas y de una u otra forma nos acompañan en todos mis sueños y metas, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día.

A nuestros amigos y personas especiales que con cada palabra o frase nos motivaron a seguir adelante, que estuvieron cuando pensábamos en rendirnos y nos dieron las fuerzas para poder concluir con este sueño, a todos los antes mencionados, ya que sin ellos esto no habría sido posible.

ÍNDICE

| | |
|--|------|
| AGRADECIMIENTOS | ii |
| DEDICATORIA | iii |
| ÍNDICE | iv |
| ÍNDICE DE TABLAS | vii |
| ÍNDICE DE FIGURAS | viii |
| RESUMEN | ix |
| ABSTRACT | x |
| INTRODUCCIÓN | xi |
| | |
| CAPÍTULO I | 12 |
| PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO | 12 |
| 1.1. Planteamiento del problema | 12 |
| 1.2. Formulación del problema | 13 |
| 1.2.1. Problema general | 13 |
| 1.2.2. Problemas específicos | 13 |
| 1.3. Objetivos | 14 |
| 1.3.1. Objetivo general | 14 |
| 1.3.2. Objetivos específicos | 14 |
| 1.4. Justificación e importancia | 14 |
| 1.4.1. Justificación | 14 |
| 1.4.2. Importancia | 15 |
| 1.5. Limitaciones de la investigación | 15 |
| 1.6. Hipótesis y variables | 15 |
| 1.6.1. Hipótesis | 15 |
| 1.6.2. Variables | 16 |
| | |
| CAPÍTULO II | 17 |
| MARCO TEÓRICO | 17 |
| 2.1. Antecedentes de la investigación | 17 |
| 2.1.1. Antecedentes internacionales | 17 |
| 2.1.2. Antecedentes nacionales | 21 |

| | |
|---|----|
| 2.2. Bases teóricas | 24 |
| 2.2.1. Aditivos | 24 |
| 2.2.2. Concreto de alta resistencia | 32 |
| 2.2.3. Ensayos de laboratorio | 37 |
| 2.3. Definición de términos básicos | 42 |
| | |
| CAPÍTULO III | 44 |
| METODOLOGÍA | 44 |
| 3.1. Método, tipo o alcance de la investigación | 44 |
| 3.1.1. Método | 44 |
| 3.1.2. Tipo | 44 |
| 3.1.3. Alcance | 45 |
| 3.1.4. Diseño | 45 |
| 3.1.5. Población y muestra | 46 |
| 3.1.6. Diseño | 46 |
| 3.2. Materiales y métodos | 46 |
| 3.2.1. Materiales | 46 |
| 3.2.2. Métodos | 47 |
| 3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 47 |
| 3.3.1. Técnicas de recolección | 47 |
| 3.3.2. Instrumentos | 47 |
| | |
| CAPÍTULO IV | 48 |
| RESULTADOS | 48 |
| 4.1. Presentación de resultados | 48 |
| 4.1.1. Diseño de mezcla | 48 |
| 4.1.2. Aditivos en las propiedades en estado fresco del concreto para pilotes | 51 |
| 4.1.3. Aditivos en las propiedades en estado endurecido del concreto para pilotes | 51 |
| 4.1.4. Prueba de hipótesis | 55 |
| 4.2. Discusión de resultados | 64 |
| 4.2.1. Aditivos en las propiedades en estado fresco del concreto para pilotes | 66 |

| | |
|--|------------|
| 4.2.2. Aditivos en las propiedades en estado endurecido del concreto para pilotes | 68 |
| CAPÍTULO V..... | 73 |
| CONCLUSIONES | 73 |
| RECOMENDACIONES..... | 74 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 75 |
| ANEXOS | 78 |
| PANEL FOTOGRÁFICO | 100 |
| INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO | 102 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Clasificación de aditivos Sika según ASTM C 494 | 26 |
| Tabla 2. Clasificación de aditivos Sika ASTM C 1017 | 31 |
| Tabla 3. Tolerancia permisible para el ensayo de cilindros de concreto | 39 |
| Tabla 4. Tratamientos de la investigación | 45 |
| Tabla 5. Diseño de mezcla, tratamiento 0, $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ | 48 |
| Tabla 6. Diseño de mezcla, tratamiento 1 - $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$ con aditivos | 49 |
| Tabla 7. Diseño de mezcla, tratamiento 2 - $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$ con aditivos | 49 |
| Tabla 8. Diseño de mezcla, tratamiento 3 - $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$ con aditivos | 50 |
| Tabla 9. Diseño de mezcla, tratamiento 4 - $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$ con aditivos | 50 |
| Tabla 10. Slump de concreto, tratamientos..... | 51 |
| Tabla 11. Resistencia a compresión, edad 7 días | 52 |
| Tabla 12. Resistencia a compresión, edad 14 días | 53 |
| Tabla 13. Resistencia a compresión, edad 28 días | 54 |
| Tabla 14. Estadística de regresión..... | 55 |
| Tabla 15. Análisis de varianza, edad de curado 7 días | 56 |
| Tabla 16. Prueba de Duncan tratamientos, edad de curado 7 días..... | 57 |
| Tabla 17. Prueba de Duncan muestras, edad de curado 7 días | 57 |
| Tabla 18. Análisis de varianza, edad de curado 14 días | 58 |
| Tabla 19. Prueba de Duncan tratamientos, edad de curado 14 días..... | 59 |
| Tabla 20. Prueba de Duncan muestras, edad de curado 14 días | 60 |
| Tabla 21. Análisis de varianza, edad de curado 28 días | 60 |
| Tabla 22. Prueba de Duncan tratamientos, edad de curado 28 días..... | 61 |
| Tabla 23. Prueba de Duncan muestras, edad de curado 28 días | 61 |
| Tabla 24. Análisis de varianza, edad de curado 7 días | 62 |
| Tabla 25. Prueba de Duncan tratamientos, edad de curado 7 días..... | 63 |
| Tabla 26. Prueba de Duncan muestras, edad de curado 7 días | 64 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Tipos de fractura | 40 |
| Figura 2. Equipo de flexión de vigas con cargas a los tercios | 42 |
| Figura 3. Slump de concreto, tratamientos | 51 |
| Figura 4. Resistencia a compresión, edad 7 días | 52 |
| Figura 5. Resistencia a compresión, edad 14 días | 53 |
| Figura 6. Resistencia a compresión, edad 28 días | 54 |
| Figura 7. Curva de regresión, función polinómica – slump de concreto | 55 |

RESUMEN

La investigación titulada “Aditivos en las propiedades del concreto de alta resistencia para pilotes en el terminal portuario de Ilo, Moquegua, 2022”, tuvo como objetivo general determinar la influencia de los aditivos en las propiedades del concreto de alta resistencia para pilotes en el terminal portuario de Ilo, Moquegua, 2022. El método de investigación fue científico, correspondiente al tipo aplicado, con nivel explicativo y diseño experimental debido a las diferentes dosificaciones de los aditivos para concreto de alta resistencia. La población estuvo conformada por el concreto de alta resistencia para pilotes en el terminal portuario de Ilo, Moquegua. La muestra de la investigación es no probabilística y por conveniencia, ya que se encuentra conformada por 45 cilindros prismáticos para evaluar la resistencia a compresión. Cabe resaltar que los aditivos empleados para un concreto de alta resistencia en pilotes fueron: Viscocrete 4500 PE, Sikatard 450 PE, Sika CIN, Mapeplast y Sika fume. Los resultados de la investigación evidenciaron que el tratamiento 4 (6.00% de humo de sílice) y 2 (5.10% de humo de sílice) presentaron mayor resistencia a compresión promedio en los periodos de curado de 7; 14 y 28 días. Por lo cual, se concluye que los aditivos dosificados influyen significativamente en las propiedades del concreto de alta resistencia para pilotes del terminal portuario de Ilo – Moquegua. Además de reconocer las propiedades de los aditivos como: superplastificante, retardante, inhibidor de corrosión del acero de refuerzo, acelerante y cohesionante antilavado de concreto bajo agua, ya que gran parte de los pilotes estarán sumergidos en agua y este último aditivo garantiza la colocación del concreto en el terminal portuario.

Palabras clave: Aditivos, concreto, concreto de alta resistencia, pilotes, propiedades, resistencia a compresión.

ABSTRACT

The research entitled "Additives in the properties of high strength concrete for piles in the port terminal of Ilo, Moquegua, 2022", had the general objective of determining the influence of the additives in the properties of high strength concrete for piles in the port terminal of Ilo, Moquegua, 2022. The research method was scientific, corresponding to the applied type, with explanatory level and experimental design due to the different dosages of admixtures for high strength concrete. The population consisted of high strength concrete for piles in the port terminal of Ilo, Moquegua. The research sample is non-probabilistic and by convenience since it is made up of 45 prismatic cylinders to evaluate the compressive strength. It should be noted that the admixtures used for high-strength concrete in piles were: Viscocrete 4500 PE, Sikatard 450 PE, Sika CIN, Mapeplast and Sika fume. The results of the investigation showed that treatment 4 (6.00% silica fume) and 2 (5.10% silica fume) presented higher average resistance in the curing periods of 7, 14 and 28 days. Therefore, it is concluded that the dosed admixtures significantly influence the properties of high-strength concrete for piles of the Ilo - Moquegua port terminal. In addition to recognizing the properties of the additives as: super plasticizer, retarder, corrosion inhibitor of the reinforcing steel, accelerator and cohesive anti-washing of concrete under water, since part of the piles will be submerged in water and this last additive guarantees the placement of the concrete in the port terminal.

Keywords: Admixtures, concrete, high strength concrete, piles, properties, compressive strength.

INTRODUCCIÓN

En estos últimos años, la Ingeniería del Concreto ha evolucionado debido a las investigaciones realizadas con aditivos químicos y minerales, que facilitan el trabajo de la industria de la construcción permitiendo obtener materiales nuevos y mejorados al combinarlos con los tradicionales. El concreto de alta resistencia no es ajeno a este avance ya que se realizaron estudios para obtener resistencias a compresión de 1500 Kg/cm² (AGUILAR, 2015).

El objetivo de la investigación fue determinar la influencia de los aditivos en las propiedades del concreto de alta resistencia para pilotes en el terminal portuario de Ilo, Moquegua, 2022. El método de la investigación es científico, de tipo aplicado, alcance explicativo y diseño experimental. La población se encuentra compuesta por el concreto de alta resistencia para pilotes en el terminal portuario de Ilo, Moquegua. La muestra está compuesta por 25 probetas cilíndricas para evaluar la resistencia a compresión y 25 vigas prismáticas para evaluar la resistencia a flexión.

Para el desarrollo de la investigación se recopiló la información de los aditivos a emplear para la colocación de concreto de alta resistencia bajo agua en pilotes, así mismo se recolectaron los agregados y cemento. Para posteriormente realizar el diseño de mezcla del concreto y continuar con la prueba de asentamiento peso unitario en estado fresco. Finalmente, se realizaron las pruebas de resistencia a compresión y flexión.

El proyecto de investigación se compone de cinco capítulos. En el capítulo I se presenta el Planteamiento del problema, se describe el propio planteamiento del problema y la formulación del problema, objetivos, justificación e importancia, hipótesis y variables. En el capítulo II el Marco teórico, se adjuntan los antecedentes internacionales y nacionales, junto con las bases teóricas de la investigación y la definición de términos básicos. En el capítulo III la Metodología, se adjunta el método, tipo, alcance, materiales y métodos de la investigación. En el capítulo IV de resultados se presentan los resultados junto a la prueba de hipótesis y discusión de resultados. En el capítulo V se adjuntan las conclusiones y recomendaciones de la investigación. Finalmente, se adjuntan las referencias bibliográficas y anexos de la investigación.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento del problema

En estos últimos años, la Ingeniería del Concreto ha evolucionado debido a las investigaciones realizadas con aditivos químicos y minerales, que facilitan el trabajo de la industria de la construcción permitiendo obtener materiales nuevos y mejorados al combinarlos con los tradicionales. El concreto de alta resistencia no es ajeno a este avance ya que se realizaron estudios para obtener resistencias a compresión de 1500 Kg/cm² (AGUILAR, 2015).

Es así que, con el paso del tiempo, los avances tecnológicos como el crecimiento demográfico, el mundo se ha visto en la necesidad de realizar obras civiles que requieran concretos con resistencias superiores al concreto normal, los cuales se denominan concretos de alta resistencia. Se emplearon para construir diferentes obras alrededor del mundo, siendo algunas de ellas; el edificio Two Union Square en Seattle en 1989, el puente Boknasunder en Oslo, Noruega, el Water Tower Place en Chicago, Illinois en 1976, entre otros (REINA, y otros, 2010).

En Latinoamérica, también se empleó el concreto de alta resistencia en obras como la reparación del vertedero de la presa hidroeléctrica 15 de setiembre, Torre Futura en el World Trade Center, pasos a desnivel en el AMSS, en El Salvador. Así mismo, se debe mencionar que este tipo de concreto se diferencia del concreto

convencional, ya que la relación de agua/cemento debe oscilar entre 0.3 y 0.5 (REINA, y otros, 2010).

En Perú, el problema de la sobrepoblación hace que la demanda por encontrar un lugar donde vivir se construyan edificios multifamiliares de gran altitud. Donde aún se sigue trabajando con la resistencia f_c de 210 Kg/cm² de concreto, el cual admite un límite de pisos a construir y en caso de exceder dicho límite y las sobrecargas se pone en peligro la seguridad y vida de los habitantes de los edificios. Es así que, con la finalidad de obtener materiales de buena calidad (mejores propiedades físicas, químicas y mecánicas) se han desarrollado ensayos mecánicos de concreto de alta resistencia tanto en Perú como en el mundo. Por lo que, el concreto de alta resistencia se aplica a obras de mayor envergadura, colocándose en elementos estructurales verticales como horizontales, siendo un ejemplo claro de ello los pilotes de cimentación. Siendo una de sus principales características, la resistencia a compresión (FLORES, 2020).

En Ilo, Moquegua, la principal actividad económica se desarrolla en el terminal portuario, lugar donde la infraestructura portuaria es la figura principal para el desarrollo de esta actividad económica. Razón por la cual, se le debe prestar atención a los elementos estructurales como los pilotes que sirven de soporte a las plataformas de carga y descarga de contenedores. Es así que, la investigación propone el estudio de la influencia de los aditivos en las propiedades del concreto de alta resistencia para pilotes en el terminal portuario de Ilo, Moquegua, 2022.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿De qué forma influyen los aditivos en las propiedades del concreto de alta resistencia para pilotes en el terminal portuario de Ilo, Moquegua, 2022?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿De qué forma influyen los aditivos en las propiedades en estado fresco del concreto para pilotes en el terminal portuario de Ilo, Moquegua, 2022?
- ¿De qué forma influyen los aditivos en las propiedades en estado endurecido del concreto para pilotes en el terminal portuario de Ilo, Moquegua, 2022?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia de los aditivos en las propiedades del concreto de alta resistencia para pilotes en el terminal portuario de Ilo, Moquegua, 2022.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la influencia de los aditivos en las propiedades en estado fresco del concreto para pilotes en el terminal portuario de Ilo, Moquegua, 2022.
- Determinar la influencia de los aditivos en las propiedades en estado endurecido del concreto para pilotes en el terminal portuario de Ilo, Moquegua, 2022.

1.4. Justificación e importancia

1.4.1. Justificación

Justificación social

Según (BERNAL, 2010), la justificación social o práctica existe cuando el desarrollo de la investigación propone estrategias que al aplicarse pretenden contribuir al problema. En ese sentido, por medio de la investigación se pretende beneficiar a los usuarios del muelle portuario de Ilo, Moquegua con la finalidad de garantizar la durabilidad y estabilidad de los pilotes del muelle portuario. Cabe mencionar que, en este puerto se desarrollan actividades económicas industriales y de pesca, que beneficia a la región de Moquegua y al Perú. Así mismo, la investigación servirá de referencia para futuras investigaciones que desarrollen el tema de concreto para pilotes.

Justificación metodológica

Según (BERNAL, 2010), la justificación metodológica se describe cuando el proyecto de investigación propone una nueva estrategia para la generación de conocimiento válido y confiable. En la investigación se hará uso de las normas nacionales e internacionales para evaluar las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia bajo agua con la colocación de aditivos que brinden un alto desempeño. Del mismo modo, se aportará información referente al uso

y aplicación de aditivos para producir un concreto de alta resistencia para pilotes en el terminal portuario de Ilo, Moquegua.

1.4.2. Importancia

La investigación es importante, ya que genera aporte social en cuanto al beneficio de usuarios y la actividad económica e industrial en el muelle portuario de Ilo, Moquegua como para el Perú. Del mismo modo, genera aporte metodológico referente al uso de normas nacionales e internacionales para la evaluación de las propiedades en estado fresco y endurecido del concreto de alta resistencia, el otro aporte metodológico es que la investigación servirá de referencia para futuras investigaciones o intervenciones a pilotes de muelles en otras zonas costeras del Perú.

1.5.Limitaciones de la investigación

La investigación se limita a estudiar y evaluar el comportamiento del concreto en estado fresco y endurecido con aditivos para ser colocado bajo agua en pilotes, mas no en otros elementos superficiales de la infraestructura portuaria como muros de protección. Otra limitación de la investigación es la evaluación de la resistencia al corte de las muestras cilíndricas de concreto.

1.6. Hipótesis y variables

1.6.1. Hipótesis

Hipótesis general

Los aditivos influyen significativamente en las propiedades del concreto de alta resistencia para pilotes en el terminal portuario de Ilo, Moquegua, 2022.

Hipótesis específicas

- Los aditivos influyen significativamente en las propiedades en estado fresco del concreto para pilotes en el terminal portuario de Ilo, Moquegua, 2022.

- Los aditivos influyen significativamente en las propiedades en estado endurecido del concreto para pilotes en el terminal portuario de Ilo, Moquegua, 2022.

1.6.2. Variables

Variable independiente: Aditivos

Ingredientes del concreto que se agregan antes o durante el mezclado; con la finalidad de reducir costos, obtener ciertas propiedades del concreto, conservación de calidad del concreto durante las etapas de mezclado, transporte, colocado y curado, así como en la superación de ciertas emergencias durante las etapas mencionadas (KOSMATKA, y otros, 2004).

Variable dependiente

Concreto que cumple la combinación de desempeño especial y requisitos de uniformidad. Así mismo, debe cumplir con la característica de trabajabilidad y durabilidad, que requiere de un control de calidad exigente frente a un concreto convencional. Entre las características y propiedades que se evalúan se encuentran las propiedades en estado fresco y endurecido (MOLINA, y otros, 2017).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Según Reina y otros (2010) para optar el título de Ingeniero Civil, sustentaron la tesis titulada “Influencia de la tasa de aditivo superplastificante, en las propiedades del concreto de alta resistencia en estado fresco y endurecido”. El objetivo general fue determinar la influencia de la tasa de aditivo superplastificante en las propiedades del concreto de alta resistencia en estado fresco y endurecido. El método de la investigación fue científico, con diseño experimental. La población y muestra estuvo conformada por el concreto de alta resistencia de 500; 550; 600 y 650 Kg/cm². Para el desarrollo de la investigación se dosificó el aditivo superplastificante en 600; 1 200 y 1 800 ml/100 por kilogramo de cemento, así mismo se realizaron ensayos de resistencia a compresión a los 7 y 28 días de curado. Los resultados demostraron que, la resistencia a la compresión a los 28 días de edad alcanzó la resistencia en un rango de 100% a 122% para las dosificaciones de 600 y 1 800 ml/100 Kg de cemento. Llegaron a la conclusión de que el aditivo superplastificante influye en las propiedades del concreto de alta resistencia en estado fresco y endurecido.

Según (SEGUEL, 2006) para optar el título de Ingeniero Civil en obras civiles, sustentó la tesis titulada “Hormigones de alta resistencia H-70”. El objetivo

general fue analizar el uso y desempeño de los hormigones de alta resistencia H – 70, aplicados en la división. El teniente, observando la influencia de una nueva adición: nanosílice o sílice en solución para determinar las modificaciones y mejoras de las propiedades del hormigón. El método de la investigación fue científico con diseño experimental. La población estuvo conformada por hormigones de H – 70 y H – 30 (30 y 70 MPa) a los 28 días. La muestra estuvo conformada por 56 ensayos de 7 amasadas (4 para el hormigón H – 30 y 3 amasadas para el hormigón H - 70) y 8 probetas cúbicas por cada amasada. El diseño de las amasadas estuvo conformado por hormigón normal, hormigón con aditivo plastificante (mantenedor de cono) y superplastificante (reductor de agua), hormigón con plastificante y nanosílice, y hormigón plastificante, superplastificante y microsílice. Donde las probetas cúbicas se ensayaron para los periodos de curado de 3; 7; 28 y 56 días. Los resultados mostraron áridos que cumplen con los límites de granulometría, manejabilidad del concreto con aditivos para alta resistencia e incremento de resistencia del concreto con aditivos respecto al concreto convencional. Llegó a la conclusión de que para hormigones H – 30 la amasada N°4 presentó un mejor comportamiento e incremento de resistencia del 11% respecto a la amasada N°2 debido a la hidratación completa en el hormigón; para hormigones H – 70 se alcanzaron hormigones de alta resistencia sin la inclusión de aditivos no obstante con la adición de nanosílice y microsílice en el concreto la resistencia se incrementa considerablemente a los 7 y 28 días de curado, además de que el hormigón se hace altamente trabajable y casi autocompactante lo que permite la disminución de personal para compactación. Sin embargo, la microsílice es peligrosa para la salud, debido a las partículas finas que quedan atrapadas en los pulmones que produce fibrosis pulmonar.

De Souza y otros (2022) presentaron el artículo de investigación titulado “Estudio comparativo de trazas de hormigón de alta resistencia con diferentes tipos de cementos y aditivos polifuncionales”. El objetivo general fue, realizar un estudio comparativo de la resistencia a la comprensión obtenidos de mezclas de concreto de alto desempeño con diferentes tipos de cemento y aditivos polifuncionales. El método de la investigación fue científico, con nivel comparativo. En este sentido, el estudio evaluó inicialmente los áridos

utilizados, realizando ensayos de caracterización. Posterior a ello, durante dicho proceso se rotó 18 probetas cilíndricas, utilizando tres marcas de aditivos polifuncionales reductores de agua y seis marcas o tipos de cemento, lográndose así moldear 08 especímenes por cada traza rotada y analizando su resistencia a la compresión a las edades de 1, 3, 7 y 28 días. Luego, el contenido de aditivo usado fue 0,8% del aditivo A (plastificante retardante de fraguado multifuncional), 0,85% del aditivo B (plastificante reductor de agua polifuncional) y 0,7% del aditivo C (aditivo plastificante polifuncional). Los autores llegaron a la conclusión de que, los aditivos pueden interferir en la resistencia no solo a los 28 días, sino también en sus primeras horas, lo que puede conducir a una buena resistencia, así como a retardar el fraguado cuando el cemento no se adapta a las características químicas del aditivo utilizado.

Enríquez (2020) para optar el título de Ingeniero Civil, sustentó la tesis titulada “Influencia de la adición de fibras de polipropileno en concretos de alta resistencia en la evaluación de sus propiedades físico-químicos”. El objetivo general fue, encontrar las mejores mezclas de concreto que logren las más altas resistencias, teniendo en cuenta el procedimiento de mezclado, las adiciones de fibras de polipropileno y el uso de un aditivo reductor de agua superplastificante para así mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico. Para poder alcanzar el objetivo, se realizaron tres mezclas: concreto adicionado con fibras de propileno, concreto adicionado con aditivo reductor de agua de alto rango, y concreto adicionado con fibras de polipropileno y aditivo reductor de agua de alto rango. Las pruebas a las que las mezclas se sometieron fueron cinco: resistividad eléctrica, velocidad de pulso ultrasónico, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y resistencia a tensión indirecta; las dos primeras se clasifican como pruebas no destructivas y las tres últimas como pruebas destructivas. Los resultados de esas pruebas fueron comparados con los valores que establecen las normativas correspondientes, verificando que cumplan con las condiciones mínimas para dichas características. Con los resultados, se verificó que al diseñar con $f'c = 400 \text{ kg/cm}^2$ (40MPa), el cual es un concreto convencional, se puede mejorar las propiedades geológicas del concreto con el uso de fibras de polipropileno y aditivo obteniendo como resultado un concreto alta resistencia y demás beneficios como disminuir el

costo del mismo. En base a los resultados de las pruebas de resistividad se determinó el periodo de vida útil de las cuatro mezclas de concreto, está en función del espesor del recubrimiento y del factor edad “q”. Finalmente, el autor concluye que la mezcla “fibra-aditiva” es la que presenta el mejor desempeño (en términos de durabilidad) dentro de las pruebas realizadas con base en los criterios de durabilidad que marca el manual de la RED RUAR; ya que, esta mezcla cumple una vida útil mínima de 100 años con un espesor de recubrimiento de 5.6 cm, lo cual hace que el costo de una obra disminuye; puesto que, la cantidad de concreto necesaria también disminuye debido a las características que esta mezcla presenta.

Salazar (2016) para optar el título de Ingeniero Civil, sustentó la tesis titulada “Obtención de concreto de alta resistencia mediante el uso de superplastificantes en la mezcla, para su aplicación en elementos estructurales hasta alcanzar una resistencia a la compresión de 50 MPa”. El objetivo general fue, proponer un concreto de alta resistencia, mediante el uso de superplastificante en la mezcla, con una resistencia a la compresión de 50MPa. El método de la investigación fue científico, con diseño experimental. La muestra estuvo conformada por los materiales de la cantera de Hormigones Moreno y el uso de superplastificante ADITEC SF-106. Para la determinación del hormigón de alta resistencia el estudio realizó los respectivos ensayos para establecer las características mecánicas de los agregados de la cantera de Hormigones Moreno, en base a las Normas INEN, ASTM; de igual manera se estableció el diseño del hormigón para alcanzar la resistencia deseada de 50Mpa. Para obtener la resistencia a la compresión de 50 Mpa, se empleó el aditivo superplastificante ADITEC SF-106, con el uso de este aditivo, el estudio obtuvo muestras de cilindros del hormigón, los mismos que fueron ensayados según su edad, de acuerdo a las normas establecidas. Los resultados demostraron que, en el concreto de alta resistencia se empleó el aditivo ADITEC SF-106, la cantidad de este aditivo fue escogida en base a la hoja técnica del producto y a ensayos realizados; ese valor fue de 531 cm³ por cada saco de cemento empleado. Para el concreto de alta resistencia el asentamiento fue de 22 cm; lo que indica que el concreto de alta resistencia tiene una buena trabajabilidad y fluidez. La resistencia a la compresión del concreto de alta resistencia fue 54,79 MPa; cumpliendo de esta

manera con el propósito de la investigación. El autor de la investigación llegó a la conclusión de que, la correcta selección de materiales es de gran importancia ya que depende básicamente de sus propiedades físicas y mecánicas para realizar el diseño óptimo del concreto, por lo que los agregados de la mina de Hormigones Moreno, fueron adecuados para obtener un concreto de alta resistencia. Por último, para obtener el concreto de alta resistencia el estudio empleó el aditivo ADITEC SF-106, en las proporciones indicadas según los fabricantes a los ensayos realizados; obteniendo de esa manera una resistencia a la compresión a los 28 días de 54,79 MPa.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Según Molina y Chara (2017) para optar el título profesional de Ingeniero Civil sustentaron la tesis titulada “Influencia de la adición de nanosílice en las propiedades de un concreto de alta resistencia para la ciudad de Arequipa”. El objetivo general de la investigación fue determinar la influencia de la adición de nanosílice en las propiedades en estado fresco y endurecido de un concreto de alta resistencia en la ciudad de Arequipa. El método de la investigación fue científico, con diseño experimental. La población y muestra estuvo conformada por el concreto de alta resistencia de 420; 500; 600 y 700 Kg/cm². Para el desarrollo de la investigación se consideró la dosificación de nanosílice de 0.8%; 1.0% y 1.2% en peso de cemento, por otro lado para el diseño de mezcla se consideró el comité ACI 211.4, así mismo se realizaron ensayos de resistencia a la compresión a los 7; 14 y 28 días y la resistencia a tracción por compresión diametral a 28 días de edad. Los resultados evidenciaron que las proporciones óptimas fueron 0.8% y 1.0% de nanosílice. Llegaron a la conclusión de que se logró obtener el 130% de la resistencia a la compresión a los 7 días de curado para el concreto de $f_c = 420$ Kg/cm² con una dosificación de nanosílice de 0.8%.

Según Valenzuela (2019), para optar el título profesional de Ingeniero Civil sustentó la tesis titulada “Diseño de mezcla y técnica de colocación del concreto en la construcción de pilotes sobre acuíferos, puentes Comuneros – Huancayo 2017”. El objetivo general de la investigación fue describir cuál sería el diseño de mezcla y técnica de colocación del concreto para mejorar la construcción de pilotes sobre acuíferos, puente Comuneros - Huancayo. El método de la

investigación fue científico, con diseño experimental. La población y muestra estuvo conformada por la zona intervenida en la colocación de pilotes en el puente Comuneros. Para el efecto se construyeron 26 pilotes en ambos márgenes de la obra, para que sean sometidos a prueba. El tipo de muestreo fue no probabilístico o dirigido, siendo la muestra de 8 pilotes. Para el desarrollo de la investigación se consideró dosificación del aditivo NEOPLAST 8500 HP al 0.37%. Los resultados evidenciaron que la mezcla obtuvo revenimientos de 7.5” a 9.3”, T50 igual a 475 mm, resistencia a la compresión a los 28 días de 385.39 kg/cm² (GOVIL SAC) y 364.74 kg/cm² (C3 INGENIERÍA), velocidad de onda con Crosshole de 3962 m/s, y capacidades de carga última de 1480 Tn y 1370 Tn para los pilotes E02-P02 y P4-P03 respectivamente. Llegando a la conclusión que se lograron resistencias a la compresión hasta de 364.74 kg/cm², superando en 48.87% la resistencia de 245 kg/cm² estipulada en las especificaciones del proyecto.

Según Janampa y Rojas (2021) para optar el título profesional de Ingeniero Civil sustentaron la tesis titulada “Efecto del nanosílice en la trabajabilidad, resistencia a la compresión y tracción del concreto $f'c=280$ kg/cm² para pilotes 2021”. El objetivo general de la investigación fue determinar el efecto del nanosílice (0.00%, 0.50%, 0.75%, 1.00%, 1.25%) en la trabajabilidad, resistencia a la compresión y tracción del concreto $f'c=280$ kg/cm² para pilotes, en edades de 7, 14 y 28 días. El método de la investigación fue científico, con diseño experimental puro. En esta investigación la población fue el concreto $f'c= 280$ kg/cm, diseñado para pilotes. La muestra fue compuesta por 90 probetas, extraídas de la preparación del concreto para pilotes, de las cuales 45 se sometieron a ensayos de resistencia a compresión y otros 45 a ensayos de resistencia a tracción. Para la resistencia a compresión procedieron de acuerdo con NTP 339.034 y para la resistencia a la tracción utilizaron el método de tracción diametral según la norma NTP 339.08. La resistencia a la compresión del concreto a los 28 días se incrementó con la incorporación de nanosílice, y el porcentaje de 1.00% presentó mayor incremento llegando a una mejora de 10.22 % con respecto a la muestra patrón. La resistencia a la tracción aumento de 1.00% a 13.53 % con respecto a la muestra patrón. Llegando a la conclusión que el nanosílice presenta propiedades de plastificante para el concreto, asimismo

que a las tres horas de mezclado el asentamiento se presenta hasta 6" para los porcentajes de 0.75% y 1.00%. Además de que, el porcentaje óptimo para el uso de concreto en pilotes es de 1.00%, ya que se incrementa la resistencia a tracción y compresión y la trabajabilidad se mantiene en el tiempo.

Según Roldan y Vargas (2018) para optar el título profesional de Ingeniero Civil sustentaron la tesis titulada "Diseño de mezcla para un concreto de alta resistencia adicionando Sika Viscocrete Sc-50 y Gaia". El objetivo general de la investigación fue determinar el diseño de mezcla para un concreto de alta resistencia adicionando Sika Viscocrete sc-50 y GAIA. El método de la investigación fue científico. Para ello, se diseñaron mezclas de concreto según la metodología propuesta por el ACI 211.4 para las resistencias a la compresión de 420 y 600 kg/cm², utilizando tres dosificaciones de aditivo nanosílice de 0.3%, 0.5% y 0.7% en peso de cemento para cada resistencia, y tomando en cuenta parámetros para los concretos con aditivo de 1 a 2 pulgadas según el ACI 211.4 para los concretos patrones (sin aditivo), que sirvan para establecer propiedades del concreto como su trabajabilidad y consistencia. Los resultados evidenciaron que el incremento de la resistencia a la compresión encontrado fue de un 10% mayor en base al Concreto Patrón, a la edad de 28 días, lo cual asumen se seguirá incrementándose hasta los 90 días por ser concreto de alta resistencia. Llegando a la conclusión que para 420 Kgf/cm² el contenido óptimo de aditivo es 0.50% logrando resistencia de 448.10 Kgf/cm² y 600 Kgf/cm² el contenido óptimo de aditivo es 0.50% logrando resistencia de 637.60 Kgf/cm².

Según Quiróz (2021) para optar el título profesional de Ingeniero Civil sustentó la tesis titulada "Influencia de los aditivos Sika Retarder y Sikatard en la resistencia a la compresión, asentamiento y tiempo de fraguado de un Concreto F'c=210kg/cm², Trujillo 2021". El objetivo general de la investigación fue determinar la influencia en la resistencia a la compresión, asentamiento y tiempos de fraguado que ejercen los aditivos Retarder y Sikatard en un concreto f'c= 210kg/cm². El método de la investigación fue científico, con diseño experimental. Para ello, el investigador tuvo que observar en laboratorio los efectos en las propiedades del concreto al adicionar aditivos ASTM C494 tipo B en diferentes porcentajes. Concluyendo que el porcentaje óptimo es de 0.30% para el Aditivos Sika Retarder PE y 0.25% para el de Sikatard PE respecto al

peso del concreto para que se pueda mejorar y optimizar las propiedades de asentamiento, tiempo de fraguado y resistencia a la compresión.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Aditivos

Agentes externos que se agregan al concreto para mejorar las propiedades mecánicas, físicas y químicas del concreto. Para prevenir el daño del concreto por algún agente externo como la humedad, exposición a salinidad, exposición a corrientes sulfatadas, contacto con aguas negras o grises, incluso el contacto con el agua marina; que pueden generar alteraciones y daños en las estructuras de concreto.

El uso de aditivos tiene una amplia aplicación en los últimos tiempos, para la fabricación de morteros y concreto de calidad, con la finalidad de mejorar las características del producto final (TELLO, 2019).

2.2.1.1. Aplicaciones de los aditivos

A. Concreto en estado fresco

- ✓ Incrementar la trabajabilidad sin aumentar el contenido de agua
- ✓ Disminuir el contenido de agua sin modificar su trabajabilidad
- ✓ Reducir o prevenir el asentamiento de la mezcla
- ✓ Crear una ligera expansión
- ✓ Mejorar la velocidad y/o volumen de exudación
- ✓ Reducir la segregación
- ✓ Facilitar el bombeo
- ✓ Reducir la velocidad de pérdida de asentamiento

B. Concreto en estado endurecido

- ✓ Disminuir el calor de hidratación
- ✓ Desarrollo de resistencia inicial
- ✓ Incrementar la resistencia mecánica del concreto
- ✓ Incrementar la durabilidad del concreto
- ✓ Disminuir el flujo capilar del agua
- ✓ Disminuir la permeabilidad de los líquidos
- ✓ Mejorar la adherencia entre concreto y acero de refuerzo

- ✓ Mejorar la resistencia del impacto

2.2.1.2. Modo de uso

- ✓ Se dosifican hasta en un 5% del peso de la mezcla, no obstante en la mayoría de los casos son empleados en las proporciones de 0.1% a 0.5% del peso del cemento
- ✓ Su uso no debe subestimarse
- ✓ El uso y efecto lo describen los fabricantes. Sin embargo, algunos desconocen sus propiedades. Por lo que, se recomienda realizar pruebas previas para contrastar sus propiedades y efectos
- ✓ Su uso se debe incluir en el diseño de mezcla (TELLO, 2019).

2.2.1.3. Clasificación

A. Según ASTM C 494

La norma técnica, considera que los efectos son variados ya que un solo aditivo puede modificar diversas características del concreto. En la tabla se puede apreciar la clasificación de aditivos Sika según la ASTM C 494.

Tabla 1. Clasificación de aditivos Sika según ASTM C 494

| Características | | Tipo A | Tipo B | Tipo C | Tipo D | Tipo E | Tipo F | Tipo G |
|---|---------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---|--------------------------------|---|---|
| Nombre genérico | | Reductor de agua | Retardante de fraguado | Acelerante | Reductor de agua y retardante | Reductor de agua y acelerante | Reductor de agua de alto rango | Reductor de agua de alto rango y retardante |
| Reducción de agua (%mín) | | 5.0 | - | - | 5.0 | 5.0 | 12.0 | 12.0 |
| Tiempo de fraguado | Inicial | de -1:00 máx. a +1:30 máx. | de -1:00 mín. a + 3:30 máx. | de -1:00 mín. a + 3:30 máx. | de -1:00 mín. a + 3:30 máx. | de -1:00 mín. a + 3:30 máx. | de -1:00 máx. a +1:30 máx. | de -1:00 mín. a + 3:30 máx. |
| | Final | de -1:00 máx. a +1:30 máx. | + 3:30 máx. | - 1:00 mín. | + 3:30 máx. | - 1:00 mín. | de -1:00 máx. a +1:30 máx. | + 3:30 máx. |
| | | | | | | | | |
| Resistencia a compresión (%mín. vs. Testigo) | 1 día | - | - | - | - | - | 140 | 125 |
| | 3 días | 110 | 90 | 125 | 110 | 125 | 125 | 125 |
| | 7 días | 110 | 90 | 100 | 110 | 110 | 115 | 115 |
| | 14 días | 110 | 90 | 100 | 110 | 110 | 110 | 110 |
| Aditivos Sika | | Sikament - 190 CR | Plastiment N | Sikaset L Sika Rapid 1 | Plastocret RMX Sikament - 190 Sikament - 190 - LA Plastiment N | Sikament - HE 200 | Sikament - 100 Sikament - 307 Sikament - HE 200 Sika viscocrete 5 Sika viscocrete 20 HE | Sikament - 320 |

Fuente: (TELLO, 2019)

a. Tipo A: Reductores de agua

Compuestos orgánicos e inorgánicos que permiten emplear menor cantidad de agua de la que se usaría en condiciones normales. Mejora la trabajabilidad y resistencia al reducir la relación agua/cemento.

Trabajan en base al llamado efecto de superficie, donde crean un efecto interfaz entre el cemento y agua en la pasta, reduciendo las fuerzas de atracción entre las partículas, con lo que se mejora el proceso de hidratación. La mayoría desarrolla el efecto aniónico al hablar de incorporadores de aire. Reducen el contenido de agua en un 5% a 10%.

Ventajas:

- ✓ Económico, permite reducir la cantidad de cemento
- ✓ Facilidad en los procesos constructivos, su trabajabilidad permite mayor facilidad de colocación y compactación, además de ahorro de tiempo y mano de obra
- ✓ Mayor asentamiento, sin modificar la relación agua/cemento
- ✓ Mejora significativa de la impermeabilidad
- ✓ Facilidad de bombear mezclas a mayores distancias, sin problemas de atascamiento debido a que actúan como lubricantes y reducen la segregación.

Los componentes más empleados para su fabricación son los lignosulfonatos y sus sales, modificaciones y derivados de los ácidos lignosulfonados, ácidos hidroxilados carboxílicos y sus sales, carbohidratos y polioles, entre otros. La dosificación normal oscila entre el 0.2% y 0.5% del peso del cemento y se emplean diluidos en el agua de mezcla.

b. Tipo B: Retardadores de fragua

Su finalidad es incrementar el tiempo de endurecimiento normal del concreto, para obtener un periodo de plasticidad mayor que facilite el proceso constructivo.

Aplicaciones:

- ✓ Vaciado complicado o voluminoso, donde la secuencia de colocación del concreto puede provocar juntas frías si se emplean mezclas con fraguados normales
- ✓ Vaciados en climas cálidos, donde la velocidad de endurecimiento de mezclas se incrementa

- ✓ Bombeo de concreto a largas distancias para prevenir atascamiento
- ✓ Transporte de concreto en mixer para largas distancias
- ✓ Mantener el concreto plástico en situaciones de emergencia que obligan a interrumpir temporalmente los vaciados, como cuando se malogra algún equipo o se retrasa el suministro de concreto

Su forma de trabajo, consiste en actuar sobre el aluminato tricálcico retrasando su reacción, produce efecto de superficie, reduciendo fuerzas de atracción entre partículas.

Con el paso de tiempo, el efecto desaparece y se desarrolla la hidratación acelerándose el fraguado. Se recomienda tener cuidado con la dosificación, ya que su exceso puede ocasionar problemas en el desarrollo de resistencia, obligando a optar por sistemas adicionales de curado.

Tienen características plastificantes, los componentes empleados en su fabricación son modificaciones y combinaciones de los plastificantes con algunos compuestos de étercelulosa. Generalmente se dosifican en las proporciones de 0.2% y 0.5% del peso del cemento.

c. Tipo C: Aceleradores

Reducen el tiempo normal de endurecimiento de la pasta de cemento y aceleran tiempo normal de desarrollo de resistencia.

Ventajas:

- ✓ Desencofrado en menor tiempo
- ✓ Reducción del tiempo de espera para dar acabado superficial
- ✓ Reducción del tiempo de curado
- ✓ Adelanto en la puesta de servicio de estructuras
- ✓ Posibilidad de combatir fugas de agua en estructuras hidráulicas
- ✓ Reducción de presión sobre el encofrado, facilitando mayores alturas de vaciado
- ✓ Contrarresta el efecto de bajas temperaturas en climas fríos, ya que desarrolla con mayor velocidad el calor de hidratación, incrementando la temperatura del concreto y la resistencia.

Los acelerantes reducen el tiempo de curado inicial y final del concreto.

d. Tipo D: Reductor de agua y retardante

Mejoran la manejabilidad, trabajabilidad y bombeo del concreto. El efecto retardante, se manifiesta en la formación de una película alrededor de la

partícula de cemento reduciendo el área superficial disponible para la hidratación y como consecuencia modifica controladamente el tiempo de fraguado.

e. Tipo E: Reductor de agua y acelerante

Reducen la cantidad de agua de la mezcla, para producir un concreto de consistencia determinada y acelera el fraguado y desarrollo de la resistencia inicial del concreto. El objetivo de los reductores de agua y aceleradores de fragua, es obtener resistencias altas a edades tempranas. Estos aditivos son usados con mayor frecuencia en clima frío, para prefabricados, reparaciones y concretos con tiempos cortos de desencofrado.

f. Tipo F: Reductor de agua de alto rango

Reducen la cantidad de agua de la mezcla para producir un concreto con determinada resistencia y retardar el fraguado del concreto. Pueden reducir considerablemente la demanda de agua y contenido de cemento. La proporción de reducción de agua es entre 12% y 40%, que permite producir concretos con alta resistencia a compresión y duraderos. Son utilizados para dar un menor asentamiento del concreto.

Son ideales para la producción de concreto en muros, columnas, concretos de alta resistencia inicial y final, concretos de alta fluidez para prefabricados, autocompactante, concreto con gran cantidad de acero de refuerzo donde la resistencia y colocación son importantes.

También se pueden emplear superplastificantes para producir concretos con asentamiento normal con bajo contenido de agua.

g. Tipo G: Reductor de agua de alto rango y retardante

Reducen la cantidad de agua en un 12% o más de la mezcla de concreto y retarda el fraguado de concreto. Permiten reducir el agua de forma similar a los aditivos de tipo F del orden del 12% al 40%.

Son diseñados para producir concretos de alto desempeño con mayor tiempo de manejabilidad.

h. Tipo S: Aditivo de desempeño específico

Brinda características de desempeño deseable y diferente a la reducción de contenido de agua, variación del tiempo de fraguado o combinación de ambas; sin producir efectos adversos sobre las propiedades del concreto endurecido y su durabilidad.

En la actualidad se desarrollan aditivos para responder a las diferentes condiciones de construcciones, por lo cual en las siguientes líneas se presentan algunas propiedades de estos aditivos específicos.

✓ **Inhibidores de corrosión**

Se emplean para proteger el acero de refuerzo, se adicionan directamente a la mezcla de concreto en estado fresco. Cabe resaltar que cada proceso constructivo debe definir la carga de ion cloruro. La dosis de estos aditivos está relacionada con el nivel de protección del cloruro.

✓ **Inclusores de aire**

Se emplean para producir concretos de baja permeabilidad, condiciones de hielo y deshielo, así como de concreto de peso ligero y celular.

✓ **Controladores de hidratación**

Se encuentra conformado por dos partes, la primera un estabilizador o retardador que detiene la hidratación de los materiales cementantes. La segunda parte un activador, que cuando se agrega al concreto estabilizado, reestablece la hidratación y fraguado normal.

✓ **Reductores de contracción**

Se evaluaron en laboratorio y se obtuvo que la contracción por secado se reduce en un 25% a 50%. Sin embargo, estos aditivos no tienen significancia en el asentamiento y pérdida de manejabilidad.

✓ **Aditivos para concreto antilavado**

Estos aditivos aumentan la cohesión del concreto hasta un nivel que permite su exposición limitada al agua, resultando poca pérdida en morteros.

B. Según ASTM C 1017

En la siguiente tabla se puede apreciar la clasificación de aditivos según la normativa ASTM C 1017.

Tabla 2. Clasificación de aditivos Sika ASTM C 1017

| Características | | Tipo I | Tipo II |
|--|---------|-----------------------|---------------------------------|
| Nombre genérico | | Superplastificante | Superplastificante y retardante |
| Incremento de revenimiento (cm mín.) | | 9.0 | 9.0 |
| Reducción de agua (% mín) | | 5.0 | - |
| Tiempo de fraguado | Inicial | de - 1:00 máx. | de -1:00 mín. |
| | | a + 1:30 máx. | a + 3:30 máx. |
| | Final | de - 1:00 máx. | + 3:30 máx |
| | | a + 1:30 máx. | |
| Resistencia a compresión (%mín. vs. Testigo) | 1 día | - | - |
| | 3 días | 90 | 90 |
| | 7 días | 90 | 90 |
| | 14 días | 90 | 90 |
| Aditivos Sika | | Sikament - 100 | Sikament - 190 |
| | | Sikament - 307 | Sikament - 190 LA |
| | | Sikament - HE 200 | Sikament -190 CR |
| | | Sika Viscocrete 5 | Sikament - 320 |
| | | Sika Viscocrete 20 HE | |

Fuente: (TELLO, 2019)

a. Tipo I: Superplastificante

Reductores de agua y superplastificantes especiales donde el efecto aniónico se ha multiplicado considerablemente. La dosificación usual va desde el 0.2% al 2.0% del peso de cemento, teniendo cuidado con la dosificación ya que su exceso puede ocasionar segregación si las mezclas tienen tendencia hacia los gruesos o retardos en el tiempo de fraguado que prolongan e intensifican el curado del concreto algunas veces durante varios días.

Las mezclas que empleen superplastificantes, deben presentar contenido de finos ligeramente superior al convencional, debido a que se puede ocasionar segregación por exceso de vibrado. Generalmente se incrementan burbujas superficiales en el concreto, por lo cual se debe optimizar los tiempos de vibrado en obra, para reducir la producción de burbujas.

En caso de usar al máximo las características reductoras de agua, permite tener descensos de 20% hasta 30% trabajando con asentamientos de 2'' a 3'', lo cual permitió el desarrollo de concretos de alta resistencia (750Kg/cm²) con relaciones de agua/cemento bajas de 0.25 a 0.30, bajo la optimización de agregados y cemento.

b. Tipo II: Superplastificante y retardante

Aditivo químico que cuando se agrega al concreto produce concreto fluido sin agregado adicional de agua y retarda el fraguado del concreto.

C. Según Comité ACI 212

Clasifica a los aditivos según tipo de material constituyente y efectos característicos en su uso.

- ✓ Aditivos acelerantes
- ✓ Aditivos reductores de agua y que controlan el fraguado
- ✓ Aditivos para inyecciones
- ✓ Aditivos incorporadores de aire
- ✓ Aditivos extractores de aire
- ✓ Aditivos formadores de gas
- ✓ Aditivos expansivos
- ✓ Aditivos minerales finamente molidos
- ✓ Aditivos impermeables y reductores de permeabilidad
- ✓ Aditivos pegantes (epóxicos)
- ✓ Aditivos químicos para reducir la expansión debido a la reacción entre agregados y alcalices del cemento
- ✓ Aditivos inhibidores de corrosión
- ✓ Aditivos fungicidas, germicidas o insecticidas
- ✓ Aditivos floculantes
- ✓ Aditivos colorantes

2.2.2. Concreto de alta resistencia

Concreto que posee resistencia superior a los concretos encontrados en la práctica. Para lo cual es necesaria la aplicación de mejores prácticas, así como las recomendaciones para el laboratorio y los procedimientos de prueba en campo según el ACI 363.2. Por otro lado, se debe mencionar que la resistencia se basa en resultados de pruebas ensayadas a los 56 o 91 días de curado con la finalidad lograr una economía significativa de los costos de materiales (KOSMATKA, y otros, 2004).

La definición de alta resistencia cambia con el paso de los años, conforme la resistencia de concreto es empleada en obras. Se considera concreto de alta resistencia cuando su resistencia de diseño es mayor a 700 Kg/cm^2 o 70 MPa .

De forma tradicional la resistencia a compresión del concreto, se basa en resultados de pruebas a los 28 días de curado. No obstante, cuando se consideran edades avanzadas de concreto generalmente se incorporan materiales cementantes suplementarios, generando beneficios como la reducción del calor durante la hidratación.

Los concretos de alta resistencia y bajo revenimiento se producen bajo control riguroso en plantas de concreto premezclado y pretensado, las mezclas se colocan en cimbras (encontrados) rústicas y se consolidan por un tiempo más prolongado o métodos de choque. El concreto colocado en obra emplea cimbras más frágiles, donde el proceso de compactación es diferente, para el cual es necesario obtener un concreto más trabajable que permita la colocación y evite la segregación y formación de agujeros. Es así que, para los concretos de alta resistencia, se adicionan aditivos superplastificantes para producir mezclas más trabajables y fluidas.

La producción de concreto de alta resistencia puede necesitar o no de la compra de materiales especiales. Razón por la cual, el productor debe conocer los factores que afectan la resistencia a compresión y como variar estos factores para obtener los mejores resultados. Se recomienda que, al elaborar el diseño de mezcla, se considere el análisis por separado de cada variable o material (KOSMATKA, y otros, 2004).

2.2.2.1. Cemento

La selección de cemento para concreto de alta resistencia no solo se basa en pruebas de cubos de mortero, también se debe incluir resistencias comparativas del concreto a 28; 56 y 91 días. Por lo cual, se recomienda emplear un cemento que brinde altas resistencias a edades avanzadas como 91 días. Para el concreto de alta resistencia, el cemento debe producir cubos de mortero de resistencia s superiores a 310 Kg/cm² a los 7 días de curado.

El cemento a considerar en el concreto, debe producir mezclas de prueba con contenidos de cemento de 400 a 550 Kg/m³, así mismo se debe mencionar que la cantidad depende de la resistencia que se desea obtener. Del mismo modo, la cantidad de arena y cemento deben ser similares en las mezclas de prueba (KOSMATKA, y otros, 2004).

2.2.2.2. Material cementante suplementario

La adición de ceniza volante, humo de sílice o escoria son obligatorios para la producción de concreto de alta resistencia, ya que el desarrollo de la resistencia no solo se logra con el aumento de cemento. Estos materiales se adicionan en dosis de 5% a 20% o más respecto al peso del cemento.

Es necesario mencionar que algunas especificaciones permiten el uso de humo de sílice hasta en un 10%, a menos que haya evidencia de que la mayor proporción permita obtener un concreto con resistencia, durabilidad y estabilidad de volumen satisfactorios.

2.2.2.3. Agregados

Para garantizar la alta resistencia del concreto, se debe prestar atención al tamaño, forma, textura superficial, mineralogía y limpieza de los agregados; ya que para cada fuente de agregado y nivel de resistencia del concreto existe un tamaño ideal de agregado que permite obtener la mayor resistencia a compresión por unidad del cemento. Para obtener el tamaño ideal, se deben realizar pruebas con agregados de 19mm (3/4") o menores con diferentes contenidos de cemento. Diversos estudios demostraron que el tamaño máximo nominal de 9.5 mm a 12.5 mm (3/8" a 1/2") permite obtener resistencias elevadas.

La resistencia del agregado y adherencia entre la pasta y el agregado son factores importantes para el concreto de alta resistencia. Estudios han demostrado que los agregados triturados producen resistencias a compresión mayores que con grava, debido a la unión pasta – agregado cuando el material triturado es angular y áspero.

Los agregados gruesos deben estar limpios (libres de recubrimientos perjudiciales como polvo y arcilla), cabe mencionar que la remoción de polvo es importante, ya que afecta la cantidad de finos y la demanda de agua del concreto. La cantidad de agregados gruesos debe ser la máxima compatible con los requerimientos de trabajabilidad, debido al alto porcentaje de material cementante en el concreto de alta resistencia. Por lo cual, es posible y necesario el aumento de agregado grueso arriba de los valores recomendados en las normas para concreto de resistencia normal.

En edificios altos y puentes, la rigidez de la estructura es importante para los diseñadores estructurales, porque en determinados proyectos se ha especificado que el módulo de elasticidad estático se considera como una medida de incrementar la rigidez de la estructura. Cabe mencionar que el módulo de elasticidad no es necesariamente proporcional a la resistencia a compresión del concreto. El módulo de elasticidad que se puede lograr se ve afectado considerablemente por las propiedades del agregado y las proporciones de la mezcla, ya que si un agregado tiene la capacidad de producir un módulo alto entonces se puede obtener el módulo ideal del concreto con la mayor cantidad de agregado.

El papel del agregado fino es proveer trabajabilidad y buen acabado que no es crucial para el concreto de alta resistencia a diferencia del concreto convencional. La arena con módulo de finura (MF) cerca de 3.0 se considera una arena gruesa. Para resistencias de 700 Kg/cm² el módulo de finura se debe encontrar entre 2.8 y 3.2 y no debe variar entre 0.10 el módulo de finura de seleccionado para la duración del proyecto. También se debe mencionar que módulos de finura entre 2.5 a 2.7 pueden producir resistencias bajas y mezclas pegajosas.

Por otro lado, se recomienda la combinación de tamaños de agregados, para obtener una granulometría requerida que reduzca la variabilidad del concreto y permita un control más riguroso.

2.2.2.4. Aditivos

Para el concreto de alta resistencia, es necesario emplear aditivos químicos como reductores de agua, retardadores, reductores de agua de alto rango o superplastificantes; ya que aumentan la eficiencia de altas cantidades de material cementante en el concreto de alta resistencia, además de ayudar a obtener una relación de agua/cemento más baja.

La eficiencia de los aditivos se debe evaluar por medio de la comparación de resistencias de mezclas de pruebas. Así mismo, se debe estudiar la compatibilidad entre cemento y material cementante suplementario, para determinar la trabajabilidad, tiempo de fraguado y cantidad de reducción de agua.

2.2.2.5. Proporciones

El mejor enfoque para la selección de proporciones de materiales para el concreto de alta resistencia, se basa en la elaboración de mezclas de prueba. Para obtener alta resistencia, se recomienda el uso de una baja relación agua/material cementante y alto contenido de cemento Portland. La resistencia unitaria obtenida de cada unidad de cemento se puede graficar como la eficiencia de la resistencia, para contribuir con el diseño de mezcla.

El requisito de agua del concreto aumenta el contenido de agregado fino para cualquier tamaño de agregado grueso. El contenido de material cementante en el concreto de alta resistencia, es posible mantener bajo el contenido de agregado fino. No obstante, el uso de agregados con buena granulometría, la relación agua/material cementante puede resultar un concreto con trabajabilidad inadecuada.

2.2.2.6. Mezcla

El concreto de alta resistencia se mezcla en mezcladoras móviles y centrales de concreto, pero estos concretos tienden a ser pegajosos y se pueden acumular en las mezcladoras. Por lo cual, es necesario verificar la secuencia en que se añaden los sólidos y líquidos, para comprobar el porcentaje de adición de cada material en cada etapa del proporcionamiento.

En caso de no haber realizado la mezcla de concreto de alta resistencia anteriormente, es importante realizar mezclas de prueba en laboratorio para determinar las proporciones ideales. Es así que, en esta etapa, es posible determinar las propiedades de la mezcla como: trabajabilidad, contenido de aire, densidad, resistencia y módulo de elasticidad.

2.2.2.7. Colocación, consolidado y curado

La relación entre el contratista y productor del concreto permite la descarga rápida del concreto después de su llegada a obra. Por lo cual, los técnicos de la producción del concreto deben realizar el ajuste final del concreto en la obra, a través de un laboratorio de concreto o especialista en el desempeño y uso de concreto de alta resistencia.

La consolidación es importante para obtener resistencias potenciales del concreto de alta resistencia. Por ello, se debe vibrar el concreto lo más rápido posible después de su colocación en el encofrado. Los vibradores de alta frecuencia deben ser pequeños para permitir el espacio entre la cabeza de vibración y acero de refuerzo. La vibración excesiva de concretos trabajables resulta en segregación, pérdida de aire incluido o ambos. El concreto sin superplastificante será áspero y contendrá poco aire, por lo que los inspectores deben de verificar la falta de vibración.

El curado de concreto de alta resistencia es más importante que el concreto convencional, por lo que se recomienda suministrar humedad adecuada y condiciones favorables de temperatura por periodos más largos, en especial cuando se requieran resistencias superiores a los 56 o 91 días de curado.

2.2.2.8. Control de calidad

Es necesario un programa de calidad en la planta de concreto como en obra, para garantizar la coherencia de producción y colocación del concreto de alta resistencia. Así mismo, es importante la inspección de las operaciones desde las pilas de almacenamiento de los agregados hasta la finalización del curado, como en la producción. También, es necesario el muestreo y ensayo de rutina de todos los materiales para controlar la uniformidad del concreto.

2.2.3. Ensayos de laboratorio

2.2.3.1. Asentamiento

Asentamiento del concreto fresco en el cono de Abrams (NTP 339.035)

La finalidad de este ensayo es determinar el asentamiento del concreto en estado fresco, el cual debe cumplir con el asentamiento asumido para la resistencia diseñada.

Este ensayo consiste en humedecer el molde, la base metálica y la varilla (Cono de Abrams); colocarlo sobre una superficie plana, sujetar con los pies y llenar el concreto.

- Llenar el molde con el material y dividir en capas de volúmenes iguales, compactar cada capa.

- Con la varilla enrasar el concreto
- Levantar el molde verticalmente en un tiempo de 5 +/- 2 segundos.
- Con la ayuda de un flexómetro medir el asentamiento de la mezcla

2.2.3.2. Peso unitario

Ensayo para determinar el peso por metro cúbico (NTP 339.046)

La finalidad de este ensayo, es especificar el peso volumétrico del agregado grueso y fino o incluso una composición de ambos, para realizar ensayos y obtener el peso unitario al ser compactados o sueltos.

- **Materiales y equipos**
 - Balanza
 - Recipientes
 - 1 varilla compactadora de 5/8" de diámetro y 60 cm de longitud, semiesférico de 8mm

- **Procedimiento**

El método del apisonado se realiza con agregados de tamaño nominal menor o igual a 39 mm (1 ½"), para este ensayo el agregado se coloca en el recipiente capa por capa (3 capas) de igual volumen hasta llenarlo; cabe resaltar que en cada capa se empareja con la mano y se apisona con 25 golpes de la varilla, de tal forma que los agregados se encuentren distribuidos de forma uniforme en cada capa.

- **Metodología de cálculo**

$$P_{ss} = \frac{G - T}{V}$$

Donde:

Pss: Peso unitario del agregado seco y suelto en Kg/m³

G: Peso del recipiente de medida más el agregado en Kg

T: Peso del recipiente de medida en Kg

V: Volumen del recipiente de medida en m³

2.2.3.3. Resistencia a la compresión

Ensayo de resistencia a compresión (NTP 339.034)

La Norma Técnica Peruana, establece que la resistencia a compresión es el resultado de aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados o

extracciones diamantinas; y se calcula con la división entre la carga máxima alcanzada y el área de sección de la probeta (INDECOPI, 2008).

Los cilindros de ensayo, deben de ser fracturados de acuerdo al tiempo permisible establecido por la NTP 339.034; la cual se describe en la siguiente tabla.

Tabla 3. *Tolerancia permisible para el ensayo de cilindros de concreto*

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

Nota: Tomado de NTP 339.034

Los aspectos a tomar en cuenta en el reporte de este ensayo, son los que se describen a continuación:

- Número de cilindro de concreto.
- Diámetro en mm.
- Longitud en mm, y si está fuera del rango de 1.8D a 2.2D.
- Área de la sección recta.
- Carga máxima en KN.
- Resistencia a la compresión, calculado con aproximación a 0.1 MPa.
- Tipo de fractura.
- Defectos en el espécimen o en el refrentado.
- Edad del espécimen.
- Cuando se requiera: densidad con aproximación a 10 Kg/m³.

En la figura, se puede observar los tipos de fracturas, de los cilindros de concretos sometidos a carga axial.

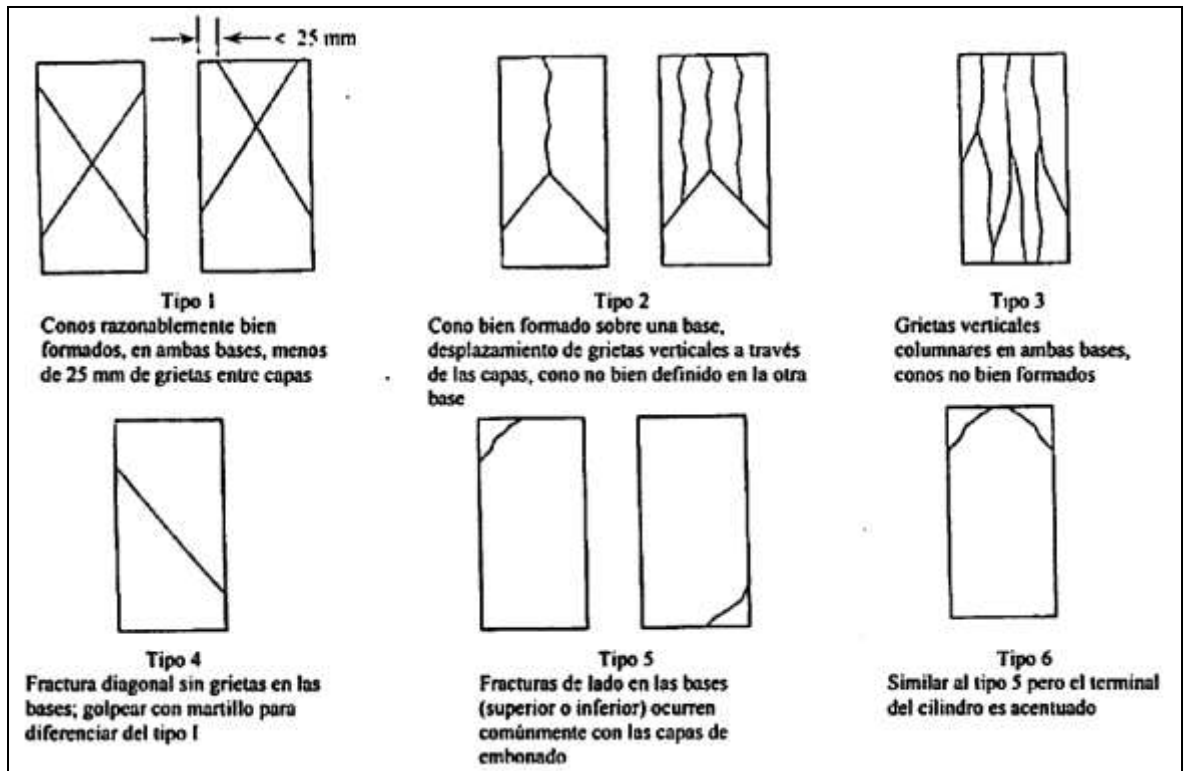


Figura 1. Tipos de fractura
Fuente: NTP 339.034

2.2.3.4. Resistencia a la flexión

Ensayo de resistencia a flexión en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo (NTP 339.078)

La Norma Técnica Peruana, establece que la resistencia a compresión es el resultado de aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados o extracciones diamantinas; y se calcula con la división entre la carga máxima alcanzada y el área de sección de la probeta (INDECOPI, 2008).

El equipo de ensayo, debe ser capaz de aplicar una carga constante sobre las muestras. Para el ensayo, se emplean placas de apoyo de tal forma que aseguren que las fuerzas aplicadas a la viga sean perpendiculares a la cara de las muestras y aplicarse sin excentricidad. En las siguientes líneas, se describen los requerimientos del equipo.

- El equipo de flexión, debe ser capaz de mantener constante la longitud del tramo especificado y las distancias entre placas de carga dentro de ± 1.0 mm.

- La relación de la distancia horizontal entre el punto de aplicación de la carga y el punto de aplicación de la reacción más cercana a la profundidad de la viga debe ser 1.0 ± 0.03 .
- El equipo debe ser capaz de mantener constante la distancia entre apoyos y entre placas de carga, con una aproximación de 2.0 mm.
- La carga se debe aplicar de forma perpendicular a la cara superior de la viga, evitando la excentricidad.
- La carga se debe incrementar de forma gradual y sin impacto.
- La dirección de las reacciones debe ser paralelas a la dirección de las cargas aplicadas, mientras se realice la prueba.
- La relación entre la distancia desde el punto de aplicación de la carga a la reacción más cercana y la altura de la viga no debe ser menor a la unidad.

A continuación, se describen los aspectos a tomar en cuenta en el informe del ensayo.

- Número o identificación de la viga.
- Ancho promedio en mm, aproximación a 1 mm.
- Altura promedio en mm, aproximación a 1 mm.
- Luz libre entre apoyos en mm.
- Carga máxima aplicada en N.
- Módulo de rotura en MPa, con aproximación a 0.05 MPa.
- Referencia del curado y condición aparente de la humedad de la viga al momento del ensayo.
- Defectos observados en la viga.
- Edad de la viga.
- Señalar si la viga fue refrentada, lijada o si se colocó una cuña de cuero.

En la figura, se puede observar el esquema del equipo de flexión de vigas con cargas a los tercios.

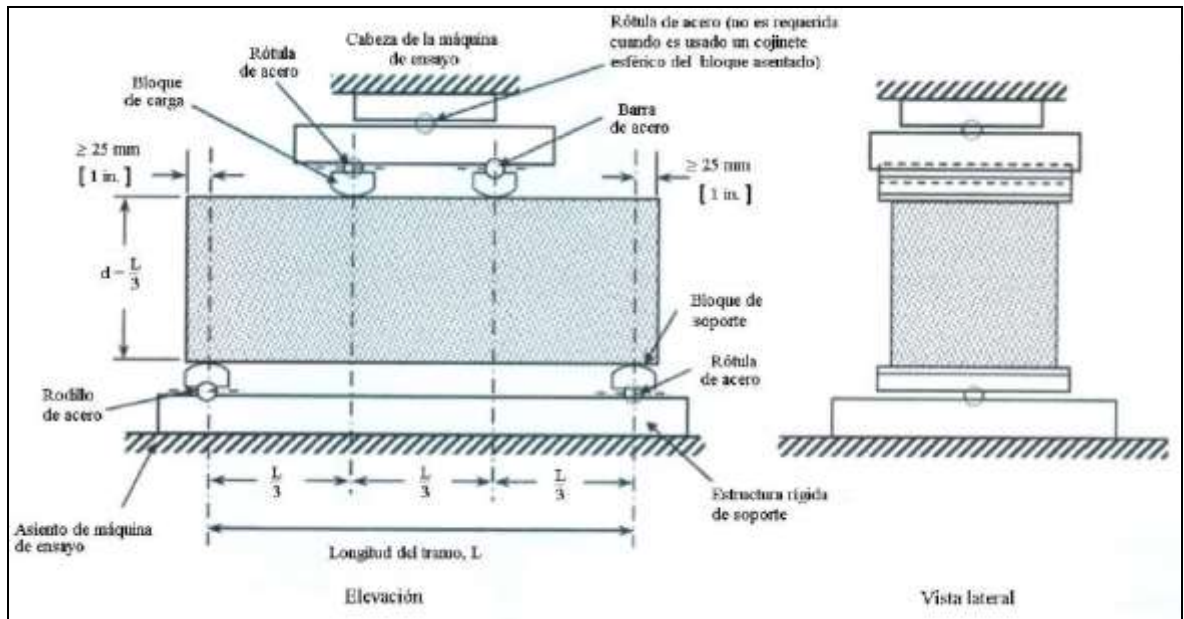


Figura 2. Equipo de flexión de vigas con cargas a los tercios
Fuente: NTP 339.078

2.3. Definición de términos básicos

a) Aditivos

Agentes externos que se agregan al concreto para mejorar las propiedades mecánicas, físicas y químicas del concreto. Para prevenir el daño del concreto por algún agente externo como la humedad, exposición a salinidad, exposición a corrientes sulfatadas, contacto con aguas negras o grises, incluso el contacto con el agua marina; que pueden generar alteraciones y daños en las estructuras de concreto (KOSMATKA, y otros, 2004).

b) Agua de mar

También conocida como agua salada. Es la que se encuentra en el océano y mar del planeta Tierra, tiene concentraciones de sales minerales disueltas alrededor de 35% (Iagua, 2017).

Mezcla de 96.5% de agua pura y 3.5% de otros componentes como sales, gases disueltos, sustancias orgánicas y partículas sin disolver (Institut de Ciències del Mar, 2021).

c) Concreto

Mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en determinadas proporciones, para alcanzar ciertas propiedades en especial la resistencia; en ocasiones se agregan ciertas circunstancias conocidas como

aditivos que mejoran y/o modifican algunas propiedades del concreto (ABANTO, 1996)

d) Concreto de alta resistencia

Concreto que posee resistencia superior a los concretos encontrados en la práctica. Para lo cual, es necesario la aplicación de mejores prácticas, así como las recomendaciones para el laboratorio y los procedimientos de prueba en campo según el ACI 363.2 (KOSMATKA, y otros, 2004).

e) Curado

Según la ACI 308 R, el curado es el proceso donde el concreto elaborado con concreto hidráulico madura y se endurece con el tiempo, que es el resultado de la hidratación continua del cemento en presencia de determinada cantidad de agua y calor (Sika, 2009).

f) Resistencia a compresión

Resultado de aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados o extracciones diamantinas; y se calcula con la división entre la carga máxima alcanzada y el área de sección de la probeta (INDECOPI, 2008).

g) Resistencia a flexión

Medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto, con una luz mínima de tres veces su espesor. La Norma Técnica Peruana, establece que el método de ensayo consiste en aplicar una carga a los tercios de la luz de la viga hasta que ocurra la falla; donde el módulo de rotura se calcula según la ubicación de la falla: dentro del tercio medio o a una distancia de este no mayor del 5% de la luz libre (INDECOPI, 2012).

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1. Método, tipo o alcance de la investigación

3.1.1. Método

Según (SÁNCHEZ, y otros, 2015), afirma que el método es el proceso de indagación para tratar un conjunto de problemas que no conocemos y es la manera sistematizada de hacer uso del pensamiento reflexivo; incluyendo la solución de problemas de la sociedad que aún no han sido investigados o llevan hacia otra dirección.

En ese sentido, la presente investigación es científica ya que se desarrollará de manera organizada y sistemática la información, así como los resultados necesarios para hacer posible la investigación.

3.1.2. Tipo

De acuerdo con (RAMÍREZ, 2010), la investigación aplicada utiliza la teoría para la solución de problemas concretos y se encuentra relacionada de manera directa con la investigación pura, ya que las teorías que descubre esta última permiten la estructuración de soluciones concretas a problemas de la realidad.

Razón por la cual, en la presente investigación se hará uso de los conocimientos referentes a concreto, diseño de mezcla y aditivos. Con la finalidad de determinar el efecto de los aditivos en un concreto de alta resistencia para pilotes y así garantizar su durabilidad y comportamiento bajo agua, como parte de la infraestructura portuaria.

3.1.3. Alcance

El alcance o nivel de investigación es explicativo, ya que “está dirigido a responder por las causas de los efectos y fenómenos físicos o sociales”, además que se contará con un grupo de tratamiento control y grupos experimentales (HERNÁNDEZ, y otros, 2014).

3.1.4. Diseño

El diseño de la investigación es experimental, debido a que “la esencia de esta concepción de experimento es que requiere la manipulación intencional de una acción, para analizar sus posibles resultados” (HERNÁNDEZ, y otros, 2014). Es así que la investigación desarrollará la manipulación de la variable de aditivos en las propiedades en estado fresco y endurecido del concreto de alta resistencia para pilotes en el terminal portuario de Ilo, Moquegua.

$$GE: O_1 \times O_2$$

$$GC: O_3$$

En la siguiente tabla, se muestra la tabla de tratamientos de la investigación.

Tabla 4. Tratamientos de la investigación

| N° de Muestras | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 |
|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | V1 | W1 | X1 | Y1 | Z1 |
| 2 | V2 | W2 | X2 | Y2 | Z2 |
| 3 | V3 | W3 | X3 | Y3 | Z3 |
| 4 | V4 | W4 | X4 | Y4 | Z4 |
| 5 | V5 | W5 | X5 | Y5 | Z5 |
| | \bar{V} | \bar{W} | \bar{X} | \bar{Y} | \bar{Z} |

Fuente: Elaboración propia

Donde:

T0, tratamiento 0: Concreto $f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

T1, tratamiento 1: Concreto $f_c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, con aditivos; 1.50% viscocrete 4500 PE, 0.10% Sika Tard 450 PE, 1.90% Sika CNI y 0.30% Mapeplast UW.

T2, tratamiento 2: Concreto $f_c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, con aditivos; 2.00% viscocrete 4500 PE, 0.15% Sika Tard 450 PE, 2.40% Sika CNI y 0.60% Mapeplast UW.

T3, tratamiento 3: Concreto $f_c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, con aditivos; 2.50% viscocrete 4500 PE, 0.20% Sika Tard 450 PE, 2.90% Sika CNI y 0.90% Mapeplast UW.

T4, tratamiento 4: Concreto $f_c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, con aditivos; 3.00% viscoconcreto 4500 PE, 0.25% Sika Tard 450 PE, 3.40% Sika CNI y 1.200% Mapeplast UW.

3.1.5. Población y muestra

Población

Según (CASTRO, 2016), la población es la totalidad de elementos que conforman la realidad que se va a investigar. En esta investigación la población está conformada por el concreto de alta resistencia para pilotes en el terminal portuario de Ilo, Moquegua.

Muestra

Según (CASTRO, 2016), la muestra es parte de la población, la cual se selecciona por métodos diversos y representa a la población. Por ello, la muestra de la investigación es no probabilística y por conveniencia ya que se encuentra conformada por 45 cilindros prismáticos para evaluar la resistencia a compresión.

3.1.6. Diseño

El diseño de la investigación es experimental, debido a que “la esencia de esta concepción de experimento es que requiere la manipulación intencional de una acción, para analizar sus posibles resultados” (HERNÁNDEZ, y otros, 2014). Es así que, la investigación desarrollará la manipulación de la proporción de los aditivos para observar los efectos en las propiedades en estado fresco y endurecido del concreto de alta resistencia.

3.2. Materiales y métodos

3.2.1. Materiales

Los materiales a emplear en la investigación serán el cemento, agregados fino y grueso, agua y aditivos que producen un concreto de alta resistencia. Así mismo, se empleará agua de mar para evaluar el curado de los especímenes de prueba.

3.2.2. Métodos

Los métodos para el desarrollo de la investigación, corresponden a las normas de ejecución para la elaboración de concreto, curado de muestras y ensayos de resistencia de compresión y flexión.

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.3.1. Técnicas de recolección

La técnica de recolección de datos fue la observación, este es un proceso intencional que permite recolectar información precisa de las características y rasgos de las unidades de análisis (CARRASCO, 2019). Por lo que, en la investigación se aplicó la observación durante toda la ejecución de los ensayos en laboratorio.

3.3.2. Instrumentos

Para Valderrama, S (2002), los instrumentos de recolección de datos son “Medios materiales empleados por el investigador para el recojo y almacenamiento de la información. Además, serán seleccionados de forma coherente a las variables investigadas”. Los instrumentos de recolección de datos en la investigación corresponden a las fichas de registro de los ensayos realizados en laboratorio, las cuales se encuentran validadas por el especialista responsable del laboratorio.

CAPÍTULO IV RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados

4.1.1. Diseño de mezcla

En la siguiente tabla, se puede apreciar el diseño de mezcla para el tratamiento 0 de concreto con $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$.

Tabla 5. Diseño de mezcla, tratamiento 0, $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

| Características | Diseño | Cantidad x 1m3 |
|------------------------|---------------|-----------------------|
| Resistencia ($f'c$) | 28 MPa | - |
| Relación agua/cemento | 0.53 | - |
| Componentes | | |
| Cemento tipo V | 0.1251 m3 | 341.5 Kg |
| Agua | 0.1810 m3 | 169.7 Lt |
| Aire | 0.0010 m3 | - |
| Agregado fino | 0.2962 m3 | 679.6 Kg |
| Agregado grueso | 0.3967 m3 | 1220.5 Kg |

Fuente: Elaboración propia

Las siguientes tablas, muestran los diseños de mezcla de los tratamientos 1 al 4 de concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$ con 4 aditivos para alcanzar un concreto de alta resistencia para pilotes bajo agua.

Tabla 6. Diseño de mezcla, tratamiento 1 - $f_c = 350 \text{ Kg/cm}^2$ con aditivos

| Características | Diseño | Cantidad x 1m3 |
|-------------------------|---------------|-----------------------|
| Resistencia (f_c) | 35 MPa | - |
| Relación agua/cemento | 0.53 | - |
| Componentes | | |
| Cemento tipo V | - | 490 Kg |
| Sika fume | - | 18.5 Kg |
| Agua | - | 193 Kg |
| Agregado fino | 63% | 1020 Kg |
| Agregado grueso huso 7 | 37% | 617 Kg |
| Aditivo viscocrete 4500 | 1.50% | 7.725 Kg |
| Aditivo sikatard 450 | 0.10% | 0.5775 Kg |
| Aditivo sika CNI | 1.90% | 9.27 Kg |
| Aditivo Mapeplast UW | 0.30% | 2.3175 Kg |
| Extensibilidad | 65 cm | - |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Diseño de mezcla, tratamiento 2 - $f_c = 350 \text{ Kg/cm}^2$ con aditivos

| Características | Diseño | Cantidad x 1m3 |
|-------------------------|---------------|-----------------------|
| Resistencia (f_c) | 35 MPa | - |
| Relación agua/cemento | 0.53 | - |
| Componentes | | |
| Cemento tipo V | - | 490 Kg |
| Sika fume | - | 25 Kg |
| Agua | - | 193 Kg |
| Agregado fino | 63% | 1020 Kg |
| Agregado grueso huso 7 | 37% | 617 Kg |
| Aditivo viscocrete 4500 | 2.00% | 10.30 Kg |
| Aditivo sikatard 450 | 0.15% | 0.77 Kg |
| Aditivo sika CNI | 2.40% | 12.36 Kg |
| Aditivo Mapeplast UW | 0.60% | 3.09 Kg |
| Extensibilidad | 65 cm | - |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Diseño de mezcla, tratamiento 3 - $f_c = 350 \text{ Kg/cm}^2$ con aditivos

| Características | Diseño | Cantidad x 1m3 |
|-------------------------|---------------|-----------------------|
| Resistencia (f_c) | 35 Mpa | - |
| Relación agua/cemento | 0.53 | - |
| Componentes | | |
| Cemento tipo V | - | 490 Kg |
| Sika fume | - | 27.5 Kg |
| Agua | - | 193 Kg |
| Agregado fino | 63% | 1020 Kg |
| Agregado grueso huso 7 | 37% | 617 Kg |
| Aditivo viscocrete 4500 | 2.50% | 12.875 Kg |
| Aditivo sikatard 450 | 0.20% | 1.027 Kg |
| Aditivo sika CNI | 2.90% | 14.935 Kg |
| Aditivo Mapeplast UW | 0.90% | 5.85 Kg |
| Extensibilidad | 65 cm | - |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Diseño de mezcla, tratamiento 4 - $f_c = 350 \text{ Kg/cm}^2$ con aditivos

| Características | Diseño | Cantidad x 1m3 |
|-------------------------|---------------|-----------------------|
| Resistencia (f_c) | 35 MPa | - |
| Relación agua/cemento | 0.53 | - |
| Componentes | | |
| Cemento tipo V | - | 490 Kg |
| Sika fume | - | 29.5 Kg |
| Agua | - | 193 Kg |
| Agregado fino | 63% | 1020 Kg |
| Agregado grueso huso 7 | 37% | 617 Kg |
| Aditivo viscocrete 4500 | 3.00% | 15.45 Kg |
| Aditivo sikatard 450 | 0.25% | 1.283 Kg |
| Aditivo sika CNI | 3.40% | 17.510 Kg |
| Aditivo Mapeplast UW | 1.20% | 6.18 Kg |
| Extensibilidad | 65 cm | - |

Fuente: Elaboración propia

En el anexo 4, se adjuntan las fichas técnicas de los aditivos empleados en la elaboración de concreto de alta resistencia.

4.1.2. Aditivos en las propiedades en estado fresco del concreto para pilotes

4.1.2.1. Asentamiento

La tabla muestra el Slump o también conocido como asentamiento del concreto en estado fresco para cada tratamiento aplicado. Cabe resaltar que los tratamientos aplicados corresponden a los diferentes diseños de mezcla del concreto de alta resistencia.

Tabla 10. Slump de concreto, tratamientos

| | Diseño de mezcla | Slump (cm) | Slump (plg) |
|-----------|--|------------|-------------|
| T0 | f'c =280 Kg/cm ² | 44 | 17.3 |
| T1 | f'c =350 Kg/cm ² con aditivos | 45 | 17.7 |
| T2 | f'c =350 Kg/cm ² con aditivos | 43 | 16.9 |
| T3 | f'c =350 Kg/cm ² con aditivos | 44 | 17.3 |
| T4 | f'c =350 Kg/cm ² con aditivos | 46 | 18.1 |

Fuente: Elaboración propia

Del mismo modo, en la figura se puede apreciar el Slump de los tratamientos aplicados.

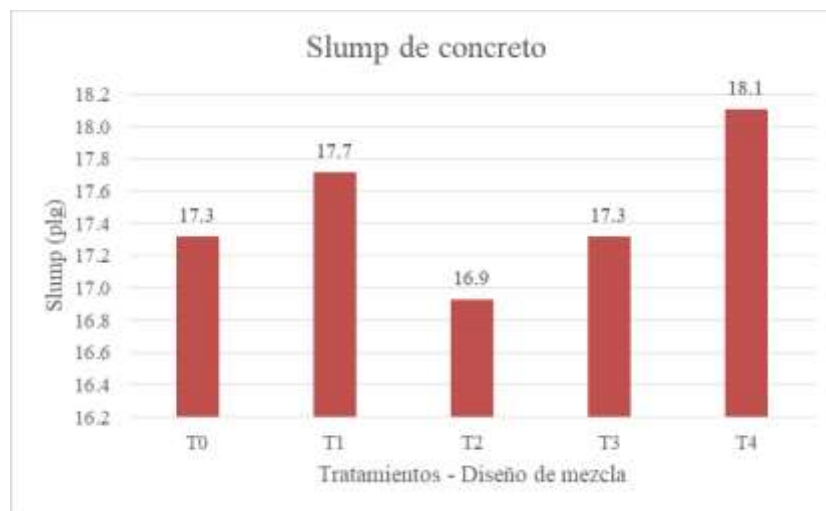


Figura 3. Slump de concreto, tratamientos

4.1.3. Aditivos en las propiedades en estado endurecido del concreto para pilotes

4.1.3.1. Resistencia a compresión

➤ Resistencia a compresión, edad 7 días

La tabla presenta el resumen promedio de la resistencia a compresión del concreto de alta resistencia tras 7 días de curado.

Tabla 11. Resistencia a compresión, edad 7 días

| Muestras | Tratamiento 0 | | | Tratamiento 1 | | | Tratamiento 2 | | | Tratamiento 3 | | | Tratamiento 4 | | |
|-----------------|-----------------------------------|--------|-------------|-----------------------------------|--------|-------------|-----------------------------------|--------|-------------|-----------------------------------|--------|-------------|-----------------------------------|--------|-------------|
| | Resistencia a compresión (Kg/cm2) | | | Resistencia a compresión (Kg/cm2) | | | Resistencia a compresión (Kg/cm2) | | | Resistencia a compresión (Kg/cm2) | | | Resistencia a compresión (Kg/cm2) | | |
| | Laboratorio | Diseño | % alcanzado | Laboratorio | Diseño | % alcanzado | Laboratorio | Diseño | % alcanzado | Laboratorio | Diseño | % alcanzado | Laboratorio | Diseño | % alcanzado |
| 1 | 179 | 280 | 64 | 192 | 350 | 55 | 226 | 350 | 65 | 184 | 350 | 53 | 253 | 350 | 72 |
| 2 | 183 | 280 | 65 | 189 | 350 | 54 | 233 | 350 | 67 | 181 | 350 | 52 | 250 | 350 | 71 |
| 3 | 177 | 280 | 63 | 193 | 350 | 55 | 235 | 350 | 67 | 182 | 350 | 52 | 242 | 350 | 69 |
| Promedio | 179.7 | 280.0 | 64.2 | 191.3 | 350.0 | 54.7 | 231.3 | 350.0 | 66.1 | 182.3 | 350.0 | 52.1 | 248.3 | 350.0 | 71.0 |

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, en la figura, se puede apreciar la resistencia a compresión de las probetas cilíndricas, alcanzada a los 7 días de curado. Cabe resaltar que el registro de los resultados se adjunta en el anexo 5.



Figura 4. Resistencia a compresión, edad 7 días

➤ **Resistencia a compresión, edad 14 días**

La tabla adjunta, el resumen promedio de la resistencia a compresión del concreto de alta resistencia alcanzada a los 14 días de curado.

Tabla 12. Resistencia a compresión, edad 14 días

| Muestras | Tratamiento 0 | | | Tratamiento 1 | | | Tratamiento 2 | | | Tratamiento 3 | | | Tratamiento 4 | | |
|-----------------|-----------------------------------|--------|-------------|-----------------------------------|--------|-------------|-----------------------------------|--------|-------------|-----------------------------------|--------|-------------|-----------------------------------|--------|-------------|
| | Resistencia a compresión (Kg/cm2) | | | Resistencia a compresión (Kg/cm2) | | | Resistencia a compresión (Kg/cm2) | | | Resistencia a compresión (Kg/cm2) | | | Resistencia a compresión (Kg/cm2) | | |
| | Laboratorio | Diseño | % alcanzado | Laboratorio | Diseño | % alcanzado | Laboratorio | Diseño | % alcanzado | Laboratorio | Diseño | % alcanzado | Laboratorio | Diseño | % alcanzado |
| 1 | 248 | 280 | 89 | 265 | 350 | 76 | 312 | 350 | 89 | 255 | 350 | 73 | 350 | 350 | 100 |
| 2 | 253 | 280 | 90 | 257 | 350 | 73 | 322 | 350 | 92 | 251 | 350 | 72 | 347 | 350 | 99 |
| 3 | 246 | 280 | 88 | 268 | 350 | 77 | 325 | 350 | 93 | 252 | 350 | 72 | 335 | 350 | 96 |
| Promedio | 249.0 | 280.0 | 88.9 | 263.3 | 350.0 | 75.2 | 319.7 | 350.0 | 91.3 | 252.7 | 350.0 | 72.2 | 344.0 | 350.0 | 98.3 |

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, en la figura se puede apreciar la resistencia a compresión alcanzada a los 14 días de curado. En el anexo 6 se encuentra el registro de resultados



Figura 5. Resistencia a compresión, edad 14 días

➤ **Resistencia a compresión, edad 28 días**

La tabla muestra el resumen promedio de la resistencia a compresión promedio del concreto de alta resistencia tras 28 días de curado.

Tabla 13. Resistencia a compresión, edad 28 días

| Muestras | Tratamiento 0 | | | Tratamiento 1 | | | Tratamiento 2 | | | Tratamiento 3 | | | Tratamiento 4 | | |
|-----------------|-----------------------------------|--------|-------------|-----------------------------------|--------|-------------|-----------------------------------|--------|-------------|-----------------------------------|--------|-------------|-----------------------------------|--------|-------------|
| | Resistencia a compresión (Kg/cm2) | | | Resistencia a compresión (Kg/cm2) | | | Resistencia a compresión (Kg/cm2) | | | Resistencia a compresión (Kg/cm2) | | | Resistencia a compresión (Kg/cm2) | | |
| | Laboratorio | Diseño | % alcanzado | Laboratorio | Diseño | % alcanzado | Laboratorio | Diseño | % alcanzado | Laboratorio | Diseño | % alcanzado | Laboratorio | Diseño | % alcanzado |
| 1 | 275 | 280 | 98 | 294 | 350 | 84 | 347 | 350 | 99 | 283 | 350 | 81 | 389 | 350 | 111 |
| 2 | 281 | 280 | 100 | 286 | 350 | 82 | 358 | 350 | 102 | 279 | 350 | 80 | 384 | 350 | 110 |
| 3 | 273 | 280 | 98 | 298 | 350 | 85 | 361 | 350 | 103 | 280 | 350 | 80 | 372 | 350 | 106 |
| Promedio | 276.3 | 280.0 | 98.7 | 292.7 | 350.0 | 83.6 | 355.3 | 350.0 | 101.5 | 280.7 | 350.0 | 80.2 | 381.7 | 350.0 | 109.0 |

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, en la figura se aprecia la resistencia a compresión en laboratorio y del diseño, tras 28 días de curado. El anexo 7, contiene el registro de resultados de este ítem.



Figura 6. Resistencia a compresión, edad 28 días

4.1.4. Prueba de hipótesis

4.1.4.1. Asentamiento

La prueba de hipótesis para los resultados de asentamiento, se obtuvo de la correlación de Pearson. El resultado presenta la tabla de estadística de regresión y curva de regresión ajustada. La hipótesis a comprobar fue la siguiente.

H0: El Slump del concreto y los tratamientos aplicados tienen relación directa

Ha: El Slump del concreto y los tratamientos aplicados tienen relación indirecta

En la tabla se puede apreciar la estadística de regresión y en la figura, la curva de regresión con la función polinómica que se ajusta a la distribución de los resultados obtenidos.

Tabla 14. Estadística de regresión

| <i>Estadísticas de la regresión</i> | |
|--|---------|
| Coefficiente de correlación múltiple | 0.4160 |
| Coefficiente de determinación R ² | 0.1731 |
| R ² ajustado | -0.1026 |
| Error típico | 0.4713 |
| Observaciones | 5 |

Fuente: Elaboración propia

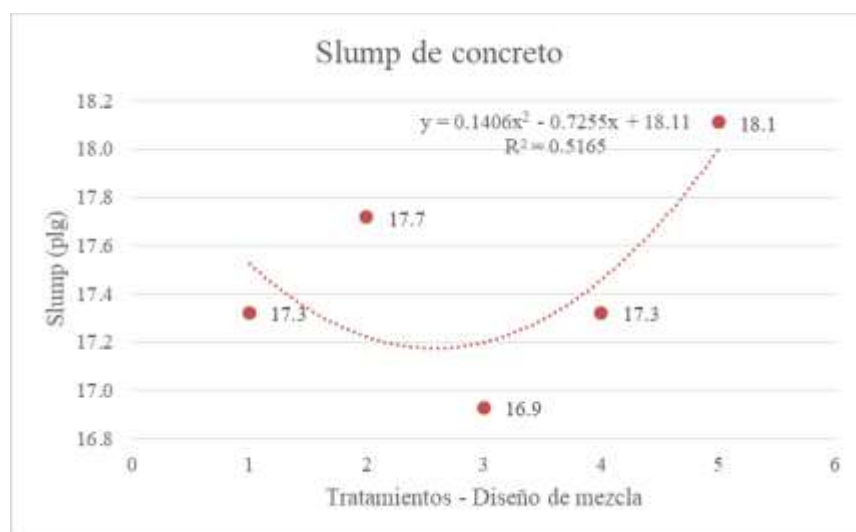


Figura 7. Curva de regresión, función polinómica –Slump de concreto

La tabla de estadística de regresión, señala que el Slump o asentamiento del concreto de alta resistencia en estado fresco tiene relación moderada con los

tratamientos aplicados (aditivos para concreto de alta resistencia en pilotes). No obstante, el coeficiente de determinación (R^2) señala que el 17.31% del Slump de concreto depende de los tratamientos aplicados, por lo cual se realizaron curvas de regresión con diferentes funciones y fue la función polinómica la que mejor se ajusta a la distribución de resultados. Se obtuvo que el 51.65% del Slump del concreto en estado fresco depende de los tratamientos aplicados y el 48.35% depende de otros factores como las condiciones ambientales del lugar de los ensayos.

4.1.4.2. Resistencia a compresión

La prueba de hipótesis para los resultados de resistencia a compresión del concreto de alta resistencia, se realizó con el diseño de bloques completamente al azar que se conoce por su abreviatura DBCA. Se realizó el diseño para la resistencia alcanzada a los 7; 14 y 28 días, así como para el resumen general de los tratamientos y edad de curado del concreto.

A. Resistencia a compresión, edad 7 días

La hipótesis a comprobar es la siguiente.

$$H_0: u_1 = u_2 = u_3$$

$$H_a: u_1 \neq u_2 \neq u_3$$

Las siguientes tablas contienen: análisis de varianza y prueba de Duncan para determinar la diferencia de las medias de los tratamientos y muestras.

Tabla 15. Análisis de varianza, edad de curado 7 días

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente:

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------------------|----|------------------|-----------|------|
| Modelo corregido | 11707,467 ^a | 6 | 1951.244 | 114.667 | .000 |
| Intersección | 640253.400 | 1 | 640253.400 | 37625.077 | .000 |
| Tratamiento | 11702.267 | 4 | 2925.567 | 171.924 | .000 |
| Muestra | 5.200 | 2 | 2.600 | .153 | .861 |
| Error | 136.133 | 8 | 17.017 | | |
| Total | 652097.000 | 15 | | | |
| Total corregido | 11843.600 | 14 | | | |

a. R al cuadrado = .989 (R al cuadrado ajustada = .980)

Fuente: Elaboración propia

Del análisis de varianza para la resistencia a compresión del concreto a los 7 días de curado. El valor de F calculado para tratamientos fue 171.924 y el valor de F tabulado ($F_{\text{tabla}}: 4; 8 = 3.838$). Debido a que el valor de F tabulado fue mayor a F calculado, se acepta la hipótesis alterna de que los tratamientos aplicados son estadísticamente diferentes y que la dosificación variada de los aditivos tienen efectos en la resistencia a compresión de los tratamientos aplicados. En cuanto al bloque de las muestras, el calor de F calculado fue 0.153 y el valor de tabulado ($F_{\text{tabla}}: 2; 8 = 4.459$), por lo que se acepta la hipótesis nula de que las muestras son similares, ya que la resistencia en las muestras fue similar. Por lo que, de forma general, se afirma que los aditivos influyen significativamente en las propiedades en estado endurecido del concreto a los 7 días de curado.

Se realizó la prueba de Duncan para determinar de forma precisa la diferencia entre los tratamientos y muestras aplicadas, descritas en el párrafo anterior.

Tabla 16. Prueba de Duncan tratamientos, edad de curado 7 días

Resistencia

Duncan^{a,b}

| Tratamientos | N | Subconjunto | | | |
|---------------|---|-------------|----------|----------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Tratamiento 0 | 3 | 179.6667 | | | |
| Tratamiento 3 | 3 | 182.3333 | | | |
| Tratamiento 1 | 3 | | 191.3333 | | |
| Tratamiento 2 | 3 | | | 231.3333 | |
| Tratamiento 4 | 3 | | | | 248.3333 |
| Sig. | | .451 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 17.017.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

b. Alfa = 0.05.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la prueba de Duncan para los tratamientos aplicados, se puede apreciar que los tratamientos 0 y 3 son estadísticamente similares y diferentes a los tratamientos 1; 2 y 4. Además se puede decir que el tratamiento 4 presentó el promedio de resistencia a compresión alcanzada a los 7 días de curado, mayor a los otros tratamientos y seguido del tratamiento 2 y 1.

Tabla 17. Prueba de Duncan muestras, edad de curado 7 días

Resistencia

Duncan^{a,b}

| Muestras | N | Subconjunto |
|----------|---|-------------|
| | | 1 |
| 3,00 | 5 | 205.8000 |
| 1,00 | 5 | 206.8000 |
| 2,00 | 5 | 207.2000 |
| Sig. | | .620 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 17.017.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5.000.

b. Alfa = 0.05.

Fuente: Elaboración propia

Conforme a la prueba de Duncan del bloque de muestras, se puede apreciar y deducir que las medias de las muestras son similares.

B. Resistencia a compresión, edad 14 días

La hipótesis a comprobar es la siguiente.

$$H_0: u_1 = u_2 = u_3$$

$$H_a: u_1 \neq u_2 \neq u_3$$

Las siguientes tablas contienen: análisis de varianza y prueba de Duncan para determinar la diferencia de las medias de los tratamientos y muestras.

Tabla 18. Análisis de varianza, edad de curado 14 días

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente:

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|--------------------------|-------------------------------|----|------------------|-----------|------|
| Modelo corregido | 22475,067 ^a | 6 | 3745.844 | 94.872 | .000 |
| Intersección Tratamiento | 1224653.067 | 1 | 1224653.067 | 31016.962 | .000 |
| Muestra | 22472.933 | 4 | 5618.233 | 142.294 | .000 |
| Error | 2.133 | 2 | 1.067 | .027 | .973 |
| Total | 315.867 | 8 | 39.483 | | |
| Total corregido | 1247444.000 | 15 | | | |
| | 22790.933 | 14 | | | |

a. R al cuadrado = ,986 (R al cuadrado ajustada = ,976)

Fuente: Elaboración propia

Del análisis de varianza para la resistencia a compresión del concreto a los 14 días de curado. El valor de F calculado para tratamientos fue 142.294 y el valor de F tabulado ($F_{\text{tabla}}: 4; 8 = 3.838$). Debido a que el valor de F tabulado fue mayor a F calculado, se acepta la hipótesis alterna de que los tratamientos aplicados son estadísticamente diferentes y que la dosificación variada de los aditivos tienen efectos en la resistencia a compresión de los tratamientos aplicados. En cuanto al bloque de las muestras, el calor de F calculado fue 0.027 y el valor de tabulado ($F_{\text{tabla}}: 2; 8 = 4.459$), por lo que se acepta la hipótesis nula de que las muestras son similares, ya que la resistencia en las muestras fue similar. Por lo cual, de forma general, se afirma que los aditivos influyen significativamente en las propiedades en estado endurecido del concreto a los 14 días de curado.

De esta forma, se realizó la prueba de Duncan para determinar de forma precisa la diferencia entre los tratamientos y muestras aplicadas, descritas en el párrafo anterior.

Tabla 19. Prueba de Duncan tratamientos, edad de curado 14 días
Resistencia a compresión 14 días

Duncan^{a,b}

| Tratamientos | N | Subconjunto | | | |
|---------------|---|-------------|----------|----------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Tratamiento 0 | 3 | 249.0000 | | | |
| Tratamiento 3 | 3 | 252.6667 | 252.6667 | | |
| Tratamiento 1 | 3 | | 263.3333 | | |
| Tratamiento 2 | 3 | | | 319.6667 | |
| Tratamiento 4 | 3 | | | | 344.0000 |
| Sig. | | .495 | .071 | 1.000 | 1.000 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 39,483.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

b. Alfa = 0.05.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la prueba de Duncan para los tratamientos aplicados, se puede apreciar que los tratamientos 0 y 3 son estadísticamente similares, así mismo los tratamientos 3 y 1 son estadísticamente similares, y a la vez estos son estadísticamente diferentes a los tratamientos 2 y 4. Por lo que, es posible destacar que los tratamientos 4 y 2 tienen los promedios de resistencia a

compresión alcanzado a los 14 días de curado, más altos que los otros tratamientos.

Tabla 20. Prueba de Duncan muestras, edad de curado 14 días
Resistencia a compresión 14 días

Duncan^{a,b}

| Muestras | N | Subconjunto |
|----------|---|-------------|
| | | 1 |
| 3,00 | 5 | 285.2000 |
| 1,00 | 5 | 286.0000 |
| 2,00 | 5 | 286.0000 |
| Sig. | | .852 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 39,483.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

b. Alfa = 0.05.

Fuente: Elaboración propia

Conforme a la prueba de Duncan para el bloque de muestras, se puede apreciar y deducir que los promedios de las muestras son similares.

C. Resistencia a compresión, edad, 28 días

La hipótesis a comprobar es la siguiente.

$$H_0: u_1 = u_2 = u_3$$

$$H_a: u_1 \neq u_2 \neq u_3$$

Las siguientes tablas contienen: análisis de varianza y prueba de Duncan para determinar la diferencia de las medias de los tratamientos y muestras.

Tabla 21. Análisis de varianza, edad de curado 28 días

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente:

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------------------|----|------------------|-----------|------|
| Modelo corregido | 27652,133 ^a | 6 | 4608.689 | 97.745 | .000 |
| Intersección | 1510506.667 | 1 | 1510506.667 | 32036.197 | .000 |
| Tratamiento | 27650.000 | 4 | 6912.500 | 146.607 | .000 |
| Muestra | 2.133 | 2 | 1.067 | .023 | .978 |
| Error | 377.200 | 8 | 47.150 | | |
| Total | 1538536.000 | 15 | | | |
| Total corregido | 28029.333 | 14 | | | |

a. R al cuadrado = ,987 (R al cuadrado ajustada = ,976)

Fuente: Elaboración propia

Del análisis de varianza para la resistencia a compresión del concreto a los 28 días de curado. El valor de F calculado para tratamientos fue 146.607 y el valor de F tabulado ($F_{\text{tabla}}: 4; 8 = 3.838$). Debido a que el valor de F tabulado fue mayor a F calculado, se acepta la hipótesis alterna de que los tratamientos aplicados son estadísticamente diferentes y que la dosificación variada de los aditivos tienen efectos en la resistencia a compresión de los tratamientos aplicados. En cuanto al bloque de las muestras, el calor de F calculado fue 0.023 y el valor de tabulado ($F_{\text{tabla}}: 2; 8 = 4.459$), por lo que se acepta la hipótesis nula de que las muestras son similares ya que la resistencia en las muestras fue similar. De forma general, se afirma que los aditivos influyen significativamente en las propiedades en estado endurecido del concreto a los 28 días de curado. De esta forma, se realizó la prueba de Duncan para determinar de forma precisa la diferencia entre los tratamientos y muestras aplicadas, descritas en el párrafo anterior.

Tabla 22. Prueba de Duncan tratamientos, edad de curado 28 días
Resistencia a compresión 28 días

Duncan^{a,b}

| Tratamientos | N | Subconjunto | | | |
|---------------|---|-------------|----------|----------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Tratamiento 0 | 3 | 276.3333 | | | |
| Tratamiento 3 | 3 | 280.6667 | 280.6667 | | |
| Tratamiento 1 | 3 | | 292.6667 | | |
| Tratamiento 2 | 3 | | | 355.3333 | |
| Tratamiento 4 | 3 | | | | 381.6667 |
| Sig. | | .462 | .065 | 1.000 | 1.000 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 47,150.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

b. Alfa = 0.05.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la prueba de Duncan para los tratamientos aplicados, se puede apreciar que los tratamientos 0 y 3 son estadísticamente similares, así mismo los tratamientos 3 y 1 son estadísticamente similares, y a la vez estos son estadísticamente diferentes a los tratamientos 2 y 4. Además, es posible destacar que los tratamientos 4 y 2 tienen los promedios de resistencia a compresión alcanzada a los 28 días de curado, más altos que los otros tratamientos.

Tabla 23. Prueba de Duncan muestras, edad de curado 28 días

Resistencia a compresión 28 días

Duncan^{a,b}

| Muestras | N | Subconjunto |
|----------|---|-------------|
| | | 1 |
| 3,00 | 5 | 316.8000 |
| 1,00 | 5 | 317.6000 |
| 2,00 | 5 | 317.6000 |
| Sig. | | .864 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 47,150.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

b. Alfa = 0.05.

Fuente: Elaboración propia

Conforme a la prueba de Duncan para el bloque de muestras, se puede apreciar y deducir que los promedios de las muestras son similares.

D. Resistencia a compresión general

La hipótesis a comprobar es la siguiente.

$$H_0: u_1 = u_2 = u_3$$

$$H_a: u_1 \neq u_2 \neq u_3$$

Las tablas contienen: el análisis de varianza, prueba de Duncan para las medias de los tratamientos y edad de curado.

Tabla 24. Análisis de varianza, edad de curado 7 días

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente:

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------------------|----|------------------|----------|------|
| Modelo corregido | 52154,343 ^a | 6 | 8692.391 | 48.070 | .000 |
| Intersección | 1076465.066 | 1 | 1076465.066 | 5952.968 | .000 |
| Tratamiento | 22341.850 | 4 | 5585.462 | 30.888 | .000 |
| Edad | 29812.494 | 2 | 14906.247 | 82.433 | .000 |
| Error | 1446.626 | 8 | 180.828 | | |
| Total | 1130066.036 | 15 | | | |
| Total corregido | 53600.970 | 14 | | | |

a. R al cuadrado = ,973 (R al cuadrado ajustada = ,953)

Fuente: Elaboración propia

Del análisis de varianza, se obtuvo el valor de F calculado para tratamientos de 30.888 y el valor de F de tablas fue ($F_{\text{tabla}}: 4; 8 = 3.838$), del cual se puede deducir que los aditivos dosificados en el concreto son significativos e influyen en la resistencia a compresión del concreto de alta resistencia. Por lo cual, se acepta la hipótesis alterna de que los tratamientos aplicados son estadísticamente diferentes.

Así mismo el valor de F calculado para la edad de curado fue 82.433 y el valor de F de tablas fue ($F_{\text{tabla}}: 2; 8 = 4.459$), del cual también se deduce que los aditivos son significativos en la resistencia a compresión del concreto de alta resistencia. Por lo cual, se acepta la hipótesis alterna de que la edad de curado del concreto de alta resistencia es influenciada por las dosificaciones de aditivos para concreto en pilotes.

De esta forma, se realizó la prueba de Duncan para determinar de forma precisa la diferencia entre los tratamientos y edad de curado, descritas en el párrafo anterior.

Tabla 25. Prueba de Duncan tratamientos, edad de curado 7 días
Resistencia a compresión

Duncan^{a,b}

| Tratamientos | N | Subconjunto | |
|---------------|---|-------------|----------|
| | | 1 | 2 |
| Tratamiento 0 | 3 | 225.0000 | |
| Tratamiento 3 | 3 | 238.5567 | |
| Tratamiento 1 | 3 | 249.1100 | |
| Tratamiento 2 | 3 | | 302.1100 |
| Tratamiento 4 | 3 | | 324.6667 |
| Sig. | | .068 | .074 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 180,828.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

b. Alfa = 0.05.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la prueba de Duncan para los tratamientos aplicados, se puede apreciar que los tratamientos 0; 3 y 1 son estadísticamente similares, y a la vez estos son estadísticamente diferentes a los tratamientos 2 y 4 que son similares.

Además, es posible destacar que los tratamientos 4 y 2 tienen los promedios de resistencia a compresión para concreto de alta resistencia en pilotes.

Tabla 26. Prueba de Duncan muestras, edad de curado 7 días
Resistencia a compresión

Duncan^{a,b}

| Edad de curado | N | Subconjunto | | |
|----------------|---|-------------|----------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| 7 días | 5 | 206.5980 | | |
| 14 días | 5 | | 285.7340 | |
| 28 días | 5 | | | 311.3340 |
| Sig. | | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 180,828.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

b. Alfa = 0.05.

Fuente: Elaboración propia

La prueba de Duncan para la edad de curado del concreto de alta resistencia para pilotes con diversas dosificaciones de aditivos, destaca la diferencia estadística significativa de las medias para las edades de curado de 7; 14 y 28 días. Lo que se debe considerar como aceptable, ya que la resistencia a compresión alcanzada en los periodos de curado es diferente, sucesiva y ascendente.

4.2. Discusión de resultados

Previo a la discusión de los resultados, en función a los objetivos específicos se debe mencionar la información obtenida de los diseños de mezcla que representan a los tratamientos aplicados de la investigación.

El tratamiento 0, estuvo conformado por el diseño de mezcla para un concreto con resistencia de 280 Kg/cm². Se consideró cemento tipo V por la resistencia a sulfatos, tiempo de fraguado adecuado y el desarrollo de resistencia mecánica en el concreto para pilotes. Del mismo modo, se emplearon agregados gruesos y finos para el diseño de mezcla y las proporciones para un metro cúbico de concreto, como se describe en la tabla 5.

El tratamiento 1, representa al diseño de mezcla para un concreto con resistencia de 350 Kg/cm² con aditivos del tipo: superplastificante, retardante, inhibidor de corrosión de acero, humo de sílice y cohesionante de antilavado para concretos bajo el agua, como los pilotes del terminal portuario de Ilo – Moquegua. Es así que, la proporción de los aditivos estuvieron en función al peso del concreto; donde el aditivo Viscocrete 4500 tuvo una dosificación de 1.50%, el aditivo Sikatard 450 tuvo una dosificación de 0.10%, el aditivo CNI (inhibidor de corrosión de acero) tuvo una dosificación de 0.90%, el aditivo Mapeplast UW tuvo una dosificación de 0.30% y el aditivo Sika fume tuvo una dosificación de 3.80%.

El tratamiento 2, representa el diseño de mezcla para un concreto con resistencia de 350 Kg/cm² con aditivos; donde el aditivo Viscocrete tuvo una dosificación de 2.00%, el aditivo Sikatard 450 tuvo una dosificación de 0.15%, el aditivo Sika CNI tuvo una dosificación de 2.40%, el aditivo Mapeplast UW tuvo una dosificación de 0.60% y el aditivo Sika fume tuvo una dosificación de 5.10%.

El tratamiento 3, representa el diseño de mezcla para un concreto con resistencia de 350 Kg/cm² con aditivos; donde el aditivo visocrete tuvo una dosificación de 2.50%, el aditivo Sikatard 450 tuvo una dosificación de 0.20%, el aditivo Sika CNI tuvo una dosificación de 2.90%, el aditivo Mapeplast UW tuvo una dosificación de 0.90% y el aditivo Sika fume tuvo una dosificación de 5.60%.

El tratamiento 4, representa el diseño de mezcla para un concreto con resistencia de 350 Kg/cm² con aditivos; donde el aditivo Viscocrete tuvo una dosificación de 3.00%, el aditivo Sikatard 450 tuvo una dosificación de 0.25%, el aditivo Sika CNI tuvo una dosificación de 3.40%, el aditivo Mapeplast UW tuvo una dosificación de 1.20% y el aditivo Sika fume tuvo una dosificación de 6.00%.

El estudio de SEGUEL (2006) analizó el uso y desempeño de hormigones de alta resistencia con la adición de sílice para determinar las mejoras en las propiedades mecánicas del hormigón. Para el cual realizaron 7 amasadas que también se pueden denominar diseños de mezclas, donde emplearon aditivo que conserva el asentamiento, aditivo que reduce el agua y sílice. Del cual se obtuvo que los aditivos incrementan la resistencia del concreto respecto al concreto convencional, además de que la inclusión de sílice incrementó la resistencia notablemente a los 7 y 28 días de curado, así como el hormigón se hace trabajable y casi

autocompactante. De acuerdo a este antecedente, es posible respaldar el diseño de mezcla para concreto de alta resistencia como tratamientos en la investigación; destacando el uso de sílice que permite alcanzar y cumplir las altas exigencias de calidad de un concreto de alta resistencia que se pretende emplear en pilotes de un terminal portuario. Por otro lado, se debe destacar que el uso de humo de sílice es peligroso para la salud, debido a que sus finas partículas quedan atrapadas en los pulmones produciendo fibrosis pulmonar.

Así mismo, el estudio de QUIRÓZ (2021) determinó la influencia en la resistencia a compresión, asentamiento y tiempo de fraguado de los aditivos Retarder y Sikatard en un concreto de 210 Kg/cm². Del cual, se encontró que la dosificación de Sikatard al 0.25% es óptimo para la optimización de las propiedades como el asentamiento, tiempo de fraguado y resistencia a compresión. Conforme a este estudio y las dosificaciones realizadas en la investigación, es posible afirmar que las proporciones de Sikatard son óptimas ya que se colocaron en las proporciones de 0.10%; 0.15%; 0.20% y 0.25% y se observó que cumplen con el asentamiento y el fraguado controlado tras realizar las pruebas de concreto en laboratorio.

4.2.1. Aditivos en las propiedades en estado fresco del concreto para pilotes

La propiedad en estado fresco del concreto en pilotes, que se evaluó fue el asentamiento. Para el cual se midió en centímetros y pulgadas, tal como se muestra en la tabla 10. El Slump para el concreto del tratamiento 0 fue 17.3 plg, para el tratamiento 1 el Slump fue 17.7 plg, para el tratamiento 2 el slump fue 16.9 plg, el tratamiento 3 tuvo un Slump de 17.3 plg y el tratamiento 4 tuvo un Slump de 18.1 plg. Así mismo, en la figura de Slump se puede apreciar que el tratamiento 2 tuvo el asentamiento menor, el cual tiene una dosificación de Sikatard 450 de 0.15%. Cuya propiedad es controlar el tiempo de fraguado y reducir el asentamiento acelerado del concreto.

Por otro lado, se tiene el tratamiento 4 que cuenta con una dosificación de Sikatard de 450 de 0.25% y con una dosificación de 3.00% de Sika Viscocrete 4500 que es un superplastificante de 3ra generación. Por lo que, el asentamiento del tratamiento 4 fue 18.1 plg, siendo mayor al asentamiento del tratamiento 2.

Otro aspecto necesario de resaltar es la extensibilidad del concreto, que es la capacidad del concreto para extenderse bajo su propio peso, además de ser un

indicativo de colocación sin la necesidad del vibrado. Siendo el intervalo de 60 a 70 cm, considerado como el comportamiento adecuado del concreto. En la investigación la extensibilidad alcanzada por los tratamientos aplicados (T1, T2, T3 y T4) fue de 65 cm. Por lo que, el concreto de alta resistencia se considera extensible y fluido con la capacidad de pasar por las barras de acero sin dejar oquedades.

El estudio de SEGUEL (2006), analizó el uso y desempeño de hormigones de alta resistencia con la adición de sílice para determinar las mejoras en las propiedades mecánicas del hormigón. Se realizaron 7 amasadas que también se pueden denominar diseños de mezclas, donde emplearon aditivo que conserva el asentamiento, aditivo que reduce el agua y el uso de sílice para la resistencia del concreto. Del cual, se obtuvo que los aditivos incrementan la resistencia del concreto respecto al concreto convencional, además de que la inclusión de sílice incrementó la resistencia notablemente a los 7 y 28 días de curado, así como el hormigón se hace trabajable y casi autocompactante. De acuerdo con este estudio, se puede afirmar la conservación del asentamiento del concreto ya que se mantuvieron valores cercanos de Slump en los 5 tratamientos aplicados, así como el hecho de obtener un concreto trabajable y casi autocompactante que permite la disminución de personal de trabajo para la compactación.

En el estudio de VALENZUELA (2019) planteó el diseño de mezcla y técnica de colocación del concreto en pilotes sobre acúfferos en Huancayo. En el cual, se obtuvieron revenimientos de 7.5 plg a 9.3 plg que se consideran adecuados para mezclas de alta resistencia. De esta forma, este estudio respalda el revenimiento obtenido en la investigación ya que el asentamiento para mezclas de alta resistencia recomendable es mayor a 8 plg, y en la investigación se obtuvo asentamientos de 16.9 plg; 17.3 plg; 17.7 plg; y 18.1 plg.

Por otro lado, la prueba de hipótesis señala una relación moderada del asentamiento o Slump del concreto con los tratamientos aplicados para un concreto de alta resistencia en pilotes. Así como, que el 51.65% del slump del concreto depende de los tratamientos aplicados (variación de dosificación de aditivos) y el 48.35% restante se debe a otros factores como las condiciones ambientales del lugar de ensayos. Por ello, se recomienda realizar la prueba de

asentamiento y colocación del concreto en un periodo de tiempo que presente condiciones favorables de clima y temperatura, ya que es importante conservar las propiedades del concreto en estado fresco y así garantizar las propiedades mecánicas en estado endurecido.

4.2.2. Aditivos en las propiedades en estado endurecido del concreto para pilotes

La propiedad en estado endurecido del concreto para pilotes en el terminal portuario de Ilo – Moquegua, estudiada fue la resistencia a compresión en probetas cilíndricas.

La resistencia a compresión del concreto a los 7 días de curado debe alcanzar el 65% de la resistencia. Por lo que se debe tener en cuenta la resistencia de diseño y lo alcanzado en laboratorio. La resistencia a compresión del concreto del tratamiento 0 fue 179.7 Kg/cm² y la resistencia de diseño fue 280 Kg/cm², con un porcentaje de resistencia alcanzado de 64.2%. La resistencia a compresión del tratamiento 1 fue 191.3 Kg/cm² y la resistencia de diseño fue 350 Kg/cm², con un porcentaje de resistencia alcanzado de 54.7%. La resistencia a compresión del tratamiento 2 fue 231.3 Kg/cm² y la resistencia de diseño fue 350 Kg/cm², con un porcentaje de alcance de 66.1%. La resistencia a compresión del tratamiento 3 fue 182.3 Kg/cm² y la resistencia de diseño fue 350 Kg/cm², con porcentaje de resistencia de alcance de 52.1%. Por último, la resistencia a compresión del tratamiento 4 fue 248.3 Kg/cm² y la resistencia de diseño fue 350 Kg/cm², cuyo porcentaje de resistencia alcanzado fue 71.0%.

De acuerdo con los resultados obtenidos de la resistencia a compresión del concreto a los 7 días de curado, los tratamientos 2 y 4 alcanzaron el porcentaje promedio de resistencia para la edad de 7 días de curado de un concreto, a diferencia de los tratamientos 0; 1 y 3 que se encuentran por debajo del porcentaje de resistencia de alcance para dicha edad de curado.

Se realizó la prueba de hipótesis para comprobar la influencia de los aditivos en la resistencia a compresión del concreto de alta resistencia para pilotes. Donde se encontró que los aditivos aplicados en dosificaciones variadas tienen influencia en la resistencia a compresión del concreto a la edad de 7 días de curado. Así mismo, se encontró que el tratamiento 4 tuvo un mayor promedio de resistencia a compresión a los 7 días de curado, seguido del tratamiento 2.

Por lo que, esta última parte respalda estadísticamente lo mencionado en el párrafo anterior, ya que el tratamiento 4 y 2 presentaron resistencia a compresión mayor a los otros tratamientos, además de alcanzar el porcentaje de resistencia a los 7 días de edad de curado.

La resistencia a compresión del concreto a los 14 días de curado, debe alcanzar el 90% de la resistencia diseñada. Es de esta manera que la resistencia del tratamiento 0 fue 249 Kg/cm² y la resistencia de diseño fue 280 Kg/cm², cuyo porcentaje de resistencia alcanzado fue 88.9%. La resistencia del tratamiento 1 fue 263.3 Kg/cm² y la resistencia de diseño fue 350 Kg/cm², con un porcentaje de resistencia alcanzado de 75.2%. La resistencia a compresión del tratamiento 2 fue 319.7 Kg/cm² y la resistencia de diseño fue 350 Kg/cm², con un porcentaje de alcance de 91.3%. La resistencia a compresión del tratamiento 3 fue 252.7 Kg/cm² y la resistencia de diseño fue 350 Kg/cm², con un porcentaje de alcance de 72.2%. Por último, la resistencia a compresión del tratamiento 4 fue 344. Kg/cm² y la resistencia de diseño fue 350 Kg/cm², con un porcentaje de resistencia alcanzado de 98.3%.

De acuerdo con los resultados descritos, se pudo apreciar que el tratamiento 4 y 2 tuvieron mayor promedio de resistencia a compresión a los 14 días de curado y porcentaje de resistencia alcanzado mayor al 90% estipulado para dicha edad de curado. A diferencia de los tratamientos 3; 1 y 0 que no alcanzaron el porcentaje de resistencia a los 14 días de curado.

La prueba de hipótesis se realizó para comprobar la influencia de la variación de dosificación de aditivos en el concreto de alta resistencia para una edad de curado de 14 días. Se encontró que los aditivos influyen significativamente en las propiedades en estado endurecido del concreto de alta resistencia a los 14 días de curado. Además, en la prueba de Duncan el tratamiento 4 (con 6.00% de aditivo Sika fume) destaca con el mayor promedio de resistencia a compresión para la edad de curado mencionada, seguido del tratamiento 2 (con 5.10% de aditivo Sika fume). Demostrando estadísticamente lo mencionado en el anterior párrafo e incluso referente al porcentaje de resistencia alcanzado a los 14 días de curado del concreto.

La resistencia a compresión del concreto de alta resistencia para una edad de curado de 28 días, debe alcanzar el 99% de la resistencia de diseño. Por tanto, se debe tener en cuenta la resistencia a compresión obtenida en laboratorio y la resistencia de diseño. En el tratamiento 0 la resistencia obtenida fue 276.3 Kg/cm² y la resistencia de diseño fue 280 Kg/cm², con un porcentaje de alcance de 98.7%. El tratamiento 1 tuvo resistencia de 292.7 Kg/cm² con una resistencia de diseño de 350 Kg/cm² y un porcentaje de resistencia alcanzado de 83.6%. El tratamiento 2 tuvo una resistencia de 355.3 Kg/cm² y la resistencia de diseño fue 350 Kg/cm², con un porcentaje de alcance de 101.5%. El tratamiento 3 tuvo una resistencia de 280.7 Kg/cm² y la resistencia de diseño fue 350 Kg/cm², con un porcentaje de alcance de 80.2%. El tratamiento 4 tuvo una resistencia de 381.7 Kg/cm² y la resistencia de diseño fue 350 Kg/cm², con un porcentaje de resistencia alcanzado de 109.0%.

De acuerdo con los resultados de la resistencia a compresión del concreto de alta resistencia a los 28 días de curado, se pudo identificar que el tratamiento 4 y 2 tuvieron el mayor promedio de resistencia a compresión a los 28 días de curad, así como el porcentaje de resistencia alcanzado mayor al 99% a diferencia del tratamiento 0 que alcanzó exactamente el 99% de resistencia a compresión a los 28 días de curado. Por otro lado, los tratamientos 1 y 3 no alcanzaron el porcentaje de resistencia a la edad de 28 días de curado.

La prueba de hipótesis se realizó con la finalidad de comprobar la influencia de los aditivos en el concreto de alta resistencia para una edad de curado de 28 días. Donde se encontró que los aditivos aplicados influyen significativamente en las propiedades en estado endurecido del concreto de alta resistencia a los 28 días de curado. Del mismo modo, se encontró que el tratamiento 4 (con la mayor proporción de dosificación de aditivos) destacó con el mayor promedio de resistencia a compresión para dicha edad de curado, seguido del tratamiento 2. Demostrando de esta forma estadísticamente, lo mencionado en párrafo anterior y lo referente al porcentaje de resistencia alcanzado a los 28 días de curado.

De forma general, se realizó la prueba de hipótesis para los tratamientos aplicados y edad de curado del concreto de alta resistencia. Donde se encontró que los tratamientos son estadísticamente diferentes y la edad de curado

evaluada también es estadísticamente diferente. Se concluye que los tratamientos aplicados y edad de curado influyen significativamente en la resistencia a compresión del concreto de alta resistencia para pilotes. Por medio de la prueba de Duncan, se encontró que el tratamiento 0; 1 y 3 son similares y el tratamiento 2 y 4 son similares, destacando estos últimos con la mayor resistencia promedio obtenida con las dosificaciones de aditivos para concreto en pilotes. Para la edad de curado, se encontró que la resistencia es diferente para cada periodo de curado del concreto, esto debido a que la resistencia a compresión alcanzada es sucesiva y ascendente de acuerdo al tiempo de curado.

La investigación de MOLINA, y otros (2017) estudió la influencia de la adición de nanosílice en las propiedades de estado fresco y endurecido del concreto de alta resistencia. En el cual consideraron la dosificación de nanosílice de 0.8%: 1.0% y 1.2% y evaluaron la resistencia del concreto a los 7; 14 y 28 días de curado. Siendo las proporciones óptimas de nanosílice el 0.8% y 1.0%. Donde la primera dosificación permitió alcanzar el 130% de resistencia a compresión a los 7 días de curado, hecho que se considera óptimo y satisfactorio para un concreto de alta resistencia con adición de nanosílice que logra cumplir con las exigencias de calidad de concreto en estado fresco y endurecido. Conforme a este antecedente, se puede afirmar la influencia de los aditivos en el concreto de alta resistencia y de forma específica el humo de sílice que incrementa considerablemente la resistencia a compresión del concreto. En el cual se destaca el tratamiento 4 de la investigación con una proporción de 6.00% de humo de sílice. No obstante, se debe reconocer la nocividad de la sílice en los pulmones de los operadores debido a las finas partículas que quedan atrapadas y producen fibrosis pulmonar.

El estudio de QUIROZ (2021) evaluó la resistencia a compresión, asentamiento y tiempo de fraguado de los aditivos Retarder y Sikatard en un concreto de 210 Kg/cm². El estudio demostró que la dosificación del 0.25% Sikatard respecto al peso del cemento mejora y optimiza las propiedades de asentamiento, tiempo de fraguado y resistencia a compresión. Por lo cual, se puede afirmar que la dosificación de aditivo Sikatard 450 en la investigación en las dosis de 0.10%; 0.15%; 0.20% y 0.25% son óptimas para garantizar el asentamiento, tiempo de fraguado y resistencia a compresión del concreto de alta resistencia. Donde se

debe destacar el tratamiento 4 y 2 que tuvieron los valores de resistencia promedio más altos y alcanzaron la resistencia a los 7; 14 y 28 días de curado.

En el estudio de ROLDAN, y otros (2018) desarrollaron el diseño de mezcla de un concreto de alta resistencia adicionando Sika Viscocrete sc-50 y GAIA con la dosificación de nanosílice en un 0.3%; 0.5% y 0.7%. En el cual se demostró que el contenido óptimo del aditivo Sika Viscocrete es 0.50% ya que la resistencia a compresión del concreto a los 28 días superó el 99% estipulado. De acuerdo con este antecedente, se puede afirmar la eficiencia de los aditivos superplastificantes que se emplean para concretos de alta resistencia y que aumentan la cohesión siendo adecuado para la producción de concreto altamente fluido, que a la vez reducen el esfuerzo de colocación y vibrado del concreto.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

- Referente al primer objetivo específico, se concluye que los aditivos dosificados con variaciones influyen en la propiedad en estado fresco del concreto de alta resistencia para pilotes en el terminal portuario de Ilo – Moquegua. Debido a que el aditivo Sikatard 450 conserva el asentamiento y tiene la capacidad de controlar el tiempo de fraguado del concreto, que se pudo observar durante la ejecución de los ensayos de laboratorio.
- Referente al segundo objetivo específico, se concluye que los aditivos dosificados (5 aditivos) influyen significativamente en las propiedades en estado endurecido del concreto de alta resistencia para pilotes en el terminal portuario. Ya que el tratamiento 4 y 2 evidenciaron resistencia a compresión óptima y alcanzaron la resistencia proyectada para las edades de curado analizadas.
- De forma general, se concluye que los aditivos dosificados influyen significativamente en las propiedades del concreto de alta resistencia para pilotes del terminal portuario de Ilo – Moquegua. Resaltando que los tratamientos 4 (mayor proporción de dosis de aditivos) y 2 (dosis de aditivos intermedia) evidenciaron mayor resistencia a compresión en las edades de curado de 7; 14 y 28 días. Además de reconocer las propiedades de los aditivos como: superplastificante, retardante, inhibidor de corrosión del acero de refuerzo, acelerante y cohesionante antilavado de concreto bajo agua, ya que parte de los pilotes estarán sumergidos en agua y este último aditivo garantiza la colocación del concreto en el terminal portuario.

RECOMENDACIONES

- Referente al primer objetivo específico, se recomienda realizar la prueba de asentamiento y colocación del concreto en un periodo de tiempo que presente condiciones favorables de clima y temperatura, ya que es importante conservar las propiedades del concreto en estado fresco y así garantizar las propiedades mecánicas en estado endurecido.
- Referente al segundo objetivo específico, se recomienda verificar la dosificación de aditivos y las cargas de compresión para determinar la resistencia a compresión de forma puntual, de acuerdo al incremento de dosis de los cinco aditivos aplicados para pilotes. Así mismo, se recomienda desarrollar la secuencia de ensayos cumpliendo el uso de equipos de protección personal porque el humo de sílice tiene partículas finas que tienen la capacidad de adherirse a las paredes mucosas del sistema respiratorio y puede ocasionar fibrosis pulmonar.
- Como recomendación general, se debe mencionar la necesidad de desarrollar el ensayo para determinar la resistencia a la tracción ya que los pilotes portuarios estarán sometidos a cargas vivas de contenedores de alta demanda. Para así poder evaluar de forma completa las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia en estado endurecido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR, J. 2015.** *Fabricación y evaluación de concreto de alta resistencia usando aditivo superplastificante y sílices con cemento portland tipo IP en la ciudad de Tacna.* Tacna, Perú : Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann - Tacna, 2015.
- BERNAL. 2010.** *Metodología de la investigación: administración, economía. humanidades y ciencias sociales.* Colombia : s.n., 2010.
- CASTRO, E. 2016.** *Teoría y práctica de la investigación científica.* Huancayo, Perú : PERUGRAPH SRL, 2016. Propiedad del autor.
- ENRÍQUEZ, J. 2020.** *Influencia de la adición de fibras de polipropileno en concretos de alta resistencia en la evaluación de sus propiedades físico-químicos.* Morelia : Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 2020.
- Estudio comparativo de trazas de hormigón de alta resistencia con diferentes tipos de cementos y aditivos polifuncionales.* **DE SOUZA, V, y otros. 2022.** 2022, Research, Society and Development, págs. 1-11.
- FLORES, P. 2020.** *Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia con microsílíce y nanosílíce, Lima - 2019.* Lima, Perú : Universidad César Vallejo, 2020.
- HERNÁNDEZ, R, FERNÁNDEZ, C y BAPTISTA, P. 2014.** *Metodología de la investigación.* México : McGraw-Hill, 2014. 978-1-4562-2396-0.
- Iagua. 2017.** *Calidad de agua: ¿Cuántos tipos de agua hay? Calidad de agua: ¿Cuántos tipos de agua hay?* [En línea] Iagua, 2017. <https://www.iagua.es/respuestas/cuantos-tipos-agua-hay>.
- INDECOPI. 2008.** Norma Técnica Peruana. *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, muestras cilíndricas.* Lima, Perú : s.n., 2008.
- . **2012.** Norma Técnica Peruana. *Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.* Lima, Perú : s.n., 2012.

- Institut de Ciències del Mar. 2021.** Una introducción a la oceanografía física: propiedades del agua de mar. *Una introducción a la oceanografía física: propiedades del agua de mar.* [En línea] Diciembre de 2021. <http://www.physocean.icm.csic.es/IntroOc/lecture03-es.html#:~:text=El%20agua%20de%20mar%20es,agua%20pura%2096%2C5%25>.
- JANAMPA, W y ROJAS, P. 2021.** *Efecto del nanosílice en la trabajabilidad, resistencia a la compresión y tracción del concreto $f'c=280$ kg/cm² para pilotes 2021.* Lima, Perú : Universidad César Vallejo, 2021.
- KOSMATKA, S, y otros. 2004.** *Diseño y mezclas de control de concreto.* México D.F., México : Portland Cement Asociation, 2004. ISBN: 0-89312-233-5.
- MOLINA, F y CHARA, H. 2017.** *Influencia de la adición de nanosílice en las propiedades de un concreto de alta resistencia para la ciudad de Arequipa.* Arequipa, Perú : Universidad Nacional de San Agustín, 2017.
- QUIROZ, B. 2021.** *Influencia de los aditivos Sika Retarder y Sikatard en la resistencia a la compresión, asentamiento y tiempo de fraguado de un Concreto $F'c=210$ kg/cm² , Trujillo 2021.* Trujillo, Perú : Universidad Privada del Norte, 2021.
- RAMÍREZ, R. 2010.** *Proyecto de investigación. Cómo se hace una tesis.* Lima, Perú : Fondo Editorial AMADP. Lima, Perú, 2010. DERECHOS RESERVADOS.
- REINA, J, SÁNCHEZ, M y SOLANO, E. 2010.** *Influencia de la tasa de aditivo superplastificante, en las propiedades del concreto de alta resistencia en estado fresco y endurecido.* s.l. : Universidad del Salvador, 2010.
- ROLDAN, L y VARGAS, J. 2018.** *Diseño de mezcla para un concreto de alta resistencia adicionando Sika Viscocrete Sc-50 y Gaia".* . Trujillo, Perú : Universidad Privada Antenor Orrego, 2018.
- SALAZAR, A. 2016.** *Obtención de concreto de alta resistencia mediante el uso de superplastificantes en la mezcla, para su aplicación en elementos estructurales hasta alcanzar una resistencia a la compresión de 50 MPa.* Riobamba : Universidad Nacionalidad de Chimborazo, 2016.

- SÁNCHEZ, H y REYES, C. 2015.** *Metodología y diseños de la investigación científica.* Lima, Perú : Business Support Aneth, 2015. 978-612-46842-2-7.
- SEGUEL, C. 2006.** *Hormigones de alta resistencia H-70.* Valdivia, Chile : Universidad Austral de Chile, 2006.
- Sika. 2009.** *Sika informaciones técnicas: curado del concreto.* s.l. : Sika, 2009. ISSN: 0122-0594.
- TELLO, J. 2019.** *Estudio de la eficiencia del aditivo Sika cem plastificante en el diseño de mezclas de concreto de alta resistencia utilizando concreto reciclado en Chiclayo - 2017.* Pimentel, Perú : Universidad Señor de Sipán, 2019.
- VALENZUELA, J. 2019.** *Diseño de mezcla y técnica de colocación del concreto en la construcción de pilotes sobre acuíferos, puente Comuneros - Huancayo 2017.* Huancayo, Perú : Universidad Peruana Los Andes, 2019.

ANEXOS

Anexo 1: Instrumento de recolección de datos

1. Rotura de probetas

Fecha de elaboración:

Fecha de rotura:

| TRATAMIENTO | | MUESTRAS | | | | | | | | | |
|---------------|---------------------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|
| | | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
| n | Tipo de Probeta | Cilíndrica | | Cilíndrica | | Cilíndrica | | Cilíndrica | | Cilíndrica | |
| | Lado | mm | | mm | | mm | | mm | | mm | |
| | Diámetro | mm | | mm | | mm | | mm | | mm | |
| | Área | | | | | | | | | | |
| | Edad | | | | | | | | | | |
| | Carga de Rotura | | KN | | KN | | KN | | KN | | KN |
| | Carga de Rotura | | KG | | KG | | KG | | KG | | KG |
| | Tensión Máxima | | | | | | | | | | |
| | F'c Diseño (Kg/cm2) | | kg/cm2 | | kg/cm2 | | kg/cm2 | | kg/cm2 | | kg/cm2 |
| | % Alcanzado | | % | | % | | % | | % | | % |
| | IMAGEN | | | | | | | | | | |
| TIPO DE FALLA | | | | | | | | | | | |

2. Rotura de vigas

Fecha de elaboración:

Fecha de rotura:

| TRATAMIENTO | | MUESTRAS | | | | | | | | | |
|--------------------|-----------------------|-----------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|
| | | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
| n | Tipo de muestra | Viga | | Viga | | Viga | | Viga | | Viga | |
| | Velocidad | 002.50 mm/min | | 002.50 mm/min | | 002.50 mm/min | | 002.50 mm/min | | 002.50 mm/min | |
| | Límite superior | 99.90% | | 99.90% | | 99.90% | | 99.90% | | 99.90% | |
| | Límite inferior | 01.00% | | 01.00% | | 01.00% | | 01.00% | | 01.00% | |
| | Distancia de rodillos | 500.0 mm | | 500.0 mm | | 500.0 mm | | 500.0 mm | | 500.0 mm | |
| | Ancho | mm | | mm | | mm | | mm | | mm | |
| | Espesor | mm | | mm | | mm | | mm | | mm | |
| | Peso | | | | | | | | | | |
| | Edad | | | | | | | | | | |
| | Carga de Rotura | | KN | | KN | | KN | | KN | | KN |
| | Carga de Rotura | | kg/cm2 | | kg/cm2 | | kg/cm2 | | kg/cm2 | | kg/cm2 |
| | IMAGEN | | | | | | | | | | |
| | TIPO DE FALLA | | | | | | | | | | |

Anexo 2: Operacionalización de variables

| VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DIMENSIONES | INDICADORES | INSTRUMENTOS | FUENTES |
|--|--|----------------------------------|-----------------------------|--|---|
| Variable independiente: Aditivos | Ingredientes del concreto que se agregan antes o durante el mezclado; con la finalidad de reducir costos, obtener ciertas propiedades del concreto, conservación de calidad del concreto durante las etapas de mezclado, transporte, colocado y curado, así como en la superación de ciertas emergencias durante las etapas mencionadas (KOSMATKA, y otros, 2004). | Proporción de aditivos | Peso | Balanza digital de precisión de 0.01 gr | Diseño de mezcla |
| | | | Dosificación | Ficha técnica de aditivos | Diseño de mezcla |
| Variable dependiente: Propiedades del concreto de alta resistencia | Concreto que cumple la combinación de desempeño especial y requisitos de uniformidad. Así mismo, debe cumplir con la característica de trabajabilidad y durabilidad, que requiere de un control de calidad exigente frente a un concreto convencional. Entre las características y propiedades que se evalúan se encuentran las propiedades en estado fresco y endurecido (MOLINA, y otros, 2017). | Propiedades en estado fresco | Asentamiento | Cono de Abrams | Asentamiento del concreto fresco en el cono de Abrams (NTP 339.035) |
| | | | Peso unitario | Molde metálico, balanza, varilla metálica. | Ensayo para determinar el peso por metro cúbico (NTP 339.046) |
| | | Propiedades en estado endurecido | Resistencia a la compresión | Equipo de compresión | Ensayo de resistencia a compresión (NTP 339.034) |

Anexo 3: Matriz de consistencia

| PROBLEMA | OBJETIVO | HIPÓTESIS | VARIABLE | DIMENSIONES | INDICADORES | METODOLOGÍA |
|---|--|---|--|---|---|--|
| <p>Problema general: ¿De qué forma influyen los aditivos en las propiedades del concreto de alta resistencia para pilotes en el terminal portuario de Ilo, Moquegua, 2022?</p> <p>Problemas específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿De qué forma influyen los aditivos en las propiedades en estado fresco del concreto para pilotes en el terminal portuario de Ilo, Moquegua, 2022? • ¿De qué forma influyen los aditivos en las propiedades en estado endurecido del concreto para pilotes en el terminal portuario de Ilo, Moquegua, 2022? | <p>Objetivo general: Determinar la influencia de los aditivos en las propiedades del concreto de alta resistencia para pilotes en el terminal portuario de Ilo, Moquegua, 2022.</p> <p>Objetivo específico:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar la influencia de los aditivos en las propiedades en estado fresco del concreto para pilotes en el terminal portuario de Ilo, Moquegua, 2022. • Determinar la influencia de los aditivos en las propiedades en estado endurecido del concreto para pilotes en el terminal portuario de Ilo, Moquegua, 2022. | <p>Hipótesis general: Los aditivos influyen significativamente en las propiedades del concreto de alta resistencia para pilotes en el terminal portuario de Ilo, Moquegua, 2022.</p> <p>Hipótesis específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los aditivos influyen significativamente en las propiedades en estado fresco del concreto para pilotes en el terminal portuario de Ilo, Moquegua, 2022. • Los aditivos influyen significativamente en las propiedades en estado endurecido del concreto para pilotes en el terminal portuario de Ilo, Moquegua, 2022. | <p>V. I.: Aditivos</p> <p>V.D.: Propiedades del concreto de alta resistencia</p> | <p>D1: Proporción de aditivos</p> <p>D1: Propiedades en estado fresco</p> <p>D2: Propiedades en estado endurecido</p> | <p>I1: Peso</p> <p>I2: Dosificación</p> <p>I1: Asentamiento</p> <p>I2: Peso unitario</p> <p>I1: Resistencia a la compresión</p> | <p>Método: Científico</p> <p>Tipo: Aplicada</p> <p>Nivel: Explicativo</p> <p>Población: Conformada por el concreto de alta resistencia para pilotes en el terminal portuario de Ilo, Moquegua.</p> <p>Muestra: Conformada por 25 probetas cilíndricas para resistencia a compresión y 25 vigas prismáticas para resistencia a flexión.</p> <p>Técnicas e instrumentos: Fichas de recolección de datos de los ensayos de resistencia.</p> <p>Técnicas de procesamiento de datos: El procesamiento de datos se desarrollará empleando el programa MS-Excel 2013, entre otros.</p> |

Anexo 4: Aditivos para concreto de alta resistencia

1. Sika viscocrete – 4500



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

Sika® ViscoCrete®-4500 PE

Aditivo superplastificante para concreto y shotcrete

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika® ViscoCrete®-4500 PE es un superplastificante de tercera generación. Ideal para concretos de alto desempeño y concreto proyectado (shotcrete).

Sika® ViscoCrete®-4500 PE no contiene cloruros ni otros ingredientes que promuevan la corrosión del acero. Por lo tanto, puede usarse sin restricciones en construcciones de concreto reforzado y pre-tensado.

USOS

- Es adecuado para la producción de concreto en obra, así como para el concreto pre-mezclado.
- Facilita la extrema reducción de agua, tiene excelentes propiedades con los agregados finos, una óptima cohesión.
- Se usa para los siguientes tipos de concreto:
- En todo tipo de climas, ya que no influye negativamente en el tiempo de fraguado.
- Concreto con baja relación a/c.
- Concreto de alta resistencia.
- Concreto para pavimentos.
- Concreto proyectado (shotcrete).

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

Sika® ViscoCrete®-4500 PE actúa por diferentes mecanismos. Gracias a la adsorción superficial y el efecto de separación espacial sobre las partículas de cemento se obtienen las siguientes propiedades:

- Fuerte reducción de agua y aumenta la cohesión lo que lo hace adecuado para la producción de concreto altamente fluido.
- Extrema reducción de agua (que trae consigo una alta densidad, resistencia y durabilidad).
- Excelente fluidez (reduce en gran medida el esfuerzo de colocación y vibración).
- Mejora la plasticidad y disminuye la contracción plástica.
- Reduce la exudación y la segregación.
- Aumenta la adherencia entre el concreto y el acero.

CERTIFICADOS / NORMAS

Cumple con las normas:

- ASTM C-494 Tipo F.
- ASTM C-1017 Tipo I.
- ASTM C1141 Tipo II, Grado 7, Clase A.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

| | |
|--------------------------------------|--|
| Empaques | <ul style="list-style-type: none">- Granel x 1 L- Cilindro x200 L- IBC x 1000 L |
| Apariencia / Color | Líquido / Azul claro a azul verdoso. Producto fotosensible. |
| Vida Útil | 12 meses a partir de la fecha de producción |
| Condiciones de Almacenamiento | El producto debe de ser almacenado en su envase original y sin abrir, protegido de la luz directa del sol y de las heladas, a temperaturas entre 5 °C y 35 °C. |
| Densidad | 1,11 kg/l ± 0,01 |

INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

Hoja De Datos Del Producto
Sika® ViscoCrete®-4500 PE
Septiembre 2021, Versión 01.03
021301011000003460

Dosificación Recomendada

- Para concretos plásticos suaves: 0,4 %-1 % del peso del cemento.
- Para concretos fluidos y autocompactantes: 1% - 2 % del peso del cemento.

NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

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

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

Sika® ViscoCrete®-4500 PE se agrega al agua de amasado o junto con el agua a la mezcladora de concreto. Para un aprovechamiento óptimo de la alta capacidad de reducción de agua, recomendamos un mezclado cuidadoso durante 60 segundos como mínimo.

Para evitar la exudación en el concreto y lograr la consistencia deseada, el agua restante de la mezcla recién se añadirá cuando hayan transcurrido 60 segundos del tiempo de mezclado.

Cuando se trabaja con relaciones a/c bajas es recomendable mezclar el concreto de 7 a 10 minutos.

El uso de Sika® ViscoCrete®-4500 PE garantiza un concreto de la más alta calidad. Sin embargo, también en el caso del concreto preparado con Sika® ViscoCrete®-4500 PE debe cumplirse con las normas estándar para la buena producción y colocación de concretos.

El concreto fresco debe ser curado apropiadamente con Sika® Antisol® S.

Para Concretos Fluidos y Concretos Autocompactantes
Sika® ViscoCrete®-4500 PE también puede usarse para concretos fluidos y autocompactantes mediante la utilización de dosificaciones especiales de mezclado.

Cuando el Sika® ViscoCrete®-4500 PE está Congelado, descongelarlo lentamente a temperatura ambiente y mezclarlo en forma intensiva.

Combinaciones

Sika® ViscoCrete®-4500 PE puede combinarse con los siguientes productos Sika: Sika®-1, Sika® CNI, Sika® Fume y SikaAer®, SikaTard, Sigunit®, entre otros.

Se recomienda realizar un ensayo previo si se realizan combinaciones de varios de los productos antes mencionados. Favor consultar a nuestro servicio técnico.

Sika Perú
Habilitación Industrial
El Lúcumo Mt. "B" Lote 6
Lurin, Lima
Tel. (511) 618-6060

Hoja De Datos Del Producto
Sika® ViscoCrete®-4500 PE
Septiembre 2021, Versión 01.03
021301011.000003460

2 / 2

RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto

NOTAS LEGALES

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

SikaViscoCrete-4500PE-es-PE-(09-2021)-1-3.pdf

CONSTRUYENDO CONFIANZA





HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

SikaTard®-450 PE

ADITIVO MANTENSOR DE TRABAJABILIDAD DE ALTO DESEMPEÑO Y FRAGUADO CONTROLADO

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SikaTard®-450 PE es un aditivo mantensor de alto desempeño desarrollado para brindar una pérdida de asentamiento y tiempo de fraguados controlado para todo tipo de cementos.

USOS

- Es ideal para concretos en tiempos calurosos.
- Para mantener el Slump de la mezcla en trayectos o jornadas largas de colocación de concreto.
- Brinda tiempos de fraguado controlados en todo tipo de climas.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Su efecto es distinto al de los retardantes de fraguado tradicionales, los cuales se limitan a frenar el proceso de hidratación del cemento.
- El concreto con el aditivo SikaTard®-450 PE, no modifica el efecto de los aditivos acelerantes de fraguado de la línea SikaRapid® o Sigunit® por lo que de requerirse su uso en obra, puede ser efectuado.
- Prolonga de forma muy extendida el tiempo de trabajabilidad de concretos en clima caluroso.
- El aditivo SikaTard®-450 PE está exento de cloruros y de otras sustancias que favorezcan la corrosión del acero. Esto Permite utilizarlo sin ningún problema en las construcciones de concreto armado.
- No es tóxico.

CERTIFICADOS / NORMAS

Excede los requisitos de la norma ASTM C494 tipo B.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

| | |
|--------------------------------------|--|
| Empaques | • Granel x1L • Dispenser x 1000L |
| Apariencia / Color | Líquido marrón claro a oscuro |
| Vida Útil | 12 meses desde la fecha de producción. |
| Condiciones de Almacenamiento | El producto debe de ser almacenado herméticamente cerrado y no deteriorado, a temperatura entre 1 y 35°C, protegido del sol y las heladas. |
| Densidad | 1,10 +/- 0,01 Kg/L |

INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

Dosificación Recomendada En función de la trabajabilidad y del retraso de fraguado requerido, la dosis a utilizar estará comprendida entre el 0.1% y el 1.5% del peso del cemento.

Hoja De Datos Del Producto
SikaTard®-450 PE
Octubre 2015, Versión 01.03
021406011000000145

Compatibilidad

El producto SikaTard®-450 PE puede combinarse con otros productos de la gama Sika de aditivos: Plastimen®, Sikament®, Viscocrete®, Sika Aer, Sika fume, Sigunit® y SikaRapid®. Se recomienda realizar ensayos previos para determinar el efecto preciso en el concreto.

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

Al utilizar el aditivo SikaTard®-450 PE se deberán respetar todas las normas vigentes en relación con la fabricación de concretos.

Es recomendable añadir el aditivo previo mezclado con el agua de amasado con la finalidad de lograr una mejor dispersión dentro de la masa de concreto.

Para lograr tiempos de manejabilidad determinadas es imprescindible realizar ensayos previos. Los tiempos de trabajabilidad que se obtienen están en función de la dosificación de SikaTard®-450 PE utilizada.

LIMITACIONES

Precauciones de Manipulación

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

Tenga en cuenta todas las precauciones normales para la aplicación de empastes convencionales.

NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

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

NOTAS LEGALES

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



3. Sika CNI

CONSTRUYENDO CONFIANZA



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

Sika® CNI

Aditivo inhibidor de corrosión

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika® CNI es un aditivo inhibidor de corrosión del acero de refuerzo del concreto, en base a nitrito de Calcio. Sika® CNI contiene mínimo un 30% de nitrito de calcio en peso y está formulado, para cumplir la Norma ASTM C- 494 Tipo C aditivos acelerantes.

USOS

- Sika® CNI se recomienda para proteger el acero de refuerzo en concretos convencionales, así como para concretos pre-tensados o post-tensados que serán expuestos a cloruros de los entornos marinos o sales de deshielo.
- Sika® CNI extenderá la vida útil de las estructuras de manera efectiva por la inhibición de la corrosión, en áreas tales como parqueaderos, cubiertas, losas de puentes, estructuras marinas y muchas otras estructuras expuestas a ambientes muy agresivos.
- Sika® CNI también puede ser utilizado en elementos de concreto donde se añaden cloruros inicialmente a la mezcla de concreto, ej: arenas de playa, aditivos u otro material que compone la mezcla.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- En la alta alcalinidad del concreto, en el acero se acumula una capa de pasivación natural. Esta capa protege al acero de la corrosión. Esta capa pasivadora de óxido de hierro, sin embargo puede ser dañada por la presencia de cloruros y combinada con la presencia de la humedad y el oxígeno producirán la corrosión del acero.
- Sika® CNI ayudará a oxidar el acero para formar óxido de hierro, que resiste el ataque del cloruro. Esto reduce las zonas de iones ferrosos que son susceptibles al ataque de cloruros. El óxido ferroso crea un complejo de óxido de hierro (herrumbre), en caso de ataque por cloruros.
- Sika® CNI fortalece la capa del óxido férrico pasivante antes de la penetración de cloruros. Los iones nitrito del Sika® CNI convertirá el óxido ferroso a óxido de hierro más resistentes, protegiendo así el acero refuerzo de la corrosión.

Hoja De Datos Del Producto
Sika® CNI
Enero 2021, Versión 01.02
021408051000000004

1 / 3

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

| | |
|-------------------------------|--|
| Empaques | Cilindro x 200 L |
| Apariencia / Color | Líquido amarillo claro |
| Vida Útil | 2 años |
| Condiciones de Almacenamiento | El Sika® CNI se debe almacenar por encima de 5°C. Si se congela, descongelar y agitar fuertemente para retornar al estado normal. En un almacén seco con temperaturas entre 10°C y 27°C. En un lugar fresco y bajo techo en su envase original bien cerrado. |
| Densidad | 1.25 +/- 0.01 kg/L |

INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

| Dosificación Recomendada | Concentración de Ión Cloruro (kg/m ³) | Sika CNI (kg/m ³) |
|--------------------------|---|-------------------------------|
| | 3.60 | 12.90 |
| | 5.90 | 19.20 |
| | 7.70 | 25.70 |
| | 8.90 | 32.10 |
| | 9.50 | 38.60 |

| | |
|---------------------|---|
| Dosificación | <p>Para adicionar Sika CNI mida la cantidad requerida manualmente y adicione Sika CNI directamente a la mezcla de concreto fresco y al final del ciclo de mezclado. Sika® CNI puede acelerar el tiempo de fraguado del concreto. Con el fin de evitar la pérdida de manejabilidad y dificultad en dar el acabado, puede ser necesario el uso de un aditivo retardante sobre todo en zonas de clima cálido. El efecto de la aceleración de Sika® CNI puede ser aprovechado para el vaciado de concreto en zonas de clima frío.</p> <p>COMPATIBILIDAD CON OTROS ADITIVOS</p> <ul style="list-style-type: none">• Sika® CNI se puede utilizar con cementos Portland y también en combinación con otros aditivos Sika incluidos microsilíce, reductores de agua, superplastificantes, retardantes de fraguado, incorporadores de aire. Los aditivos tienen que ser añadidos por separado a la mezcla de concreto a fin de obtener los resultados requeridos.• Sika® CNI puede reducir ligeramente el contenido de aire y una mayor dosis de incorporador de aire puede ser necesario. |
|---------------------|---|



NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

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

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

MEZCLADO

Medir la cantidad necesaria de forma manual o automatizada. Teniendo en cuenta el agua del Sika® CNI es necesario realizar un ajuste para mantener la relación agua/cemento. El agua debe ser ajustada mediante la reducción de 0,839 Kg. de agua por litro de Sika® CNI.

RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto

NOTAS LEGALES

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

tud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe. La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.

Hoja De Datos Del Producto
Sika® CNI
Enero 2021, Versión 01.02
021403051000000004

3 / 3

SikaCNI-es-PE-(01-2021)-1-2.pdf

CONSTRUYENDO CONFIANZA



4. Sika Fume



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

SikaFume®

Adición mineral - Microsilíce

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SikaFume® es un aditivo para concreto en forma de polvo, basado en tecnología de humo de sílice.

USOS

SikaFume® se utiliza en concreto proyectado, estructural, prefabricado y otros campos de construcción de concreto en los que se requieren altas exigencias a la calidad en estado fresco y endurecido.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

SikaFume® contiene dióxido de silicio reactivo extremadamente fino. La presencia de esta sustancia imparte una gran cohesión interna y retención de agua en el concreto fresco. La capacidad de bombeo se mejora sustancialmente así como el comportamiento reológico. En el concreto endurecido, el humo de sílice forma un enlace químico con la cal libre (CaOH₂). La formación adicional de productos de hidratación da como resultado una matriz cementicia final significativamente más densa.

Con el uso de SikaFume®, el concreto mostrará las siguientes propiedades:

- Alta estabilidad del hormigón fresco.
- Mayor durabilidad.
- Excelente resistencia a la congelación y la sal de deshielo.
- Mayores resistencias finales.
- Mayor resistencia a la abrasión.
- Mayor estanqueidad en el concreto endurecido.
- Reducción a la penetración de cloruros.

SikaFume® no contiene cloruros ni otras sustancias que promueven la corrosión del acero y, por lo tanto, se puede usar sin ninguna restricción para la construcción de concreto reforzado y pretensado.

CERTIFICADOS / NORMAS

SikaFume® cumple los requisitos de las normas EN 13263-1 y ASTM C1240.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

| | |
|--------------------------------------|---|
| Empaques | Bolsa de 25 kg Bolsa de 20 kg |
| Vida Útil | 36 meses de vida útil a partir de la fecha de producción, si se almacena correctamente en el empaque original sellado, sin daños y sin abrir. |
| Condiciones de Almacenamiento | Almacenamiento en un ambiente seco. |
| Apariencia / Color | polvo gris o crema |
| Specific gravity | Peso específico: 2,200 kg/m ³ |

INFORMACIÓN TÉCNICA

Guía de Vaciado de Concreto Se deben seguir las reglas estándar de buenas prácticas relativas a la pro-

Hoja De Datos Del Producto
SikaFume®
Marzo 2022, Versión 01.03
021403031000000019

ducción y la colocación de concreto. Las pruebas de laboratorio deben llevarse a cabo en el sitio para realizar los ajustes que sean necesarios, consulte con el soporte técnico de Sika en tanto sea necesario.

| | |
|--|--|
| Diseño de la Mezcla de Concreto | Cuando se usa SikaFume [®] , se debe tener en cuenta un diseño de mezcla adecuado y se deben probar y acondicionar su desempeño con los materiales locales. |
| Condiciones de Curado | Sugerimos, como en todos los concretos, seguir las instrucciones dadas en el ACI 308 para un correcto curado del concreto. |
| Compatibilidad | Compatible con todos los productos Sika. |

INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

| | |
|---------------------------------|-----------------------------|
| Dosificación Recomendada | 5 - 10% en peso de cemento. |
|---------------------------------|-----------------------------|

NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

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

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

MEZCLADO

Se dosifica y adiciona en la planta de concreto en forma similar al cemento u otros materiales cementicios. Puede dosificarse en una mezcladora central o mixer. Seguir el procedimiento indicado en la norma ASTM C94 o NTP 339.114, Especificación estándar para concreto premezclado.

RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto

NOTAS LEGALES

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

Sika Perú
Habilitación Industrial
El Lúcumo Mz. "B" Lote 6
Lurín, Lima
Tel. (511) 618-8060

Hoja De Datos Del Producto
SikaFume[®]
Marzo 2022, Versión 01.03
021403031000000019

SikaFume-es-PE-(03-2022)-1-3.pdf



5. Aditivo Mapeplast UW: Mezcla anti dispersión, inductora de cohesión para vaciado bajo agua



DESCRIPCIÓN

Mapeplast UW es un aditivo en polvo específicamente estudiado para la fabricación de hormigones o morteros altamente cohesivos, fáciles de bombear y, por lo tanto, idóneos para el hormigonado bajo el agua sin que se produzca el lavado de la pasta cementosa.

PROPIEDADES DEL PRODUCTO

Gracias a su naturaleza química **Mapeplast UW**, una vez dosificado en la mezcla, mejora las características de cohesión del hormigón haciéndolo más resistente al proceso de lavado cuando entra en contacto con agua sin o con moderado movimiento.

CAMPOS DE APLICACIÓN

Mapeplast UW puede emplearse en todas las clases de resistencia de hormigón convencional o autocompactante cuando su aplicación subacuática sea:

- rehabilitación o trabajos de reparación;
- elementos estructurales;
- cimentaciones.

MODO DE VERTIDO

Para el vertido del hormigón aditivado **Mapeplast UW** pueden emplearse todos los métodos tradicionales de puesta en obra y, en particular, desde:

- manguera;
- bomba;
- tolva;
- canaleta.

Es muy importante que el hormigón bajo el agua se aplique correctamente para garantizar la máxima eficiencia de **Mapeplast UW**. Durante el proceso de descarga se recomienda reducir el contacto del

hormigón con el agua lo máximo posible y estar seguros de que el hormigón fluye de forma lenta y constante. Para la puesta en obra del hormigón subacuático, se suele preferir el método del bombeo ya que reduce la segregación y la aparición de coqueadas o "nidos de grava".

ADVERTENCIAS

Mapeplast UW es un aditivo en polvo de altas propiedades viscosantes. La utilización de este producto puede reducir sensiblemente la consistencia y el tiempo de trabajabilidad del hormigón. Por tanto, se recomienda verificar, antes de su vertido, las variaciones que pueden producirse en las características prestacionales del hormigón y complementarlo con aditivos superplastificantes o retardantes de MAPEI.

La elevada cohesividad y el bajo grado de miscibilidad con el agua hace que el hormigón sea más viscoso, pudiéndose adherir a las paredes de la hormigonera en mayor medida que en un hormigón convencional.

MODO DE APLICACIÓN

El producto viene listo para usar. **Mapeplast UW** se dosifica en el camión hormigonera junto con el resto de componentes (agua, cemento, áridos y aditivos) y se amasa hasta la completa homogeneización de la mezcla.

COMPATIBILIDAD CON OTROS PRODUCTOS

El aditivo **Mapeplast UW** no tiene ningún efecto plastificante en el hormigón. Por ese motivo, se aconseja utilizarlo con un aditivo superfluidificante de la gama **Dynamon**.



DATOS TÉCNICOS (valores característicos)

DATOS IDENTIFICATIVOS DEL PRODUCTO

| | |
|--------------------------------|--|
| Consistencia: | polvo |
| Color: | gris |
| Densidad (g/cm ³): | 1,1 |
| Acción principal: | aumento de la cohesividad del hormigón |

Mapeplast UW es también compatible con otros productos de MAPEI y, en particular, para la producción de hormigones especiales con:

- el aditivo en polvo **Mapeplast SF** a base de microsílíce, para la producción de hormigones de elevada durabilidad;
- cenizas volantes y filler calizo para la confección de hormigón convencional y hormigón autocompactante;
- aditivos retardantes de la gama **Mapetard**.

CONSUMO

La dosificación de **Mapeplast UW** puede variar entre 0,6 y 3% sobre el peso del cemento.

Dosificaciones diferentes deben ser previamente probadas en hormigón y, en cualquier caso, después de haber consultado al servicio de Asistencia Técnica de MAPEI.

PRESENTACIÓN

Mapeplast UW viene en cajas que contienen 4 sacos hidrosolubles de 3 kg cada uno.

ALMACENAMIENTO

Mapeplast UW se puede almacenar 12 meses en recipientes cerrados y protegidos del hielo. También se recomienda conservar el producto alejado de la humedad y de la exposición solar directa y prolongada y, preferiblemente, a una temperatura comprendida entre +5°C y +35°C. Producto conforme a los requisitos establecidos en el Reglamento (CE) N° 1907/2006 (REACH) – Anl. XVII, punto 47.

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD PARA LA PREPARACIÓN Y LA PUESTA EN OBRA

Mapeplast UW contiene cemento que, en contacto con el sudor u otros fluidos corporales, puede provocar una reacción alcalina irritante y manifestaciones alérgicas en sujetos predispuestos. Puede ocasionar daños oculares. Se recomienda utilizar guantes, gafas protectoras y aplicar las precauciones habituales en la manipulación de productos químicos. En caso de contacto con los ojos o la piel

lavar inmediata y abundantemente con agua y consultar al médico.

Para una mayor y más completa información en referencia al uso seguro de nuestros productos se recomienda consultar la última versión de la Ficha de Seguridad.

PRODUCTO DE USO PROFESIONAL.

ADVERTENCIAS

Las indicaciones y las prescripciones arriba descritas, aun correspondiendo a nuestra mejor experiencia, deben considerarse, en cualquier caso, como meramente indicativas y tendrán que ser confirmadas mediante aplicaciones prácticas concluyentes; por lo tanto, antes de aplicar el producto, quien vaya a utilizarlo deberá determinar si es apropiado o no para el uso previsto y asumirá toda responsabilidad que pueda derivarse de su empleo.

Consultar siempre la última versión actualizada de la ficha técnica, disponible en la web www.mapei.com

INFORMACIÓN LEGAL

El contenido de esta Ficha Técnica se puede reproducir en documentos vinculados a proyectos, pero el documento resultante no reemplazará ni integrará de ninguna manera la Ficha Técnica vigente en el momento de la aplicación del producto Mapei. Para la Ficha Técnica y la información más actualizada sobre la garantía, consultar nuestra web www.mapei.com. CUALQUIER MODIFICACIÓN DEL TEXTO O DE LAS CONDICIONES CONTENIDAS EN ESTA FICHA TÉCNICA O DERIVADAS DE ELLA, INVALIDARÁ TODAS LAS CORRESPONDIENTES GARANTÍAS MAPEI.

Las referencias relativas a este producto están disponibles bajo solicitud y en las webs de Mapei www.mapei.es y www.mapei.com

Anexo 5: Registro de resultados de resistencia a compresión, edad 7 días

| TRATAMIENTO | MUESTRAS | | | | | | |
|-------------|-----------------------------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|
| | 1 | | 2 | | 3 | | |
| 0 | Tipo de Probeta | Cilíndrica | | Cilíndrica | | Cilíndrica | |
| | Altura | 199 | mm | 202 | mm | 205 | mm |
| | Diámetro | 102.45 | mm | 101.3 | mm | 102.25 | mm |
| | Área | 8049 | | 8036 | | 8223 | |
| | Edad | 7 | días | 7 | días | 7 | días |
| | Carga máxima | 316.2 | kN | 323.3 | kN | 312.7 | kN |
| | Resistencia a la compresión | 17.6 | Mpa | 17.9 | Mpa | 17.3 | Mpa |
| | Resistencia a la compresión | 179 | kg/cm2 | 183 | kg/cm2 | 177 | kg/cm2 |
| | F'c Diseño (Kg/cm2) | 280 | kg/cm2 | 280 | kg/cm2 | 280 | kg/cm2 |
| | % Alcanzado | 64 | % | 65 | % | 63 | % |
| | TIPO DE FALLA | 3 | | 3 | | 3 | |
| 1 | Tipo de Probeta | Cilíndrica | | Cilíndrica | | Cilíndrica | |
| | Altura | 195 | mm | 198 | mm | 201 | mm |
| | Diámetro | 100.6 | mm | 100.85 | mm | 101.3 | mm |
| | Área | 7749 | | 7886 | | 8004 | |
| | Edad | 7 | días | 7 | días | 7 | días |
| | Carga máxima | 339.2 | kN | 333.9 | kN | 340.9 | kN |
| | Resistencia a la compresión | 18.8 | Mpa | 18.5 | Mpa | 18.9 | Mpa |
| | Resistencia a la compresión | 192 | kg/cm2 | 189 | kg/cm2 | 193 | kg/cm2 |
| | F'c Diseño (Kg/cm2) | 350 | kg/cm2 | 350 | kg/cm2 | 350 | kg/cm2 |
| | % Alcanzado | 55 | % | 54 | % | 55 | % |
| | TIPO DE FALLA | 3 | | 3 | | 3 | |
| 2 | Tipo de Probeta | Cilíndrica | | Cilíndrica | | Cilíndrica | |
| | Altura | 201 | mm | 197 | mm | 203 | mm |
| | Diámetro | 101 | mm | 100.95 | mm | 101.25 | mm |
| | Área | 7976 | | 7844 | | 8063 | |
| | Edad | 7 | días | 7 | días | 7 | días |
| | Carga máxima | 399.3 | kN | 411.6 | kN | 415.1 | kN |
| | Resistencia a la compresión | 22.2 | Mpa | 22.8 | Mpa | 23.1 | Mpa |
| | Resistencia a la compresión | 226 | kg/cm2 | 233 | kg/cm2 | 235 | kg/cm2 |
| | F'c Diseño (Kg/cm2) | 350 | kg/cm2 | 350 | kg/cm2 | 350 | kg/cm2 |
| | % Alcanzado | 65 | % | 67 | % | 67 | % |
| | TIPO DE FALLA | 3 | | 3 | | 3 | |

| | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|----|
| 3 | Tipo de Probeta | Cilíndrica | | Cilíndrica | | Cilíndrica | | |
| | Lado | 199 | mm | 202 | mm | 198 | mm | |
| | Altura | 102.15 | mm | 103.25 | mm | 101.85 | mm | |
| | Área | 8021 | | 8222 | | 7960 | | |
| | Edad | 7 | días | 7 | días | 7 | días | |
| | Carga máxima | 325.1 | kN | 319.8 | kN | 321.5 | kN | |
| | Resistencia a la compresión | 18.2 | Mpa | 17.8 | Mpa | 17.9 | Mpa | |
| | Resistencia a la compresión | 184 | kg/cm2 | 181 | kg/cm2 | 182 | kg/cm2 | |
| | F'c Diseño (Kg/cm2) | 350 | kg/cm2 | 350 | kg/cm2 | 350 | kg/cm2 | |
| | % Alcanzado | 53 | % | 52 | % | 52 | % | |
| | TIPO DE FALLA | 3 | | 3 | | 3 | | |
| | 4 | Tipo de Probeta | Cilíndrica | | Cilíndrica | | Cilíndrica | |
| | | Altura | 201 | mm | 204 | mm | 196 | mm |
| Diámetro | | 102.35 | mm | 101.9 | mm | 102.35 | mm | |
| Área | | 8104 | | 8157 | | 7943 | | |
| Edad | | 7 | días | 7 | días | 7 | días | |
| Carga máxima | | 446.9 | kN | 441.6 | kN | 427.5 | kN | |
| Resistencia a la compresión | | 24.8 | Mpa | 24.5 | Mpa | 23.7 | Mpa | |
| Resistencia a la compresión | | 253 | kg/cm2 | 250 | kg/cm2 | 242 | kg/cm2 | |
| F'c Diseño (Kg/cm2) | | 350 | kg/cm2 | 350 | kg/cm2 | 350 | kg/cm2 | |
| % Alcanzado | | 72 | % | 71 | % | 69 | % | |
| TIPO DE FALLA | | 3 | | 3 | | 3 | | |

Anexo 6: Registro de resultados de resistencia a compresión, edad 14 días

| TRATAMIENTO | | MUESTRAS | | | | | |
|-------------|-----------------------------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|
| | | 1 | | 2 | | 3 | |
| 0 | Tipo de Probeta | Cilíndrica | | Cilíndrica | | Cilíndrica | |
| | Altura | 200 | mm | 199 | mm | 202 | mm |
| | Diámetro | 103.15 | mm | 102.5 | mm | 101.15 | mm |
| | Área | 8148 | | 8054 | | 8022 | |
| | Edad | 14 | días | 14 | días | 14 | días |
| | Carga máxima | 437.3 | kN | 446.8 | kN | 434.1 | kN |
| | Resistencia a la compresión | 24.4 | Mpa | 24.8 | Mpa | 24.1 | Mpa |
| | Resistencia a la compresión | 248 | kg/cm2 | 253 | kg/cm2 | 246 | kg/cm2 |
| | F'c Diseño (Kg/cm2) | 280 | kg/cm2 | 280 | kg/cm2 | 280 | kg/cm2 |
| | % Alcanzado | 89 | % | 90 | % | 88 | % |
| | TIPO DE FALLA | 3 | | 3 | | 3 | |
| 1 | Tipo de Probeta | Cilíndrica | | Cilíndrica | | Cilíndrica | |
| | Altura | 201 | mm | 203 | mm | 206 | mm |
| | Diámetro | 100.8 | mm | 100.75 | mm | 101.55 | mm |
| | Área | 7957 | | 8016 | | 8188 | |
| | Edad | 14 | días | 14 | días | 14 | días |
| | Carga máxima | 467.5 | kN | 454.7 | kN | 473.8 | kN |
| | Resistencia a la compresión | 25.9 | Mpa | 25.2 | Mpa | 26.3 | Mpa |
| | Resistencia a la compresión | 265 | kg/cm2 | 257 | kg/cm2 | 268 | kg/cm2 |
| | F'c Diseño (Kg/cm2) | 350 | kg/cm2 | 350 | kg/cm2 | 350 | kg/cm2 |
| | % Alcanzado | 76 | % | 73 | % | 77 | % |
| | TIPO DE FALLA | 3 | | 3 | | 3 | |
| 2 | Tipo de Probeta | Cilíndrica | | Cilíndrica | | Cilíndrica | |
| | Altura | 203 | mm | 200 | mm | 201 | mm |
| | Diámetro | 100.95 | mm | 101.25 | mm | 102.5 | mm |
| | Área | 8035 | | 7968 | | 8119 | |
| | Edad | 14 | días | 14 | días | 14 | días |
| | Carga máxima | 551.7 | kN | 569.2 | kN | 573.9 | kN |
| | Resistencia a la compresión | 30.6 | Mpa | 31.6 | Mpa | 31.9 | Mpa |
| | Resistencia a la compresión | 312 | kg/cm2 | 322 | kg/cm2 | 325 | kg/cm2 |
| | F'c Diseño (Kg/cm2) | 350 | kg/cm2 | 350 | kg/cm2 | 350 | kg/cm2 |
| | % Alcanzado | 89 | % | 92 | % | 93 | % |
| | TIPO DE FALLA | 3 | | 3 | | 3 | |

| | | | | | | | |
|---|-----------------------------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|
| 3 | Tipo de Probeta | Cilíndrica | | Cilíndrica | | Cilíndrica | |
| | Lado | 199 | mm | 205 | mm | 198 | mm |
| | Altura | 102.35 | mm | 102.55 | mm | 101.95 | mm |
| | Área | 8040 | | 8252 | | 7970 | |
| | Edad | 14 | días | 14 | días | 14 | días |
| | Carga máxima | 449.9 | kN | 443.6 | kN | 445.2 | kN |
| | Resistencia a la compresión | 25.1 | Mpa | 24.6 | Mpa | 24.7 | Mpa |
| | Resistencia a la compresión | 255 | kg/cm2 | 251 | kg/cm2 | 252 | kg/cm2 |
| | F'c Diseño (Kg/cm2) | 350 | kg/cm2 | 350 | kg/cm2 | 350 | kg/cm2 |
| | % Alcanzado | 73 | % | 72 | % | 72 | % |
| | TIPO DE FALLA | 3 | | 3 | | 3 | |
| 4 | Tipo de Probeta | Cilíndrica | | Cilíndrica | | Cilíndrica | |
| | Altura | 203 | mm | 202 | mm | 201 | mm |
| | Diámetro | 102.15 | mm | 101.75 | mm | 102 | mm |
| | Área | 8150 | | 8079 | | 8071 | |
| | Edad | 14 | días | 14 | días | 14 | días |
| | Carga máxima | 618.5 | kN | 612.1 | kN | 591.5 | kN |
| | Resistencia a la compresión | 34.3 | Mpa | 34.1 | Mpa | 32.9 | Mpa |
| | Resistencia a la compresión | 350 | kg/cm2 | 347 | kg/cm2 | 335 | kg/cm2 |
| | F'c Diseño (Kg/cm2) | 350 | kg/cm2 | 350 | kg/cm2 | 350 | kg/cm2 |
| | % Alcanzado | 100 | % | 99 | % | 96 | % |
| | TIPO DE FALLA | 3 | | 3 | | 3 | |

Anexo 7: Registro de resultados de resistencia a compresión, edad 28 días

| TRATAMIENTO | MUESTRAS | | | | | | |
|-------------|-----------------------------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|
| | 1 | | 2 | | 3 | | |
| 0 | Tipo de Probeta | Cilíndrica | | Cilíndrica | | Cilíndrica | |
| | Altura | 199 | mm | 202 | mm | 198 | mm |
| | Diámetro | 101.75 | mm | 101.5 | mm | 102 | mm |
| | Área | 8131 | | 8091 | | 8171 | |
| | Edad | 28 | días | 28 | días | 28 | días |
| | Carga máxima | 489.4 | kN | 512.6 | kN | 522.9 | kN |
| | Resistencia a la compresión | 26.96 | Mpa | 27.56 | Mpa | 26.77 | Mpa |
| | Resistencia a la compresión | 275 | kg/cm2 | 281 | kg/cm2 | 273 | kg/cm2 |
| | F'c Diseño (Kg/cm2) | 280 | kg/cm2 | 280 | kg/cm2 | 280 | kg/cm2 |
| | % Alcanzado | 98 | % | 100 | % | 98 | % |
| | TIPO DE FALLA | 3 | | 3 | | 3 | |
| 1 | Tipo de Probeta | Cilíndrica | | Cilíndrica | | Cilíndrica | |
| | Altura | 203 | mm | 202 | mm | 204 | mm |
| | Diámetro | 101.5 | mm | 101.75 | mm | 102 | mm |
| | Área | 8091 | | 8131 | | 8171 | |
| | Edad | 28 | días | 28 | días | 28 | días |
| | Carga máxima | 534.2 | kN | 555.7 | kN | 617.8 | kN |
| | Resistencia a la compresión | 28.83 | Mpa | 28.04 | Mpa | 29.22 | Mpa |
| | Resistencia a la compresión | 294 | kg/cm2 | 286 | kg/cm2 | 298 | kg/cm2 |
| | F'c Diseño (Kg/cm2) | 350 | kg/cm2 | 350 | kg/cm2 | 350 | kg/cm2 |
| | % Alcanzado | 84 | % | 82 | % | 85 | % |
| | TIPO DE FALLA | 3 | | 3 | | 3 | |
| 2 | Tipo de Probeta | Cilíndrica | | Cilíndrica | | Cilíndrica | |
| | Altura | 205 | mm | 200 | mm | 203 | mm |
| | Diámetro | 101.25 | mm | 101.75 | mm | 102 | mm |
| | Área | 8052 | | 8131 | | 8171 | |
| | Edad | 28 | días | 28 | días | 28 | días |
| | Carga máxima | 734.5 | kN | 748.1 | kN | 732.5 | kN |
| | Resistencia a la compresión | 34.02 | Mpa | 35.1 | Mpa | 35.4 | Mpa |
| | Resistencia a la compresión | 347 | kg/cm2 | 358 | kg/cm2 | 361 | kg/cm2 |
| | F'c Diseño (Kg/cm2) | 350 | kg/cm2 | 350 | kg/cm2 | 350 | kg/cm2 |
| | % Alcanzado | 99 | % | 102 | % | 103 | % |
| | TIPO DE FALLA | 3 | | 3 | | 3 | |

| | | | | | | | |
|---|-----------------------------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|
| 3 | Tipo de Probeta | Cilíndrica | | Cilíndrica | | Cilíndrica | |
| | Lado | 198 | mm | 199 | mm | 198 | mm |
| | Altura | 102.25 | mm | 102.25 | mm | 102.25 | mm |
| | Área | 8211 | | 8211 | | 8211 | |
| | Edad | 28 | días | 28 | días | 28 | días |
| | Carga máxima | 692.4 | kN | 721.5 | kN | 733.7 | kN |
| | Resistencia a la compresión | 27.75 | Mpa | 27.36 | Mpa | 27.45 | Mpa |
| | Resistencia a la compresión | 283 | kg/cm2 | 279 | kg/cm2 | 280 | kg/cm2 |
| | F'c Diseño (Kg/cm2) | 350 | kg/cm2 | 350 | kg/cm2 | 350 | kg/cm2 |
| | % Alcanzado | 81 | % | 80 | % | 80 | % |
| | TIPO DE FALLA | 3 | | 3 | | 3 | |
| 4 | Tipo de Probeta | Cilíndrica | | Cilíndrica | | Cilíndrica | |
| | Altura | 205 | mm | 204 | mm | 203 | mm |
| | Diámetro | 102 | mm | 101.75 | mm | 102 | mm |
| | Área | 8171 | | 8131 | | 8171 | |
| | Edad | 28 | días | 28 | días | 28 | días |
| | Carga máxima | 934.7 | kN | 856.4 | kN | 754.3 | kN |
| | Resistencia a la compresión | 38.14 | Mpa | 37.76 | Mpa | 36.48 | Mpa |
| | Resistencia a la compresión | 389 | kg/cm2 | 384 | kg/cm2 | 372 | kg/cm2 |
| | F'c Diseño (Kg/cm2) | 350 | kg/cm2 | 350 | kg/cm2 | 350 | kg/cm2 |
| | % Alcanzado | 111 | % | 110 | % | 106 | % |
| | TIPO DE FALLA | 3 | | 3 | | 3 | |

PANEL FOTOGRÁFICO

1. Recojo de material en campo



Fotografía 1. Acopio de agregado fino



Fotografía 2: Acopio de agregado grueso

2. Elaboración de probetas



Fotografía 2: Elaboración de probetas de concreto

INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO

1. Informe de ensayos del concreto en estado fresco – Slump Tratamiento 0



ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
ASESORÍA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE EXTENSIBILIDAD

CÓDIGO DE INFORME
AM 105. 1.A

F. Emisión: 30/05/2024

PROYECTO: ADITIVOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA PARA PILOTES EN EL TERMINAL PORTUARIO DE ILO, MOQUEGUA, 2022

UBICACIÓN: TERMINAL PORTUARIO DE ILO, MOQUEGUA

SOLICITA: GENESIS GONZALES : AYRTON AMPUERO

DIRECCIÓN: ILO

MUESTRA: Probeta de Prueba

F. EJECUCIÓN: 30/05/2024

ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

| | TRATAMIENTO N°0 | | SLUMP |
|-----------------|-------------------|----------|-------|
| | Kg/m ³ | kg/Bolsa | |
| CEMENTO TIPO V | 341.5 | 42.5 | 44 CM |
| AGREGADO FINO | 679.6 | 84.6 | |
| AGREGADO GRUESO | 1220.5 | 151.9 | |
| AGUA | 169.7 Lt | 21.1 | |



OBSERVACIONES: Testigos elaborados y curados bajo condiciones y controles de laboratorio.



ROBERTO CACERES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP. 59679

N° 059731

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Collo El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) • Cel.: Of.: 958945275 • Analistas: 857803013
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@laboratoriocf.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

Tratamiento 1



ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
 LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
 ASESORÍA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

INFORME DE ENSAYO ENSAYO DE EXTENSIBILIDAD

| |
|-------------------|
| CÓDIGO DE INFORME |
| AM 105. 3.A |

F. Emisión: 30/05/2024

PROYECTO: ADITIVOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA PARA PILOTES EN EL TERMINAL PORTUARIO DE ILO, MOQUEGUA, 2022

UBICACIÓN: TERMINAL PORTUARIO DE ILO, MOQUEGUA

SOLICITA: GENESIS GONZALES ; AYRTON AMPUERO

DIRECCIÓN: ILO

MUESTRA: Probeta de Prueba

F. EJECUCIÓN: 30/05/2024

ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

| TRATAMIENTO N° 01 | | | SLUMP |
|--------------------|-------------------|----------|-------|
| | kg/m ³ | kg/Bolsa | |
| CEMENTO TIPO V | 490.0 | 42.5 | 45 CM |
| AGREGADO FINO | 1020.0 | 88.47 | |
| AGREGADO GRUESO | 617.0 | 53.52 | |
| AGUA | 193.0 Lt | 16.74 Lt | |
| SIKA FUME | 18.75 | 1.63 | |
| SIKA TARD 450 PE | 0.58 | 0.05 | |
| MAPEPLAST | 2.32 | 0.20 | |
| VISCOCRETE 4500 PE | 7.73 | 0.67 | |
| SIKA CNI | 9.27 | 0.80 | |



OBSERVACIONES: Testigos elaborados y curados bajo condiciones y controles de laboratorio.

(Handwritten Signature)
 ROBERTO CACERES FLORES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 58876

N° 059734

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
 Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Col.: Of. 958945275 - Analistas: 957800013
 Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@laboratorioncf.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

Tratamiento 2



ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
ASESORÍA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

INFORME DE ENSAYO ENSAYO DE EXTENSIBILIDAD

| |
|-------------------|
| CÓDIGO DE INFORME |
| AM 105. 2.A |

F. Emisión: 30/05/2024

| | | | |
|-------------------|---|----------------------|------------------------|
| PROYECTO: | ADITIVOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA PARA PILOTES EN EL TERMINAL PORTUARIO DE ILO, MOQUEGUA, 2022 | MUESTRA: | Probeta de Prueba |
| UBICACIÓN: | TERMINAL PORTUARIO DE ILO, MOQUEGUA | F. EJECUCIÓN: | 30/05/2024 |
| SOLICITA: | GENESIS GONZALES : AYRTON AMPLERO | ENSAYADO EN: | Laboratorio RCF S.R.L. |
| DIRECCIÓN: | ILO | | |

| TRATAMIENTO N° 02 | | | SLUMP |
|--------------------|-------------------|----------|-------|
| | Kg/m ³ | kg/Boisa | |
| CEMENTO TIPO V | 490.0 | 42.5 | 43 CM |
| AGREGADO FINO | 1020.0 | 88.47 | |
| AGREGADO GRUESO | 617.0 | 53.52 | |
| AGUA | 193.0 Lt | 16.74 Lt | |
| SIKA FUME | 25.0 | 2.16 | |
| SIKA TARD 450 PE | 0.77 | 0.07 | |
| MAPEPLAST | 3.09 | 0.27 | |
| VISCOCRETE 4500 PE | 10.3 | 0.89 | |
| SIKA CNI | 12.36 | 1.07 | |



OBSERVACIONES: Testigos elaborados y curados bajo condiciones y controles de laboratorio.

ROBERTO CACERES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP: 59675

N° 059735

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Cel. : Cf. 956946275 - Analistas: 957803013
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@laboratoriorcf.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8.00 a 1.00 pm y 1.30 a 5.00 pm

Tratamiento 3



ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
 LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
 ASESORÍA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

INFORME DE ENSAYO ENSAYO DE EXTENSIBILIDAD

| |
|-------------------|
| CÓDIGO DE INFORME |
| AM 105. 4A |

F. Emisión: 30/05/2024

| | | | |
|-------------------|---|----------------------|------------------------|
| PROYECTO: | ADITIVOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA PARA PILOTES EN EL TERMINAL PORTUARIO DE ILO, MOQUEGUA, 2022 | MUESTRA: | Probeta de Prueba |
| UBICACIÓN: | TERMINAL PORTUARIO DE ILO, MOQUEGUA | F. EJECUCIÓN: | 30/05/2024 |
| SOLICITA: | GENESIS GONZALES ; AYRTON AMPUERO | ENSAYADO EN: | Laboratorio RCF S.R.L. |
| DIRECCIÓN: | ILO | | |

| TRATAMIENTO N° 03 | | | SLUMP |
|--------------------|-------------------|----------|-------|
| | kg/m ³ | kg/Bolsa | |
| CEMENTO TIPO V | 490.0 | 42.5 | 44 CM |
| AGREGADO FINO | 1020.0 | 88.47 | |
| AGREGADO GRUESO | 617.0 | 53.52 | |
| AGUA | 193.0 Lt | 16.74 Lt | |
| SIKA FUME | 27.5 | 2.39 | |
| SIKA TARD 450 PE | 1.03 | 0.09 | |
| MAPEPLAST | 5.85 | 0.51 | |
| VISCOCRETE 4500 PE | 12.88 | 1.12 | |
| SIKA CNI | 14.94 | 1.30 | |



OBSERVACIONES: Testigos elaborados y curados bajo condiciones y controles de laboratorio.

ROBERTO B. CACERES FLORES
 INGENIERO CIVIL
 CUI 95875

N° 059732

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
 Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (retirák del Mercado El Palomar) - Cel: Cof. 958945275 - Analistas: 957803013
 Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@laboratoriorcf.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn: 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

Tratamiento 4



ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
ASESORÍA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

INFORME DE ENSAYO ENSAYO DE EXTENSIBILIDAD

| |
|-------------------|
| CÓDIGO DE INFORME |
| AM 105. S.A |

F. Emisión: 30/05/2024

| | | | |
|-------------------|---|----------------------|------------------------|
| PROYECTO: | ADITIVOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA PARA PILOTES EN EL TERMINAL PORTUARIO DE ILO, MOQUEGUA, 2022 | MUESTRA: | Próbete de Pnueba |
| UBICACIÓN: | TERMINAL PORTUARIO DE ILO, MOQUEGUA | F. EJECUCIÓN: | 30/05/2024 |
| SOLICITA: | GENESIS GONZALES ; AYRTON AMPUERO | ENSAYADO EN: | Laboratorio RCF S.R.L. |
| DIRECCIÓN: | ILO | | |

| TRATAMIENTO N° 04 | | | SLUMP |
|--------------------|-------------------|----------|-------|
| | kg/m ³ | kg/Bolsa | |
| CEMENTO TIPO V | 490.0 | 42.5 | 46 CM |
| AGREGADO FINO | 1020.0 | 86.47 | |
| AGREGADO GRUESO | 617.0 | 53.52 | |
| AGUA | 193.0 Lt | 16.74 Lt | |
| SIKA FUME | 29.5 | 2.56 | |
| SIKA TARD 450 PE | 1.29 | 0.11 | |
| MAPEPLAST | 6.18 | 0.54 | |
| VISCOCRETE 4500 PE | 15.75 | 1.37 | |
| SIKA CNI | 17.51 | 1.52 | |



OBSERVACIONES: Testigos elaborados y curados bajo condiciones y controles de laboratorio.



ROBERTO C. CACERES FLORES
INGENIERO CIVIL
CP. 42676

N° 059733

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Cel.: Of. 058045275 - Analistas: 957803013
Tel. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@laboratoriorcf.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

2. Informe de ensayos, edad 7 días

| | |
|---|---|
| LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 128 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE - 128 |
|  UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA | FACULTAD DE INGENIERÍA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS |

INFORME DE ENSAYO

Número de Páginas: 2

CÓDIGO 2412-012-2023 COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS NORMA ASTM C39/C39M-21

| | | | |
|-------------------------------|---|------------------|---------------------------|
| Proyecto (*) : | ADITIVOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA PARA PILOTES EN EL TERMINAL PORTUARIO DE ILO, MOQUEGUA, 2022 | | |
| Cliente (*) : | GONZALES CALLE GENESIS PRISCILA | | |
| RUC/DNI (*) : | 10701628719 | Correo (*) : | priscil24021996@gmail.com |
| Fecha de ensayo: | 16/01/2023 | Hora del ensayo: | 15:20 Hrs. |
| Temperatura ambiente: | 22.9°C | Humedad: | 41.3% |
| Fecha de emisión del informe: | 16/01/2023 | | |
| Ensayo realizado en: | Ambiente del Laboratorio de Ensayos especiales con acceso restringido. | | |

1. TABLA DE DATOS DEL ENSAYO

| N° | CÓDIGO DE LA MUESTRA | FECHA | | EDAD (Días) | MEDIDA | | | CARGA MÁXIMA (kN) | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | TIPO DE FRACTURA (Figura 1) |
|----|----------------------|-------------|------------|-------------|-------------|---------------|-------------------------|-------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------------|
| | | Vaciado (*) | Rotura (*) | | Altura (mm) | Diametro (mm) | Area (mm ²) | | MPa | kg/cm ² | |
| 1 | 2412-012-M1 | 09/01/2023 | 16/01/2023 | 7 | 195 | 100.60 | 7749 | 339.2 | 18.8 | 192 | Tipo 3 |
| 2 | 2412-012-M2 | 09/01/2023 | 16/01/2023 | 7 | 198 | 100.85 | 7895 | 333.9 | 18.5 | 189 | Tipo 3 |
| 3 | 2412-012-M3 | 09/01/2023 | 16/01/2023 | 7 | 201 | 101.30 | 8004 | 340.9 | 18.9 | 193 | Tipo 3 |
| 4 | 2412-012-M4 | 09/01/2023 | 16/01/2023 | 7 | 199 | 102.45 | 8049 | 316.2 | 17.6 | 179 | Tipo 3 |
| 5 | 2412-012-M5 | 09/01/2023 | 16/01/2023 | 7 | 202 | 101.30 | 8036 | 323.3 | 17.9 | 183 | Tipo 3 |
| 6 | 2412-012-M6 | 09/01/2023 | 16/01/2023 | 7 | 205 | 102.25 | 8223 | 312.7 | 17.3 | 177 | Tipo 3 |
| 7 | 2412-012-M7 | 09/01/2023 | 16/01/2023 | 7 | 201 | 101.00 | 7976 | 399.3 | 22.2 | 226 | Tipo 3 |
| 8 | 2412-012-M8 | 09/01/2023 | 16/01/2023 | 7 | 197 | 100.95 | 7844 | 411.6 | 22.8 | 233 | Tipo 3 |
| 9 | 2412-012-M9 | 09/01/2023 | 16/01/2023 | 7 | 203 | 101.25 | 8063 | 415.1 | 23.1 | 235 | Tipo 3 |
| 10 | 2412-012-M10 | 09/01/2023 | 16/01/2023 | 7 | 199 | 102.15 | 8021 | 325.1 | 18.2 | 184 | Tipo 3 |
| 11 | 2412-012-M11 | 09/01/2023 | 16/01/2023 | 7 | 202 | 103.25 | 8222 | 319.8 | 17.8 | 181 | Tipo 3 |
| 12 | 2412-012-M12 | 09/01/2023 | 16/01/2023 | 7 | 198 | 101.85 | 7960 | 321.5 | 17.9 | 182 | Tipo 3 |
| 13 | 2412-012-M13 | 09/01/2023 | 16/01/2023 | 7 | 201 | 102.35 | 8104 | 446.9 | 24.8 | 253 | Tipo 3 |
| 14 | 2412-012-M14 | 09/01/2023 | 16/01/2023 | 7 | 204 | 101.90 | 8157 | 441.6 | 24.5 | 250 | Tipo 3 |
| 15 | 2412-012-M15 | 09/01/2023 | 16/01/2023 | 7 | 196 | 102.35 | 7943 | 427.5 | 23.7 | 242 | Tipo 3 |
| 16 | 2412-012-M16 | 09/01/2023 | 16/01/2023 | 7 | 199 | 101.20 | 7931 | 461.1 | 25.5 | 261 | Tipo 3 |
| 17 | 2412-012-M17 | 09/01/2023 | 16/01/2023 | 7 | 202 | 102.35 | 8136 | 454.0 | 25.2 | 257 | Tipo 3 |
| 18 | 2412-012-M18 | 09/01/2023 | 16/01/2023 | 7 | 197 | 101.15 | 7863 | 455.8 | 25.3 | 258 | Tipo 3 |

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas



Figura 1. Esquema de probetas tipo de fractura

2. DE LA IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS

| Código Asignado por el Cliente (*) | Código asignado por el Laboratorio | Fecha de Recepción (**) | Código Asignado por el Cliente (*) | Código asignado por el Laboratorio | Fecha de Recepción (**) |
|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| T-01-A | 2412-012-M1 | 16/01/2023 | T-02-A | 2412-012-M7 | 16/01/2023 |
| T-01-B | 2412-012-M2 | 16/01/2023 | T-02-B | 2412-012-M8 | 16/01/2023 |
| T-01-C | 2412-012-M3 | 16/01/2023 | T-02-C | 2412-012-M9 | 16/01/2023 |
| T-00-A | 2412-012-M4 | 16/01/2023 | T-03-A | 2412-012-M10 | 16/01/2023 |
| T-00-B | 2412-012-M5 | 16/01/2023 | T-03-B | 2412-012-M11 | 16/01/2023 |
| T-00-C | 2412-012-M6 | 16/01/2023 | T-03-C | 2412-012-M12 | 16/01/2023 |

- (fin de página) -



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON
REGISTRO N° LE - 128



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

| Código Asignado por el Cliente (*) | Código asignado por el Laboratorio | Fecha de Recepción (**) | Código Asignado por el Cliente (*) | Código asignado por el Laboratorio | Fecha de Recepción (**) |
|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| T-04-A | 2412-012-M13 | 16/01/2023 | T-05-A | 2412-012-M16 | 16/01/2023 |
| T-04-B | 2412-012-M14 | 16/01/2023 | T-05-B | 2412-012-M17 | 16/01/2023 |
| T-04-C | 2412-012-M15 | 16/01/2023 | T-05-C | 2412-012-M18 | 16/01/2023 |

Observaciones & Consideraciones:

- (*) Datos brindados por el cliente.
- (**) Fecha en la que las muestras fueron dejadas en el Laboratorio.
- Las muestras fueron elaboradas y curadas por el cliente.
- Las muestras fueron recepcionadas a las 10:40 Hrs. y se mantuvieron en las mismas condiciones hasta su fecha y hora de ensayo.
- El ensayo fue realizado por el Técnico II del Laboratorio: Isidro Barrios Herrera.
- Las muestras se ensayaron utilizando almohadillas de neopreno como material de obturación.
- El servicio fue solicitado por los testistas: Genesis Gonzales Calle, y Ayrton Ampuero Zapana, consignando como correo electrónico priscil24021996@gmail.com.

Está prohibida la reproducción total o parcial del informe de ensayo sin la autorización por escrito del Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concretos y Pavimentos de la Universidad Privada de Tacna

- (fin del informe) -





Dr. Oscar Segundo ANGULO SALAS

Jefe del Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concretos y Pavimentos
Universidad Privada de Tacna



3. Informe de ensayos, edad 14 días

| | |
|--|--|
| LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 128 |  <small>INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE - 128</small> |
|  <small>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</small> | FACULTAD DE INGENIERÍA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS |

INFORME DE ENSAYO

Número de Páginas: 2

CÓDIGO 2411-113-2022 COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS NORMA ASTM C39/C39M-21

| | | | |
|-------------------------------|---|------------------|---------------------------|
| Proyecto (*) : | ADITIVOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA PARA PILOTES EN EL TERMINAL PORTUARIO DE ILO, MOQUEGUA, 2022 | | |
| Cliente (*) : | GONZALES CALLE GENESIS PRISCILA | | |
| RUC/DNI (*) : | 10701628719 | Correo (*) : | priscil24021996@gmail.com |
| Fecha de ensayo: | 05/12/2022 | Hora del ensayo: | 16:30 Hrs. |
| Temperatura ambiente: | 22.2°C | Humedad: | 42.5% |
| Fecha de emisión del informe: | 07/12/2022 | | |
| Ensayo realizado en: | Ambiente del Laboratorio de Ensayos especiales con acceso restringido. | | |

1. TABLA DE DATOS DEL ENSAYO

| N° | CÓDIGO DE LA MUESTRA | FECHA | | EDAD (Días) | MEDIDA | | | CARGA MÁXIMA (kN) | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | TIPO DE FRACTURA (Figura 1) |
|----|----------------------|-------------|------------|-------------|-------------|---------------|------------|-------------------|-----------------------------|--------|-----------------------------|
| | | Vaciado (*) | Rotura (*) | | Altura (mm) | Diámetro (mm) | Área (mm²) | | MPa | kg/cm² | |
| 1 | 2411-113-M1 | 21/11/2022 | 05/12/2022 | 14 | 201 | 100.80 | 7957 | 467.5 | 25.9 | 265 | Tipo 3 |
| 2 | 2411-113-M2 | 21/11/2022 | 05/12/2022 | 14 | 203 | 100.75 | 8016 | 454.7 | 25.2 | 257 | Tipo 3 |
| 3 | 2411-113-M3 | 21/11/2022 | 05/12/2022 | 14 | 206 | 101.55 | 8188 | 473.8 | 26.3 | 268 | Tipo 3 |
| 4 | 2411-113-M4 | 21/11/2022 | 05/12/2022 | 14 | 200 | 103.15 | 8148 | 437.3 | 24.4 | 248 | Tipo 3 |
| 5 | 2411-113-M5 | 21/11/2022 | 05/12/2022 | 14 | 199 | 102.50 | 8054 | 446.8 | 24.8 | 253 | Tipo 3 |
| 6 | 2411-113-M6 | 21/11/2022 | 05/12/2022 | 14 | 202 | 101.15 | 8022 | 434.1 | 24.1 | 246 | Tipo 3 |
| 7 | 2411-113-M7 | 21/11/2022 | 05/12/2022 | 14 | 203 | 100.95 | 8035 | 551.7 | 30.6 | 312 | Tipo 3 |
| 8 | 2411-113-M8 | 21/11/2022 | 05/12/2022 | 14 | 200 | 101.25 | 7968 | 569.2 | 31.6 | 322 | Tipo 3 |
| 9 | 2411-113-M9 | 21/11/2022 | 05/12/2022 | 14 | 201 | 102.50 | 8119 | 573.9 | 31.9 | 325 | Tipo 3 |
| 10 | 2411-113-M10 | 21/11/2022 | 05/12/2022 | 14 | 199 | 102.35 | 8040 | 449.9 | 25.1 | 255 | Tipo 3 |
| 11 | 2411-113-M11 | 21/11/2022 | 05/12/2022 | 14 | 205 | 102.55 | 8252 | 443.6 | 24.6 | 251 | Tipo 3 |
| 12 | 2411-113-M12 | 21/11/2022 | 05/12/2022 | 14 | 198 | 101.95 | 7970 | 445.2 | 24.7 | 252 | Tipo 3 |
| 13 | 2411-113-M13 | 21/11/2022 | 05/12/2022 | 14 | 203 | 102.15 | 8150 | 618.5 | 34.3 | 350 | Tipo 3 |
| 14 | 2411-113-M14 | 21/11/2022 | 05/12/2022 | 14 | 202 | 101.75 | 8079 | 612.1 | 34.1 | 347 | Tipo 3 |
| 15 | 2411-113-M15 | 21/11/2022 | 05/12/2022 | 14 | 201 | 102.00 | 8071 | 591.5 | 32.9 | 335 | Tipo 3 |
| 16 | 2411-113-M16 | 21/11/2022 | 05/12/2022 | 14 | 198 | 100.85 | 7867 | 639.1 | 35.5 | 362 | Tipo 3 |
| 17 | 2411-113-M17 | 21/11/2022 | 05/12/2022 | 14 | 204 | 102.15 | 8182 | 628.1 | 34.9 | 356 | Tipo 3 |
| 18 | 2411-113-M18 | 21/11/2022 | 05/12/2022 | 14 | 201 | 100.95 | 7971 | 631.2 | 35.1 | 357 | Tipo 3 |

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas



Figura 1. Esquemas de patrones típicos de fractura

2. DE LA IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS

| Código Asignado por el Cliente (*) | Código asignado por el Laboratorio | Fecha de Recepción (**) |
|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| T-01-A | 2411-113-M1 | 05/12/2022 |
| T-01-B | 2411-113-M2 | 05/12/2022 |
| T-01-C | 2411-113-M3 | 05/12/2022 |
| T-02-A | 2411-113-M4 | 05/12/2022 |
| T-02-B | 2411-113-M5 | 05/12/2022 |
| T-02-C | 2411-113-M6 | 05/12/2022 |
| T-03-A | 2411-113-M7 | 05/12/2022 |
| T-03-B | 2411-113-M8 | 05/12/2022 |
| T-03-C | 2411-113-M9 | 05/12/2022 |
| T-04-A | 2411-113-M10 | 05/12/2022 |
| T-04-B | 2411-113-M11 | 05/12/2022 |
| T-04-C | 2411-113-M12 | 05/12/2022 |

- (fin de página) -



FORMATO: LS-FO-53; VERSIÓN: 02; FECHA DE EMISIÓN: 28/10/2022

Pág. 1 de 2

Dirección: Av. Jorge Basadre Grohmann sin (Esquina calle Las Casuarinas con calle Los Tulipanes) Dist. Pocolay – Tacna
Teléfono: (51) 052-427212 anexo 466 | email: lab_suelos@upf.edu.pe

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 128



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

| Código Asignado por el Cliente (*) | Código asignado por el Laboratorio | Fecha de Recepción (**) |
|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| T-04-A | 2411-113-M13 | 05/12/2022 |
| T-04-B | 2411-113-M14 | 05/12/2022 |
| T-04-C | 2411-113-M15 | 05/12/2022 |

| Código Asignado por el Cliente (*) | Código asignado por el Laboratorio | Fecha de Recepción (**) |
|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| T-05-A | 2411-113-M16 | 05/12/2022 |
| T-05-B | 2411-113-M17 | 05/12/2022 |
| T-05-C | 2411-113-M18 | 05/12/2022 |

Observaciones & Consideraciones:

- (*) Datos brindados por el cliente.
- (**) Fecha en la que las muestras fueron dejadas en el Laboratorio.
- Las muestras fueron elaboradas y curadas por el cliente.
- Las muestras fueron recepcionadas a las 09:15 Hrs. y se mantuvieron en las mismas condiciones hasta su fecha y hora de ensayo.
- El ensayo fue realizado por el Técnico II del Laboratorio: Isidro Barrios Herrera.
- Las muestras se ensayaron utilizando almohadillas de neopreno como material de obturación.
- El servicio fue solicitado por los testistas: Genesis Gonzales Calle, y Ayrton Ampuero Zapana, consignando como correo electrónico prisci24021996@gmail.com.

Está prohibida la reproducción total o parcial del informe de ensayo sin la autorización por escrito del Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concretos y Pavimentos de la Universidad Privada de Tacna

- (Fin del Informe) -





Dr. Oscar Segundo ANGULO SALAS

Jefe del Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concretos y Pavimentos
Universidad Privada de Tacna



4. Informe de ensayos, edad 28 días

| | |
|---|--|
| LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 128 |  INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE - 128 |
|  UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA | FACULTAD DE INGENIERÍA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS |

INFORME DE ENSAYO

Número de Páginas: 2

CÓDIGO 2411-097-2022 COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS NORMA ASTM C39/C39M-21

| | | | |
|-----------------------|---|-------------------------------|--|
| Proyecto (*) : | ADITIVOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA PARA PILOTES EN EL TERMINAL PORTUARIO DE ILO, MOQUEGUA, 2022 | | |
| Cliente (*) : | GONZALES CALLE GENESIS PRISCILA / AMPUERO ZAPANA AYRTON AARON | | |
| RUC/DNI (*) : | 10701628719 | Correo (*) : | priscil24021996@gmail.com |
| | | Telef. / Celular (*) : | 944696820 |
| Fecha de ensayo: | 04/11/2022 | Hora del ensayo: | 17:30 Hrs. |
| Temperatura ambiente: | 23.3 °C | Humedad: | 42.8% |
| | | Fecha de emisión del informe: | 07/11/2022 |
| | | Ensayo realizado en: | Ambiente del Laboratorio de Ensayos especiales con acceso restringido. |

1. TABLA DE DATOS DEL ENSAYO

| N° | CÓDIGO DE LA MUESTRA | FECHA | | EDAD (Días) | MEDIDA | | | CARGA MÁXIMA (kN) | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | TIPO DE FRACTURA (Figura 1) |
|----|----------------------|-------------|------------|-------------|-------------|---------------|-------------------------|-------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------------|
| | | Vaciado (*) | Rotura (*) | | Altura (mm) | Diámetro (mm) | Área (mm ²) | | MPa | kg/cm ² | |
| 1 | 2411-097-M1 | 07/10/2022 | 04/11/2022 | 28 | 203 | 101.50 | 8091 | 534.2 | 28.83 | 294 | Tipo 3 |
| 2 | 2411-097-M2 | 07/10/2022 | 04/11/2022 | 28 | 202 | 101.75 | 8131 | 555.7 | 28.04 | 286 | Tipo 3 |
| 3 | 2411-097-M3 | 07/10/2022 | 04/11/2022 | 28 | 204 | 102.00 | 8171 | 617.8 | 29.22 | 298 | Tipo 3 |
| 4 | 2411-097-M4 | 07/10/2022 | 04/11/2022 | 28 | 199 | 101.75 | 8131 | 489.4 | 26.96 | 275 | Tipo 3 |
| 5 | 2411-097-M5 | 07/10/2022 | 04/11/2022 | 28 | 202 | 101.50 | 8091 | 512.6 | 27.56 | 281 | Tipo 3 |
| 6 | 2411-097-M6 | 07/10/2022 | 04/11/2022 | 28 | 198 | 102.00 | 8171 | 522.9 | 26.77 | 273 | Tipo 3 |
| 7 | 2411-097-M7 | 07/10/2022 | 04/11/2022 | 28 | 205 | 101.25 | 8052 | 734.5 | 34.02 | 347 | Tipo 3 |
| 8 | 2411-097-M8 | 07/10/2022 | 04/11/2022 | 28 | 200 | 101.75 | 8131 | 748.1 | 35.10 | 358 | Tipo 3 |
| 9 | 2411-097-M9 | 07/10/2022 | 04/11/2022 | 28 | 203 | 102.00 | 8171 | 732.5 | 35.40 | 361 | Tipo 3 |
| 10 | 2411-097-M10 | 07/10/2022 | 04/11/2022 | 28 | 198 | 102.25 | 8211 | 692.4 | 27.75 | 283 | Tipo 3 |
| 11 | 2411-097-M11 | 07/10/2022 | 04/11/2022 | 28 | 199 | 102.25 | 8211 | 721.5 | 27.36 | 279 | Tipo 3 |
| 12 | 2411-097-M12 | 07/10/2022 | 04/11/2022 | 28 | 198 | 102.25 | 8211 | 733.7 | 27.45 | 280 | Tipo 3 |
| 13 | 2411-097-M13 | 07/10/2022 | 04/11/2022 | 28 | 205 | 102.00 | 8171 | 934.7 | 38.14 | 389 | Tipo 3 |
| 14 | 2411-097-M14 | 07/10/2022 | 04/11/2022 | 28 | 204 | 101.75 | 8131 | 856.4 | 37.76 | 384 | Tipo 3 |
| 15 | 2411-097-M15 | 07/10/2022 | 04/11/2022 | 28 | 203 | 102.00 | 8171 | 754.3 | 36.48 | 372 | Tipo 3 |
| 16 | 2411-097-M16 | 07/10/2022 | 04/11/2022 | 28 | 230 | 101.75 | 8131 | 458.9 | 39.48 | 402 | Tipo 3 |
| 17 | 2411-097-M17 | 07/10/2022 | 04/11/2022 | 28 | 204 | 102.00 | 8171 | 596.5 | 38.74 | 395 | Tipo 3 |
| 18 | 2411-097-M18 | 07/10/2022 | 04/11/2022 | 28 | 202 | 102.25 | 8211 | 521.9 | 38.93 | 397 | Tipo 3 |

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas



Figura 1. Esquemas de patrones típicos de fractura

2. DE LA IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS

| Código Asignado por el Cliente (*) | Código asignado por el Laboratorio | Fecha de Recepción (**) | Código Asignado por el Cliente (*) | Código asignado por el Laboratorio | Fecha de Recepción (**) |
|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| T-01-A | 2411-097-M1 | 04/11/2022 | T-02-A | 2411-097-M7 | 04/11/2022 |
| T-01-B | 2411-097-M2 | 04/11/2022 | T-02-B | 2411-097-M8 | 04/11/2022 |
| T-01-C | 2411-097-M3 | 04/11/2022 | T-02-C | 2411-097-M9 | 04/11/2022 |
| T-00-A | 2411-097-M4 | 04/11/2022 | T-03-A | 2411-097-M10 | 04/11/2022 |
| T-00-B | 2411-097-M5 | 04/11/2022 | T-03-B | 2411-097-M11 | 04/11/2022 |
| T-00-C | 2411-097-M6 | 04/11/2022 | T-03-C | 2411-097-M12 | 04/11/2022 |

- (fin de página) -



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON
REGISTRO N° LE - 128



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

| Código Asignado por el Cliente (*) | Código asignado por el Laboratorio | Fecha de Recepción (**) | Código Asignado por el Cliente (*) | Código asignado por el Laboratorio | Fecha de Recepción (**) |
|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| T-04-A | 2411-097-M13 | 04/11/2022 | T-05-A | 2411-097-M16 | 04/11/2022 |
| T-04-B | 2411-097-M14 | 04/11/2022 | T-05-B | 2411-097-M17 | 04/11/2022 |
| T-04-C | 2411-097-M15 | 04/11/2022 | T-05-C | 2411-097-M18 | 04/11/2022 |

Observaciones & Consideraciones:

- (*) Datos brindados por el cliente.
- (**) Fecha en la que las muestras fueron dejadas en el Laboratorio.
- Las muestras fueron elaboradas y curadas por el cliente.
- Las muestras fueron recepcionadas a las 10:09 Hrs. y se mantuvieron en las mismas condiciones hasta su fecha y hora de ensayo.
- El ensayo fue realizado por el Técnico II del Laboratorio: Isidro Barrios Herrera.
- Las muestras se ensayaron utilizando almohadillas de neopreno como material de obturación.
- El servicio fue solicitado por los testistas: Genesis Gonzales Calle, y Ayrton Ampuero Zapana, consignando como correo electrónico prisci24021996@gmail.com.

Está prohibida la reproducción total o parcial del informe de ensayo sin la autorización por escrito del Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concretos y Pavimentos de la Universidad Privada de Tacna

- (fin del Informe) -



Dr. Oscar Segundo ANGULO SALAS

Jefe del Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concretos y Pavimentos
Universidad Privada de Tacna



5. Certificado de calibración de prensa



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Certificado de Calibración

LFP - 113 - 2021

Laboratorio de Fuerza y Presión

Página 1 de 4

| | | |
|---------------------------|------------------------------|--|
| Expediente | 1042051 | <p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).</p> <p>La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p> |
| Solicitante | UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA | |
| Dirección | Av. Bolognesi 1177 | |
| Instrumento de Medición | MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL | |
| Intervalo de Indicaciones | 0 kN a 1 500 kN | |
| Resolución | 0,1 kN | |
| Marca | UTEST | |
| Modelo | UTC-4131 | |
| Número de Serie | 18/002116 | |
| Procedencia | TURQUIA | |
| Clase de Exactitud | NO INDICA | |
| Fecha de Calibración | 2021-05-13 | |

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL. Certificados sin firma digital y sello carecen de validez.

| | | |
|--|-------------------------|-----------------------------|
| | Responsable del área | Responsable del laboratorio |
| | | |
| | Dirección de Metrología | Dirección de Metrología |

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú
Tel.: (01) 840-8820 Anexo 1501
Email: metrologia@inacal.gob.pe
Web: www.inacal.gob.pe

Puede verificar el número de certificado en la página:
<https://aplicaciones.inacal.gob.pe/dm/verificar/>