

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS SIKACEM PLASTIFICANTE Y MICROSILICE EN EL ASENTAMIENTO, RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y SUCCIÓN CAPILAR DE UN CONCRETO DE 21 Mpa CON FINES DE CIMENTACION EN LA CIUDAD DE TRUJILLO,2023”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Paul Caleb Fernandez Chacon

Asesor:

Mg. German Sagastegui Vasquez

<https://orcid.org/0000-0003-3182-3352>

Trujillo - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Sheyla Yuliana Cornejo Rodriguez	41639360
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Alberto Ruben Vásquez Diaz	40385695
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Nixon Brayan Peche Melo	70615775
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

TESIS_PAUL_CALEB_FERANDEZ_CHACON.pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	8%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
3	www.repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	formacionestrategica.com Fuente de Internet	1%
5	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	1%
8	idoc.pub Fuente de Internet	1%

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por acompañarme y guiarme en este largo camino, por haberme dado la vida y permitirme haber llegado hasta este momento, a la memoria de mi madre y abuelos, a mi hermana por apoyarme en situaciones que implicaba la universidad.

A todos ellos, Gracias.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, a mis padres y a mi tía Digna por formarme con reglas, pero a la vez con cierta libertad y también por su valioso apoyo a la culminación de mi carrera, a mi asesor el ingeniero German Sagastegui Vásquez por haber aceptado ser mi consultor de tesis y a cada profesor que en su debido tiempo no me negaron sus enseñanzas.

Tabla de contenido

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	10
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	11
1.1. Realidad problemática	11
1.1. Antecedentes de la Investigación	13
1.2. Bases Teóricas	18
1.2. Formulación del problema	32
1.3. Objetivos	32
1.3.1. Objetivo General	32
1.3.2. Objetivo Especifico	32
1.4. Hipótesis	33
1.4.1. Hipótesis General	33
1.4.2. Hipótesis Específica	33
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	34
2.1. Tipo de Investigación	34
2.2. Población y muestra	34
2.2.1. Unidad de Estudio	34
2.2.2. Población	34
2.2.3. Muestra	34

2.3.	Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	37
2.3.1.	Técnica de Recolección de datos	37
2.3.2.	Instrumentos de Recolección de datos	37
2.3.3.	Validación del instrumento de recolección de datos	38
2.3.4.	Técnica de análisis de datos	38
2.3.5.	Instrumentos de Análisis de datos	38
2.4.	Procedimiento	38
2.5.	Aspectos Éticos	45
CAPÍTULO III: RESULTADOS		46
3.1.	Diseño de mezcla	46
3.2.	Propiedades del concreto fresco	47
3.3.	Resistencia a la compresión	48
3.4.	Absortividad del concreto	48
3.5.	Análisis de costos del concreto adicionado	49
3.6.	Análisis estadístico de los resultados	50
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES		53
4.1.	DISCUSIÓN	53
4.1.1.	Granulometría de los agregados	53
4.1.2.	Diseño de mezcla	53
4.1.3.	Asentamiento o slump	54
4.1.4.	Resistencia a la compresión	55
4.1.5.	Absorción del concreto	56
4.1.6.	Implicancias	57
4.1.7.	Limitaciones	57
4.2.	CONCLUSIONES	59
RECOMENDACIONES		62
REFERENCIAS		63
ANEXOS		67

Índice de tablas

Tabla 1. Composición del cemento _____	21
Tabla 2. Tabla de T.M.N. del agregado según el tipo de piedra _____	28
Tabla 3. Resultado de la resistencia a la compresión del antecedente, para el cálculo de la desviación estandar _____	36
Tabla 4. Cálculo del tamaño de la muestra para resistencia a la compresión _____	36
Tabla 5. Resultados de caracterización de agregados _____	46
Tabla 6. Diseño de mezcla del concreto con adiciones _____	46
Tabla 7. Ensayos del concreto en estado fresco _____	47
Tabla 8. Resistencia a la compresión del concreto patrón y con adiciones _____	48
Tabla 9. Prueba de Absorción o succión capilar del concreto _____	48
Tabla 10. Análisis de costos por m ³ de concreto _____	49
Tabla 11. Distribución normal de los resultados de resistencia a la compresión _____	50
Tabla 12. Distribución normal de los resultados de resistencia a la compresión _____	50
Tabla 13. Análisis de la fiabilidad de los resultados de resistencia a la compresión _____	50
Tabla 14. Análisis de la varianza a 07días de la resistencia a la compresión _____	51
Tabla 15. Análisis de la varianza a 14 días de la resistencia a la compresión _____	51
Tabla 15. Análisis de la varianza a 28 días de la resistencia a la compresión _____	51

Índice de figuras

Figura 1. Composición del concreto_____	19
Figura 2. Efecto de la temperatura sobre el cono y sobre la demanda de agua necesaria para variarla_____	29
Figura 3. Procedimiento experimental_____	39

RESUMEN

En la presente investigación se planteó elaborar un concreto con una resistencia diseño de 21 Mpa para la cual se adicionó SikaCem plastificante y Microsíllice Sikafume, con el fin de evaluar cuál de los dos aditivos presenta una mayor incidencia en las propiedades del concreto, el diseño de la investigación fue de tipo cuasi experimental, para el desarrollo se determinó trabajar con adición del 0.4%, 0.6%, 0.8% de SikaCem Plastificante y Sikafume al 4%, 6% y 8% , donde se evaluó el asentamiento , resistencia a la compresión y succión capilar o absorción del concreto; se obtuvo que con el 0.8% de plastificante la trabajabilidad es decir el asentamiento mejora notablemente, se gana una resistencia de 15.35% con respecto al concreto patrón, y se reduce el grado de absorción en casi un 51% por lo que se determinó que este porcentaje es el que presenta los mejores resultados, aparte como se observó el costo de empleo de este aditivo plastificante es menor que el de la microsíllice, llegando a la conclusión que para proteger la estructura o la cimentación , debido a la humedad misma del suelo, se debe reducir la absorción o succión capilar con el fin de evitar el avance de la humedad al elemento de acero.

PALABRAS CLAVES: Concreto, Asentamiento, Resistencia a la compresión, Succión, Humedad.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En la sociedad desde el siglo XIX el cemento destacó como uno de los materiales de mayor uso dentro del sector de la construcción, en la actualidad la (Initiative Sustainability Cement, 2015) nos dice que el concreto (material formado por la mezcla de cemento, agregados, agua y aditivos) es el más utilizado en el mundo y contribuye beneficios a la sociedad tan importantes que sin él muchas de las cosas que vemos cotidianamente no existirían tales como, colegios, hospitales, edificios altos, puentes, túneles, aceras, pavimentos, departamentos. Hoy en día, el concreto con su resistencia, durabilidad y excelente masa térmica es uno de los materiales más eficientes dentro del sector de la construcción.

Debido al desarrollo y al avance tecnológico, las necesidades del concreto con características especiales se ha vuelto relevante en la industria, (Cemento Pacasmayo, 2021) nos dice que, la empresa Pacasmayo ha logrado ampliar el portafolio de soluciones constructivas con productos diferenciados y con alto valor agregado, dentro de sus diferentes categorías tales como; concreto premezclado, prefabricados y soluciones embolsadas, siendo de mayor interés dichas soluciones embolsadas que van desde morteros para tarrajeo y asentado hasta concretos con diferentes niveles de resistencia y usos. El papel de la tecnología está presente tanto en la materia prima como en el proceso de fabricación como, por ejemplo; el uso de cemento y adiciones especiales con aditivos de última generación los cuales brindan al concreto mejorar en sus características de acuerdo a los requerimientos en las construcciones.

El concreto debido a su fácil manera de manejarlo puede acomodarse de muchas formas que lo vuelven más versátil también tiene la capacidad de ser resistente al fuego ya que puede resistir a él se puede decir que para la utilidad que tiene es económico ya

que se puede crear en el mismo sitio donde se lleva a cabo la construcción ya que de esta manera es más fácil de aplicarlo por el personal de trabajo. También se destaca por poseer propiedades especiales como la de la resistencia a la congelación, permeabilidad y hermeticidad lo hacen idóneo para pavimentos ya que tiene una vida y los costos de mantenimiento son económicos (Anguiano & Obed, 2013).

La importancia del concreto en los proyectos de infraestructura radica en su variedad de desarrollo de tecnologías que lo han llevado a límites de alta calidad en su desempeño garantizando los diferentes usos y aplicaciones con la Capacidad de resistir a diferentes condiciones de exposición extremas durante su periodo útil gracias a su gran durabilidad, Es una material local y de alta disponibilidad de los diferentes componentes que puede ser fabricado en cualquier parte del mundo, lo que ayuda a reducir los costos. Sus propiedades estéticas permiten variar e innovar diseños arquitectónicos por su flexibilidad al momento de ejecutar el diseño que se desee (Ceballos, 2016).

En Colombia Ocampo (2015), investigó sobre el uso de aditivos y su influencia en el concreto en sus distintos estados (fresco, semi endurecido y endurecido) , particularmente se dio uso del aditivo Better Mix en dosificaciones de 250 g/m^3 , 300 g/m^3 y 350 g/m^3 y el cemento Argos, Cemex y Holcim , donde se evaluó el asentamiento, rendimiento, contenido de aire por gravimetría, tiempo de fraguado, agrietamiento por contracción plástica, absorción y resistencia a la compresión del concreto, se evaluó el mismo a edades de 1 día, 3 días , 7 días, 28 días y 56 días; en los cuales se observó un aumento en la resistencia a la compresión directamente proporcional a la adición del aditivo Better Mix las cuales estaban en el rango de entre 25,70 Mpa a 32,56 Mpa a la edad de 28 días, observando también que el tipo de

cemento afecta la resistencia puesto con la marca Holcim se observó una resistencias más altas y con menos desviación estándar.

La adición de microsílíce al concreto es un tema de interés en el campo de la ingeniería civil, como se observó en la primera parte de la realidad problemática, es por este motivo que se han realizado variedad de investigaciones que buscan establecer cuál es la influencia de la microsílíce en la características frescas y endurecidas del concreto, A continuación, se presentan los seis estudios que sirven como antecedentes de la presente investigación empírica.

1.1. Antecedentes de la Investigación

Aguilar y Díaz (2022), los cuales buscaron determinar las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia ($f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$) en estado fresco y endurecido de un concreto con adición de microsílíce, aditivo AT62 y superplastificante Ulmén R2020, para lo cual realizaron una investigación del tipo aplicada con un diseño experimental puesto se manipuló la variable independiente; se realizaron 16 diseños en los cuales se aplicó AT62 al 1.00%, 1.15%, 1.20% , se adicionó superplastificante al 0.8%, 1.2% y 1.4% , se adicionó también microsílíce al 6%, 8% y 12% respecto al peso del cemento; obtuvieron los siguientes resultados con la adición de aditivo polifuncional AT 62 al 1.2%, microsílíce al 8% y aditivo superplastificante R2020 al 0.8%, asentamiento de 9" o 23 cm, contenido de aire de 1.9% y resistencia a la compresión de 662 Kg/cm^2 ; en conclusión obtuvieron que el mejor porcentaje de microsílíce fue 8% obteniendo una mejor reducción de los vacíos del concreto, del mismo modo el porcentaje óptimo de aditivo polifuncional AT62 fue de 1.2%, puesto que cumplió con el asentamiento de 23 cm y se obtuvo una mezcla trabajable que no presentó segregación, por último el porcentaje óptimo de superplastificante R2020 fue el 0.8% debido a que redujo el contenido de aire de la mezcla

patron en un 1.9%, genero un asentamiento de 23 cm, una resistencia a la compresión de Kg/cm², todo esto con una trabajabilidad optima y sin presentar segregación ni exudación.

El aporte de esta investigación indica que la Microsílíce tiene un impacto positivo en la resistencia a la compresión, de igual manera al ser una adición en polvo y presentar partículas finas esto hace que la mezcla se vuelva menos trabajable debido a esto es que se optó el uso de un superplastificante, esta tesis nos presenta la forma de aplicación de la Microsílíce y del superplastificante.

Díaz y Terán (2023) en su investigación buscaron comparar las dosificaciones apropiadas para elaborar concreto de alta resistencia ($f'c = 55$ Mpa) utilizando agregados de la cantera Pifo, cemento de la marca Holcim tipo GU, aditivo plastificante Sika N-100, microsílíce de la fundidora FUNDIRECICLAR y microsílíce RHEMAC SF 100; para esto realizaron una investigación del tipo aplicada con un diseño experimental puesto se manipuló la variable independiente; obteniendo los siguientes resultados: Para concretos con plastificante y microsílíce de Fundireciclar se obtuvo un asentamiento menor al patron, una consistencia semi seca, una trabajabilidad regular, una cohesión regular, una disminucion de densidad del concreto, un aumento de la temperatura, asi como una disminuci3n de la resistencia a la compresión; para concretos elaborados con plastificante y microsílíce Rhemac SF 100 se obtuvo un asentamiento menor al patron, una consistencia media, una trabajabilidad buena, una cohesión muy buena, una disminucion de densidad del concreto, un aumento importante de la temperatura, asi como una disminuci3n de la resistencia a la compresión para los porcentajes de 10% y 12.5% y un aumento de la misma para el porcentaje de 15%; en conclusión el concreto con una adición del 3.5% de plastificante Sikament N-100 y un 15% de microsílíce RHEMAC SF-100 del peso

del cemento, fue el que obtuvo un mejor desempeño en la elaboración de un concreto de alta resistencia, puesto que no disminuyó la resistencia a la compresión del concreto, presentó una mejor cohesión y una trabajabilidad aceptable.

El aporte de la investigación nos indica otra manera de aplicar de la microsíllice la cual es por reemplazo del peso del cemento, de igual manera nos muestra que el plastificante es necesario para no perder trabajabilidad solo si es como adición al concreto, esta tesis nos limita los porcentajes a usar y de igual manera nos indica que una gran referencia son los valores establecidos por las fichas técnicas de los productos.

Mejía & Reyes (2022) indicaron que su investigación tiene como objetivo analizar la microsíllice como adición en la mezcla del concreto para reducir la permeabilidad del concreto de alta resistencia, para esto realizaron una investigación del tipo documental con un diseño descriptivo; obteniendo que la penetrabilidad de cloruros se redujo a 7,4 mm con una dosificación de 15% de Microsíllice, la absorción de agua después de inmersión disminuyó a 1.33% con adición de 8% de microsíllice, la porosidad disminuyó a 3.58% con una adición de 8% de microsíllice y la resistencia a la compresión aumentó a 710.70 Kg/cm² con una adición de 10%; finalmente, se concluye que con la microsíllice como adición del cemento de un concreto de alta resistencia disminuye la permeabilidad, obteniendo resultados de baja penetración de ion cloruro, baja penetración de agua, baja porosidad y un aumento en la resistencia a la compresión llegando a ser un concreto de alta resistencia., teniendo como dosificación óptima de microsíllice el 10% y óptima relación de agua cemento de 0.30

El aporte de esta investigación fue indicar una la relación agua cemento para concretos de alta resistencia, de igual manera nos indicó que la microsíllice tiende a mejorar la resistencia a la compresión, del mismo modo las edades de evaluación de

testigos, así como los porcentajes a evaluar cuando se adiciona al concreto y no como reemplazar el cemento por microsílíce.

García (2020) en su investigación analizó cual fue la influencia de la adición de microsílíce en la permeabilidad al agua de un concreto convencional ($f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$), para lo cual realizo una investigación del tipo aplicada con un diseño experimental, puesto que manipulo la variable independiente; teniendo como resultados: Una relación directamente proporcional entre el incremento de microsílíce en la mezcla con la resistencia a la compresión de la misma, en cambio con el asentamiento tuvo una relación inversamente proporcional puesto que mientras más se adicionaba microsílíce menor era el asentamiento obtenido, finalmente se obtuvieron valores de permeabilidad, porosidad, porcentaje de absorción y profundidad de penetración del agua menores a los del concreto patrón; en conclusión la microsílíce adicionada en 3% y 8% del peso del cemento influncian de forma positiva a la mezcla de concreto en la resistencia a la compresión, la permeabilidad, porosidad, porcentaje de absorción así como a la profundidad de penetración del agua y influye negativamente en la trabajabilidad, puesto reduce el asentamiento de la mezcla.

Esta investigación aportó la manera en cómo se desarrolla la microsílíce y el efecto que genera al asentamiento, resistencia a la compresión y permeabilidad, así como la edad de ensayo de los testigos de concreto.

Tello (2019) en su investigación buscó estudiar la influencia del SikaCem plastificante en la resistencia a la compresión de un concreto diseñado a base de concreto reciclado como agregado grueso; la investigación fue del tipo aplicada con un diseño experimental puesto se manipuló el porcentaje de aditivo plastificante que se utilizó; se determinó el peso volumétrico del concreto con aditivo disminuye en

relación al concreto patrón, así también la resistencia a la compresión, el tiempo de fraguado, el asentamiento y la exudación aumentan, esto siempre comparando el concreto patrón con el concreto con plastificante y concreto reciclado; finalmente el investigador concluyó que los concretos realizados con el plastificante SikaCem y reemplazo de agregado natural por agregado de concreto reciclado son viables para su uso estructural, puesto que aumentan un 10% la resistencia a la compresión del concreto patrón y mantiene buenas características en estado fresco.

Esta investigación aportó el comportamiento del plastificante y su aplicación en el concreto, de igual manera se observó que los agregados juegan un papel importante en el cumplimiento para la resistencia diseño.

Rodríguez & Vera (2020) en su investigación buscaron determinar la influencia del SikaCem plastificante en la trabajabilidad y resistencia a la compresión de concretos destinados a la conformación de elementos estructurales en viviendas informales en el distrito de La Esperanza – Trujillo; la investigación fue del tipo aplicada con un diseño experimental por manipulación intencional de la variable independiente, se obtuvieron los siguientes resultados: El asentamiento del concreto con aditivo actuó de manera directamente proporcional con el incremento del mismo, es decir a mayor cantidad de aditivo mayor fue el asentamiento obtenido y la resistencia a la compresión no aumento significativamente con la adición del plastificante, se mantuvo la resistencia en comparación con el concreto patrón; finalmente se concluyó que el concreto elaborado con SikaCem puede ser utilizado en la construcción de viviendas informales en el distrito de La Esperanza, puesto que da una mejor trabajabilidad y mantiene la resistencia a la compresión de un concreto típico $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, la cantidad de aditivo que satisface de mejor manera las

características del concreto y el análisis económico realizado fueron 250 gr por cada bolsa de cemento utilizada en la elaboración de concreto.

Esta investigación aportó los conocimientos de las dosificaciones de plastificante y de igual manera nos advierte que se debe tener un control en el proceso de elaboración del concreto con respecto al agua de mezcla, de igual manera nos indicó también los días de curado del concreto.

En este contexto, el concreto adicionado con plastificantes, superplastificantes y microsílíce, es estudiado de manera empírica obteniendo diferentes resultados, sabiendo esto antes de buscar nuestros propios resultados se vio a bien definir algunos conceptos básicos para la realización del estudio, los cuales se detallan a continuación.

1.2. Bases Teóricas

El concreto

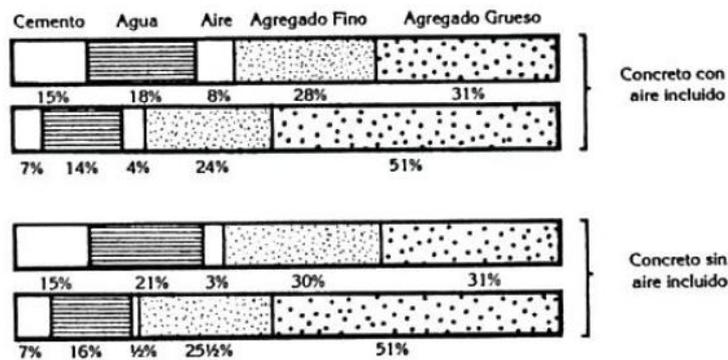
Según Matallana (2019) el termino concreto proviene del inglés concrete y que hace referencia al hormigón el cual se define como “Un material que resulta de la mezcla de agua, arena, grava y cemento o cal, y que al fraguar adquiere más resistencia”. En Latinoamérica se adoptó el término ‘concreto’ por la influencia de los textos estadounidenses que se empleaban para impartir conocimientos acerca del material. Del mismo modo, el concreto se puede considerar una piedra artificial elaborada por el hombre, que la utiliza para la construcción debido a sus propiedades de resistencia.

En la composición del concreto, por lo general encontramos a los agregados finos (arenas) y gruesos (gravas) cuya función principal son la de servir de relleno, además de cemento hidráulico del tipo Portland el cual se vuelve plástico en presencia del agua de la mezcla, en esta reacción del agua con el cemento puede dejar aire

atrapado en la mezcla, la pasta de cemento y agua tiene la finalidad de actuar como aglutinante de los agregados y puzolanas presentes en el cemento. El concreto también puede llevar aditivos, los cuales son sustancias diferentes a los componentes principales del concreto, los cuales se agregan para darle a la mezcla propiedades especiales. (pp. 23)

Figura 1.

Composición del concreto



Nota. Extraído de Diego Sánchez, la imagen hace referencia a la composición del concreto convencional.

El concreto en estado fresco es dócil, es decir permite darle la forma que se desea (columnas, vigas, losas, etc), el grado de docilidad del concreto se denomina ‘trabajabilidad’, siendo esta la propiedad más importante del concreto es estado plástico; al pasar el tiempo la mezcla se transforma en una masa dura que resiste los esfuerzos mecánicos, en especial el de compresión y es duradera frente a las acciones del clima. (pp. 23)

Componentes del concreto

Pasta de cemento y agua

Según Matallana (2019), La pasta que forman el cemento y el agua es el medio cementante que se encarga de unir los agregados, formando una roca artificial, cuyas

características lo hacen aprovechable en la construcción. En estado fresco, da trabajabilidad a la mezcla influyendo así en el fraguado y el desarrollo de la resistencia, del mismo modo al favorecer el fraguado da la posibilidad de realizar los procesos de transporte, colocación, moldeo, compactación y acabados del concreto en obra. En estado sólido, ocupa los vacíos que se generan entre los agregados, así favoreciendo a la baja permeabilidad del mismo, también aporta durabilidad frente a la inclemencia del clima y condiciones especiales que presente el suelo de fundación, finalmente constituye el medio alcalino que protege el acero de refuerzo que lleva en su interior. (pp. 24)

Cemento hidráulico

Según Matallana (2019) el cemento se define como aquel material con características adhesivas y cohesivas, que permiten unir material pétreo (agregados), para dar paso a un material compacto que tiene resistencia y durabilidad propia (concreto). Para la tecnología del concreto los cementos más importantes son: los cementos calcáreos con propiedades hidráulicas, puesto que estos desarrollan sus propiedades en presencia de agua. El cemento constituye entre el 7% y el 15% del volumen total del concreto, esto siempre dependiendo del cemento empleado y también de las propiedades que se quieran lograr en el concreto. Finalmente, el cemento es el componente del concreto más costoso por unidad de peso, por este motivo siempre se busca crear un diseño de mezclas que genere la resistencia requerida empleando la menor cantidad de este material.

El cemento está compuesto por dos materias primas básicas: Calizas y arcillas. Las calizas proporcionan calcio y las arcillas proporcionan sílice y alúmina.

Además contienen pequeñas cantidades de otros materiales los cuales se muestran en la siguiente tabla. *Ver Tabla 1.* (pp. 31-32)

Tabla 1.

Composición del cemento

Óxido componente	Porcentaje Típico	Abreviatura
CaO	60% - 67%	C
SiO₂	17% -25%	S
Al₂O₃	3% - 8%	A
Fe₂O₃	0.5% - 6%	F
SO₃	2% - 3.5%	
MgO	0.3% - 4%	
K₂O y Na₂O	0..3% - 1.2%	

Nota. Extraído de Matallana (2019) el cual indica los componentes principale del cemento.

Del mismo modo Matallana (2019) describe que las materias primas del cemento al interactuar en el horno alcanzan un estado de equilibrio qumico que da paso a la formación del Clinker, creando asi una serie de productos químicos más complejos que le dan las características al cemento . (pp. 37-38)

- a) Silicato Tricálcico ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \rightarrow \text{C}_3\text{S} \rightarrow \text{Alita}$)

Define la resistencia inicial (en la primera semana) y tiene mucha importancia en el calor de hidratación.

- b) Silicato Dicálcico ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{S} \rightarrow \text{Belita}$)

Define la resistencia a largo plazo y tiene incidencia menor en el calor de hidratación.

c) Aluminato Tricálcico ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{C}_3\text{A}$)

Aisladamente no tiene trascendencia en la resistencia, pero con los silicatos condiciona el fraguado violento actuando como catalizados, por lo que es necesario añadir yeso en el proceso (3% - 6%) para controlarlo. Es responsable de la resistencia del cemento a los sulfatos ya que al reaccionar con estos produce Sulfoaluminatos con propiedades expansivas, por lo que hay que limitar su contenido.

d) Aluminio – Ferrito Tetracálcico ($4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{C}_4\text{AF} \rightarrow \text{Celita}$)

Tiene trascendencia en la velocidad de hidratación y secundariamente en el calor de hidratación.

e) Óxido de Magnesio (MgO)

Pese a ser un componente menor, tiene importancia pues para contenidos mayores del 5% trae problemas de expansión en la pasta hidratada y encurecida.

f) Óxidos de Potasio y Sodio (K_2O , $\text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{Alcalis}$)

Tienen importancia para casos especiales de reacciones químicas con ciertos agregados, y los solubles en agua contribuyen a producir eflorescencias con agregados calcáreos.

g) Óxido de Manganeso y Titanio (Mn_2O_3 , TiO_2)

El primero no tiene significación especial en las propiedades del cemento, salvo en su coloración, que tiende a ser marrón si se tienen contenidos mayores del 3%. Se ha observado que en casos donde los contenidos superan el 5% se obtiene disminución de resistencia a largo plazo

El sgundo influye en la resistencia, reduciendola para contenidos superiores a 5%. Para contenidos menores, no tiene mayor trascendencia.
(pp. 37-38)

Tipos de cemento

Según Matallana (2019) los cementos Portland, se fabrican en cinco tipos cuyas propiedades se han normalizado sobre la base de la especificación ASTM C595.

TIPO I: Es el cemento destinado a obras de concreto general, cuando en las mismas no se especifica la utilización de los otros 4 tipos de cemento.

TIPO II: Es el cemento destinado a obras de concreto en general y obras expuestas a la acción moderada de sulfatos o donde se requiere moderado calor de hidratación.

TIPO III: Es el cemento de alta resistencia inicial. El concreto hecho con el cemento tipo III desarrolla una resistencia en tres días igual a la desarrollada en 28 días por concreto hechos con cemento tipo I o tipo II.

TIPO IV: Es el cemento del cual se requiere bajo calor de hidratación.

TIPO V: Es el cemento del cual se requiere alta resistencia a la acción de los sulfatos. Las aplicaciones típicas comprenden las estructuras hidráulicas expuestas a aguas con alto contenido de álcalis y estructuras expuestas al agua de mar. (pp. 42)

Agregados

Matallanos (2019) explica que los agregados son los materiales de relleno que hacen económica la mezcla y mitigan la formación de grietas durante el proceso de

fraguado de la mezcla. Los agregados y el proceso de hidratación de la pasta, permiten desarrollar la resistencia con la edad. (pp.24)

Los agregados conforman entre un 60% y 80% del volumen del concreto y también se pueden definir como una masa de materiales generalmente inertes, constituida por una combinación de agregados naturales o producidos al triturar rocas de mayor tamaño y que usados con la pasta de cemento forman el concreto. (pp. 63).

Agua de mezclado

Según Matallana (2019) el agua de mezclado ocupa aproximadamente un 15% del volumen del concreto, cumpliendo dos funciones fundamentales: Hidratar el cemento para que este desarrolle sus propiedades aglutinantes y proporcionar fluidez a la mezcla (trabajabilidad) en estado fresco. La calidad del agua de mezclado esta determinada por si es capaz de ser consumida por el ser humano, puesto que utilizar agua contaminada afecta la resistencia final del concreto. (pp. 65-66)

Agua de curado

Según Matallana (2019) el agua de curado debe de tener las mismas propiedades del agua de mezclado del concreto, puesto esta agua contribuye a la hidratación del concreto la cual continua por al menos siete días después de la conformación de los elementos de concreto. No se debe de utilizar agua de menor calidad para el curado, puesto que puede modificar el comportamiento de la mezcla endurecida. (pp. 87)

Aditivos del concreto

Según Matallana (2019) los aditivos son productos que dan a la mezcla una amplia gama de usos, como mejorar determinadas características, lograr abaratar costos, ahorro de mano de obra, contrarrestar eventualidades del clima, deficiencias

en la mezcla o desarrollar propiedades especiales según la necesidad. Del mismo modo, nos explica que los aditivos suelen usarse en porcentajes en base al peso del cemento (ppc), que pueden tener presentaciones sólidas (fibras, polvos, etc.) o líquidas, siendo esta última la que mejor se mezcla con el concreto, puesto logra una mezcla homogénea. Así también, el efecto de los aditivos está supeditado a la calidad de los agregados (granulometría, cuantía de finos, contenido de materia orgánica, Etc.), la cantidad de cemento, la temperatura ambiente y de la mezcla, dosis de aditivo usada, tipo de agua de mezcla y empleo de otros materiales. Finalmente, recalca que una mezcla producida con materiales de mala calidad, con una dosificación deficiente o segregación causada durante el transporte, no se corrigen con el uso de aditivos. (pp. 99-100)

Aditivos plastificantes

Según Matallana (2019) los aditivos plastificantes reducen la cantidad de agua de mezclado entre un 5% al 10% manteniendo la trabajabilidad y consistencia, en determinados se pueden obtener mezclas más trabajables manteniendo la cantidad de agua de mezclado, en este caso el aditivo funcionaría como plastificante. El aditivo funciona ionizando (cargando negativamente) los granos de cemento, haciendo así que la mezcla sea más dócil en estado fresco; este efecto es temporal y depende de la dosis aplicada y del tipo de cemento empleado.

Del mismo modo, algunos aditivos plastificantes pueden: Retardar el tiempo de fraguado e incorporar aire a la mezcla. El uso de plastificantes en su gran mayoría aumenta la resistencia a la compresión, siempre y cuando la cantidad de cemento y el asentamiento se mantengan constante (solo quitando agua a la mezcla). La efectividad del aditivo plastificante varía dependiendo de la composición del cemento, funciona de mejor manera en cementos con bajo contenido de aluminato

tricálcico y elevado contenido de puzolanas. Los aditivos plastificantes también generan una disminución de la permeabilidad del concreto lo que genera una ganancia en durabilidad (puesto que, al haber menos cantidad de agua, hay menos poros en el concreto).

Finalmente, los factores que intervienen en la efectividad de los aditivos plastificantes son: La cantidad de agua de la mezcla, el contenido de cemento, el tipo de agregados, la temperatura y la cantidad de aire atrapada en la mezcla. Se recomienda asesoría por parte del fabricante para las situaciones particulares donde se requieran ensayos previos. (pp. 100-101)

Humo de sílice o microsílíce

Según Matallana (2019), el humo de sílice es un subproducto de la industria férrea, es el hollín que se adhiere en las mangas de filtrado de los gases producidos en la elaboración de ferro sílice, cuyos granos son tan finos que es difícil su manipulación, aunque también pueden encontrarse mezclados con agua en una proporción 1:1, en peso.

La microsílíce es un material rico en sílice amorfa cuyo contenido supera normalmente el 90% de su peso, tiene un tamaño promedio de 0.16 μm (unas 100 veces más pequeñas que las partículas de cemento), es de forma esférica con una densidad de 2,200 Kg/m^3 , por su generar una baja permeabilidad y altas resistencias es utilizado en concretos denominados de alto desempeño.

Finalmente, la adición de humo de sílice al concreto exige la utilización de aditivos plastificantes o super plastificantes, puesto que afecta la trabajabilidad de la mezcla; generalmente el humo de sílice se utiliza en porcentajes que no superan el 15% del peso del cemento. En conclusión, el uso del humo de sílice puede llegar a general concreto con una resistencia a la compresión de 1,200 Kg/cm^2 , ayudan a

disminuir la permeabilidad del concreto y aumentan la resistencia a los ataques químicos que pueda sufrir el concreto, generando así un concreto de alto desempeño ideal para algunas aplicaciones industriales. (pp. 39)

Propiedades del concreto en estado fresco

Matallana (2019) explica que la tendencia actual, cuando se hace referencia al concreto en estado fresco, es hablar de la “Reología”, parte de la física que estudia la viscosidad, la plasticidad, la elasticidad y en general el flujo de la mezcla. Sin embargo, dada la composición del concreto es difícil establecer un método exacto para predecir su flujo; por esta razón generalmente se hace referencia a la trabajabilidad como medida estándar del concreto fresco, lo que en cierta medida contempla la reología del concreto. (pp. 107)

Trabajabilidad del concreto

Según Matallana (2019) la manejabilidad o trabajabilidad del concreto se puede definir como el grado de docilidad con que tiene la mezcla a ser elaborado, transportado, colocado, compactado y terminado, sin que pierda su homogeneidad (presente exudación y segregación).

Del mismo modo explica que la trabajabilidad es una combinación de muchas propiedades, tales como: La compactabilidad, que es la facilidad con la cual aire atrapado en la mezcla puede ser expulsado; la movilidad, es la facilidad con la que la mezcla puede fluir en el encofrado y sobre el acero de refuerzo; la cohesividad, que es la resistencia de la mezcla a presentar exudación y segregación; la consistencia, que es el grado de humedad, sequedad o fluidez de la mezcla; finalmente la plasticidad, que es la propiedad del concreto de ser moldeado y cambiar de forma lentamente cuando es colocado en estado fresco.

Factores que afectan la trabajabilidad

Según Matallana (2019) los factores que mas importantes que afectan a la trabajabilidad del concreto son: La cantidad del agua de mezclado, la gradación forma y textura superficial de los agregados, contenido de aire, el uso de aditivos reductores de agua y la relación arena / agregado total que presenta el concreto, para observar esto ultimo se coloca la *Tabla 2*, que se muestra a continuacion. (pp. 108)

Tabla 2.

Tabla de T.M.N. del agregado según el tipo de piedra

Contenido aproximado de agua para diferentes revenimientos y tamaños máximos de agregado basado parcialmente en la propuesta de la National Agregates Association de los Estados Unidos						
Tamaño Máximo de Agregado	Contenido de agua en el concreto					
	Revenimiento de 2.5 a 5 cm		Revenimiento de 7.5 a 10 cm		Revenimiento de 15 a 17.5 cm	
	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular
mm	Kg/m ³	Kg/m ³	Kg/m ³	Kg/m ³	Kg/m ³	Kg/m ³
9.5	185	210	200	225	220	250
12.7	175	200	195	215	210	235
19.0	165	190	185	205	200	220
25.4	155	175	175	200	195	210
38.1	150	165	165	185	185	200
50.8	140	160	160	180	170	185
76.2	135	155	155	170	165	180

Nota. Adaptado de Matallana (2019)

Ensayos del concreto en estado fresco

Asentamiento o slump

Matallana (2019) medir la manejabilidad en una mezcla es muy difícil, puesto que actúan sobre ella muchos factores; aunque todavía no se ha creado una prueba admisible con la que medir directamente la manejabilidad se han establecido procedimientos que proporcionan información útil sobre la manejabilidad de la

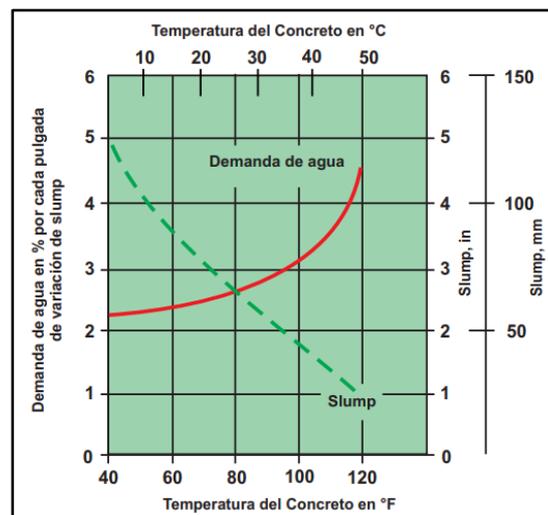
mezcla. Uno de estos procedimientos es la prueba de asentamiento, revenimiento, slump o cono de Abrams; la cual es la más utilizada a nivel mundial, puesto que mide la consistencia o grado de humedad de una mezcla de concreto fresco, esta prueba esta normada mediante la N.T.P. 339.035 o A.S.T.M C 143. (pp. 108)

Temperatura de la mezcla fresca

Matallana (2019) nos indica que la temperatura ambiente impacta en la resistencia y la trabajabilidad del concreto, un clima por debajo de los 10°C produce concretos con una hidratación lenta, ocasionando retrasos en los tiempos de fraguado y adquisición de resistencia; por otro lado climas con una temperatura mayor de 30 °C producen concretos con mayores resistencias iniciales, menos trabajables (por la evaporación acelerada de agua de mezclado) y con una resistencia final baja debido a la formación de granos con estructuras hidratadas muy pobres y pastas mas porosas; esta prueba esta normada mediante la N.T.P. 339.184 o A.S.T.M. C 1064. La *Figura 2* nos muestra el efecto de la temperatura sobre el asentamiento y la demanda de agua de mezclado. (pp. 118)

Figura 2.

Efecto de la temperatura sobre el cono y sobre la demanda de agua necesaria para variarla



Nota. Extraído de Matallana (2019).

Peso unitario de la mezcla fresca (densidad)

Matallana (2019) define a la densidad del concreto como la masa por unidad de volumen; la cual depende de la masa y proporción de cada uno de los elementos que componen el concreto. Para concretos de densidad normal el valor de la densidad se encuentra entre 2,000 Kg/m³ y 2,600 Kg/m³; para concretos livianos entre 1,440 Kg/m³, y 1,840 Kg/m³ y para concreto pesados la densidad debe de ser mayor que 2,600 Kg/m³. Finalmente, la densidad del concreto si la mezcla está en estado fresco o endurecido, puesto el valor que se obtiene al ensayar el concreto en estado fresco es aproximadamente 7% mayor que el obtenido en estado sólido. La normativa que rige este ensayo es la N.T.P. 339.046 o A.S.T.M. C 138. (pp. 133)

Propiedades del concreto en estado endurecido

Permeabilidad del concreto endurecido

Matallana (2019) la permeabilidad es uno de los factores fundamentales que determinan la durabilidad del concreto, puesto que se genera la posibilidad de que agentes nocivos para el concreto y el acero de refuerzo tengan acceso al interior del concreto.

La permeabilidad del concreto frente al agua es un factor fundamental en estructuras que retienen este líquido (cisternas, piscinas, pozas de oxidación, etc.). La permeabilidad del concreto frente al agua depende de los siguientes factores: La permeabilidad de la pasta cemento – agua, la cual esta afectada por la relación agua/cemento, el nivel de hidratación del cemento y el la intensidad y tiempo del curado húmedo; la permeabilidad de los agregados, puesto que mientras más porosos los agregados hay más espacios por donde el agua puede filtrarse al interior del concreto; la granulometría de los agregados, puesto que si falta algún tamaño en la

granulometría de la mezcla esta puede generar vacíos por donde se puede filtrar el agua y la compactación del concreto, puesto que una mala compactación de la mezcla fresca genera aire atrapado el cual causa poros en el concreto endurecido, en los cuales pueda penetrar el agua. (pp. 125)

Finalmente, en la presente investigación se utilizó el ensayo de succión capilar N.T.P. 339.232 o ASTM C 1585 para medir la permeabilidad del concreto adicionado con microsílíce y aditivo acelerante.

Resistencia a la compresión

Matallana (2019) nos indica que la resistencia de un material es la capacidad que este tiene para resistir esfuerzos sin fallar; aplicado al concreto la resistencia esta relacionada al máximo esfuerzo obtenido al momento de causar una fractura en el mismo; el concreto en particular es muy resistente a los esfuerzos de compresión, es por esto que la resistencia a la compresión se utiliza para diseñar el concreto y llevar el control de calidad del mismo.

La resistencia a la compresión, es el esfuerzo de falla del concreto, medido como el promedio de mínimo dos cilindros de 150 mm de diametro o tres cilindros de 100 mm de diametro, determinado a una edad de 28 días o menos. El ensayo de resistencia a la compresión del concreto esta normado mediante la N.T.P 339. 033 o A.S.T.M. C 39.

Finalmente, la resistencia del concreto al corte y a la tracción es pobre comparado a la resistencia que este presenta a la compresión, deficiencia que se supera introduciendo acero de refuerzo, realizando así concreto reforzado el cual tiene una alta resistencia a la compresión, proporcionada por el concreto, y una alta resistencia a la tracción y al corte proporcionada por el acero de refuerzo. (pp. 116)

1.2. Formulación del problema

¿De qué manera influye el SikaCem Plastificante y la microsílíce en el asentamiento, resistencia a la compresión y succión capilar de un concreto de 21 Mpa con fines de cimentación en la ciudad de Trujillo,2023?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Evaluar la influencia de los aditivos SikaCem plastificante y microsílíce SikaFume en el asentamiento, resistencia a la compresión y succión capilar de un concreto de 21 Mpa con fines de cimentación en la ciudad de Trujillo,2023.

1.3.2. Objetivo Especifico

- Elaborar los diseños de mezcla del concreto patrón y de las dosificaciones porcentuales de los aditivos SikaCem plastificante y microsílíce SikaFume.
- Evaluar la influencia del SikaCem plastificante en el asentamiento, resistencia a la compresión y succión capilar de un concreto de 21 Mpa con fines de cimentación.
- Evaluar la influencia de la microsílíce SikaFume en el asentamiento, resistencia a la compresión y succión capilar de un concreto de 21 Mpa con fines de cimentación en la ciudad de Trujillo 2023
- Determinar el óptimo diseño de mezcla con el cual las propiedades de asentamiento, resistencia a la compresión y succión capilar se vean mejoradas con respecto a grupo de control.
- Elaborar el costo por m³ de concreto patrón y de las dosificaciones porcentuales de los aditivos SikaCem Plastificante y microsílíce SikaFume.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis General

La adición del SikaCem plastificante y microsílíce como adición en el concreto presentarán un impacto positivo en el asentamiento, resistencia a la compresión y succión capilar del concreto de 21 Mpa con fines de cimentación en Trujillo 2023.

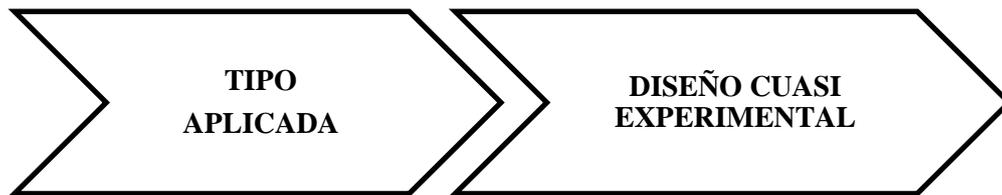
1.4.2. Hipótesis Específica

- La adición del SikaCem plastificante tendrá un impacto positivo en el asentamiento del concreto de 21 Mpa con fines de cimentación en Trujillo, 2023.
- La adición del SikaCem plastificante tendrá un impacto positivo en la resistencia a la compresión del concreto de 21 Mpa con fines de cimentación en Trujillo, 2023.
- La adición del SikaCem plastificante tendrá un impacto positivo en la succión capilar del concreto de 21 Mpa con fines de cimentación en Trujillo, 2023.
- La adición de la microsílíce tendrá un impacto positivo en el asentamiento del concreto de 21 Mpa con fines de cimentación en Trujillo, 2023.
- La adición de la microsílíce tendrá un impacto positivo en la resistencia a la compresión del concreto de 21 Mpa con fines de cimentación en Trujillo, 2023.
- La adición de la microsílíce tendrá un impacto positivo en la succión capilar del concreto de 21 Mpa con fines de cimentación en Trujillo, 2023.
- El costo por m³ se verá afectado por el uso del plastificante y microsílíce teniéndose en cuenta el costo beneficio en la elaboración de un concreto de 21 Mpa con fines de cimentación en Trujillo, 2023.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo de Investigación

Basándonos en Ramos (2021) la presente investigación es de tipo aplicada con un diseño cuasi experimental, la cual se caracteriza por tener un grupo de control y uno o varios grupos a los cuales se les manipula la variable independiente para generar impacto sobre una variable dependiente. (pp.2)



2.2. Población y muestra

2.2.1. Unidad de Estudio

La unidad de estudio para esta investigación son las probetas cilíndricas de (20x10 cm) de concreto con un $f'c = 21$ Mpa del grupo control y las con adiciones de SikaCem plastificante y microsílíce SikaFume elaboradas en la ciudad de Trujillo, 2023.

2.2.2. Población

Para la presente investigación se emplearán todas las probetas de concreto elaboradas para las pruebas mecánicas las cuales son resistencia a la compresión y succión capilar las cuales se someterán a ensayos a edades de curado de 7 días, 14 días y 28 días.

2.2.3. Muestra

La muestra se define como una función básica la cual es determinar que parte de la realidad del estudio debe examinarse con la finalidad de hacer

inferencias; el muestreo estadístico es un enfoque sistemático que se refiere al proceso de selección de los elementos de una población.

Para la presente investigación se calculó el tamaño de la muestra de acuerdo a lo expuesto por Rubio (2014) donde nos presentan el siguiente cálculo para hallar la muestra:

La muestra de la presente investigación se obtendrá mediante el muestreo probabilístico, corresponde a la siguiente fórmula:

$$n_0 = \frac{z^2 S^2}{E^2}$$

Donde:

- N_0 = Tamaño de la muestra
- Z = Valor en base al nivel de confianza
- S = Desviación estándar de la variable de estudio
- E = Porcentaje de precisión o error

El valor de la desviación estándar se calcula en base a investigaciones previas realizadas bajo las mismas condiciones de estudio de las variables, para este sentido se realizó el cálculo de la desviación estándar basándonos en la investigación realizada por Aguilar y Diaz (2022) puesto que ensaya concretos en 3 edades distintas y cumple con la condición de investigación realizada bajo las mismas condiciones de estudio de variable.

Tabla 3.

Resultado de la resistencia a la compresión del antecedente, para el cálculo de la desviación estándar

Dosificación	Edad del concreto	Resistencia a la compresión promedio
Patrón	3	352 kg/cm ²
	14	411 kg/cm ²
	28	484 kg/cm ²
6% Microsílíce	3	396 kg/cm ²
	14	444 kg/cm ²
	28	507 kg/cm ²
600 g/m³	3	350 kg/cm ²
	14	430 kg/cm ²
	28	487 kg/cm ²

Nota. Extraído de Aguilar & Diaz (2022), para realizar el cálculo de la desviación estándar (S) de la fórmula para obtener el número de muestras por edad y porcentaje de aditivo.

Z = El nivel de confianza para esta investigación será de 95% (1.96)

S = La desviación estándar será de 57.32, tomada de los resultados de la Tabla 3 de la resistencia a la compresión del antecedente.

E= Error del muestreo (50.27)

n_0 = Tamaño de la muestra.

$$n_0 = \frac{(1.96)^2(57.32)^2}{(50.27)^2} = 4.99 \approx 05 \text{ Probeta por grupo}$$

Se realizaron 05 probetas para cada edad de estudio y para cada porcentaje de adición de microsílíce y plastificante; del mismo modo se elaboraron 14 testigos con el fin de realizar el ensayo de succión, haciendo un total de 119 especímenes.

Tabla 4.
Cálculo del tamaño de la muestra para resistencia a la compresión

	7 días	14 días	28 días
Patrón	5	5	5
SikaCem plastificante 0.8%	5	5	5
SikaCem plastificante 1.0%	5	5	5
SikaCem plastificante 1.2%	5	5	5
4% de Microsílíce	5	5	5
6% de Microsílíce	5	5	5
8% de Microsílíce	5	5	5
Número de probetas	35	35	35

Nota. Se realizó la cantidad de muestra, se evaluará la resistencia a la compresión a edades de 7 días, 14 días y 28 días, se realizarán 105 probetas para el ensayo de la resistencia a la compresión y 14 probetas más para análisis de succión capilar. Teniendo un total de 119 probetas a elaborar.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Técnica de Recolección de datos

Según Rubio (2014) nos dice que las técnicas de recolección de datos permiten la obtención sistemática de información acerca de los objetos de estudio y de su entorno, debido a esto es que la recolección de datos debe ser sistemática; la técnica que se empleará en la presente investigación es la observación puesto que se tomará data de los valores dados por los ensayos, los valores dados por la caracterización de los agregados. *Ver Anexo I*

2.3.2. Instrumentos de Recolección de datos

Según Rubio (2014) nos dice que un instrumento de recolección de datos es en principio cualquier recurso del cual pueda valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información; para la

presente investigación se empleará la guía de observación, la cual es el instrumento donde se registran los datos de la investigación, se utilizarán guías de observación con el fin de recolectar la información obtenida por la observación. *Ver Anexo I*

2.3.3. Validación del instrumento de recolección de datos

Para la validación de la guía de observación en este caso el especialista del laboratorio colegiado y habilitado certifica la veracidad de los datos obtenidos. *Ver Anexo I*

2.3.4. Técnica de análisis de datos

Se realizará mediante la prueba estadística Análisis de la varianza para el cual se debe cumplir ciertos criterios para la aplicación de dicha prueba estadística, se realizará la distribución normal, la confiabilidad de los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión.

2.3.5. Instrumentos de Análisis de datos

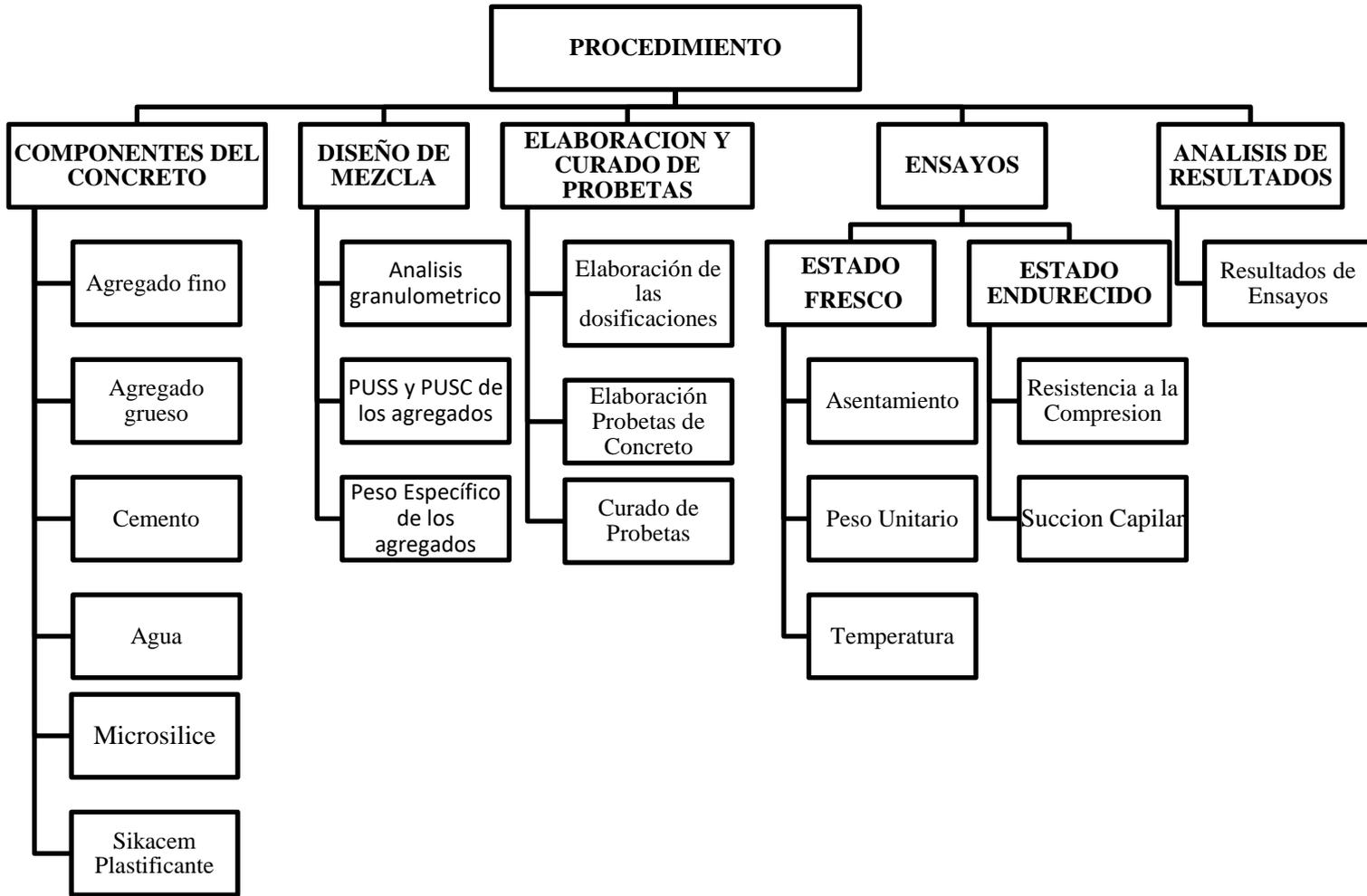
Los instrumentos a utilizar para la presente investigación son, hojas de cálculo de Excel, Microsoft Word, IBM Statics SSPS26.

2.4. Procedimiento

Se estableció el punto de investigación para evaluar cómo influye el aditivo SikaCem plastificante y la microsílíce, ya que ambos por los antecedente se observó que reducen la permeabilidad, y en algunos casos genera una ganancia en la resistencia la compresión, por lo que procedimiento parte desde la elección de la cantera de donde se extrajo el material, se procedió a realizar los ensayos de muestreo y caracterización de los agregados para finalmente realizar los diseño de mezcla y la elaboración de las muestras o probetas cilíndricas.

Figura 3

Procedimiento de la investigación



Nota. En la figura se detalla de manera ordenada el procedimiento que se siguió para la elaboración de esta investigación.

2.4.1. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global

Se realizó el análisis granulométrico de los agregados siguiendo lo indicado en la norma técnica peruana NTP 400.012; una vez que se obtuvo la muestra del agregado se procedió a realizar el secado de la muestra la cual para agregado grueso fue de aproximadamente 2 kg y para el agregado fino de 1 kg, para el secado se colocó en el horno a una temperatura de 110 °C por 24 horas, se dejó enfriar y realizó el análisis granulométrico, para ello se utilizó mallas de diferentes aberturas

con el fin de cumplir con lo establecido en la norma, las mallas a usar fueron la 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", Nro. 4, Nro. 8, Nro.16, Nro. 30, Nro. 50, Nro. 100 , Nro. 200 , fondo; para el desarrollo del ensayo se procedió a realizar el tamizado y registrar los pesos retenidos en cada malla, observándose también en el caso del agregado grueso la malla que obtiene el primer peso retenido puesto , que ese dato sirvió para determinar el tamaño máximo nominal del agregado, para el agregado fino se determinó el módulo de finura, observándose que el valor debe estar en 2.3 a 3.1 para considerar como si fuese un agregado aceptable, posteriormente se procedió a graficar las curvas granulométricas para las cuales en el caso de agregado grueso se debe determinar de acuerdo al tamaño máximo nominal el huso granulométrico que presenta, de acuerdo a eso se establecen los valores máximos y mínimos del para dicha curva, con respecto al agregado fino la curva está delimitada por los valores dados por la norma técnica peruana una vez establecido todos estos valores, se registró en la guía de observación.

2.4.2. Peso unitario de suelto y compactado

El peso unitario seco suelto y compactado de los agregados se realizó con los lineamientos dados por la norma técnica peruana NTP 400.017, se tomó una muestra representativa, la cual fue dos veces la cantidad del molde en la cual se realizó los ensayos, dicho molde debe estar previamente calibrado, para el proceso del peso unitario suelto se procedió a dejar caer el material dentro del molde hasta llenarlo, se enrazó la superficie con una varilla de 5/8 de pulgadas lisa, para finalmente pesar el molde con la muestra, se registró el peso , este procedimiento se realizó tanto para el agregado grueso y agregado fino.

Para el peso unitario seco compactado de los agregados se realizó, de la misma manera solo que el llenado del recipiente se realizó en 03 capas donde se compactó 25 golpes con una varilla de 5/8” por cada capa donde se registró el peso del molde y la muestra compacta tanto del agregado grueso como del agregado fino, el valor obtenido se reportó en kg/m^3 .

2.4.3. Peso Específico y Absorción del agregado grueso

El ensayo de peso específico y absorción se realizó siguiendo la normativa NTP 400.021, para el proceso se empezó por saturar el agregado grueso por un lapso de 24 horas, una vez que se cumplió con el proceso de saturación se retiró del agua y se procedió a realizar el cálculo de la muestra saturada superficialmente seco para lo cual se retiró el exceso de humedad mediante unos paños absorbente este proceso se realizó hasta que la piedra pierda su brillo exterior y finalmente se registra el peso, con esta misma muestra se procedió a realizar el peso sumergido para lo cual se empleó una balanza y una canastilla sumergida a fin de determinar su peso sumergido. Esto nos permite conocer el empuje relacionado al volumen que tiene el agregado. Una vez sumergido el agregado dentro de la canastilla, se registra su peso, finalmente se retiró de la canastilla y se procedió a llevar al horno para su secado por 24 horas y al finalizar se registró el peso seco.

2.4.4. Peso específico y absorción del agregado fino

Se realizó siguiendo la normativa NTP 400.022 para lo cual se procedió a saturar la muestra del agregado fino por 24 horas, una vez saturado se procedió a retirar el exceso de agua para poder realizar lo que es el proceso del peso saturado superficialmente seco para ello, se llevó el agregado fino a una estufa, para corroborar dicha condición se realizó la prueba del cono trunco para el cual se vertió

la muestra saturada superficialmente seca dentro del cono y se apisonó 25 veces, observándose un desmoronamiento lateral lo cual indicó que se alcanzó dicha condición , de esa muestra se tomó 500 gramos de agregado fino para el cual se procedió a pesar una fiola, la fiola más los 500 gramos de muestra y finalmente la fiola con la muestra y el agua , se realizó la liberación o eliminación e las burbujas de aire dentro de la fiola y se dejó a decantar el material , se registró el peso y finalmente se vertió la muestra con el agua a un molde el cual se llevó al horno por un tiempo de 24 horas para que finalmente se registre el peso de la muestra seca.

2.4.5. Contenido de Humedad

Se realizó el ensayo de contenido de humedad según la NTP 339.185, para esto se registró el peso de la muestra natural obtenida de la cantera tanto del agregado grueso como agregado fino, se introdujo al horno con una temperatura de 110 °C por un tiempo de 24 horas, pasado este tiempo se procedió a retirar las muestras del horno y se dejó enfriar y se procedió a pesar la muestra seca de ambos agregados.

2.4.6. Diseño de mezclas de concreto

Una vez realizado todo el proceso de la caracterización de agregado se procedió a realizar el diseño de mezcla con las características obtenidas en el análisis de contenido de humedad, absorción , peso unitario compactado, peso específico, el método empleado para el diseño de mezcla fue el del ACI 211 para el cual se empleó un concreto de 21 Mpa como indica el procedimiento del diseño ACI 211 hay que brindarle un factor de seguridad en este caso como el valor de la resistencia de diseño es menor a 35 Mpa solo se le adiciona 8.4 Mpa , una vez determinado la resistencia del concreto requerida se procede a cálculo de la relación agua-cemento, se establece el revenimiento y el tamaño máximo nominal del agregado para finalmente con los

datos obtenidos del peso unitario y peso específico se determinó los volúmenes y pesos de los agregados diseñando para un metro cubico de concreto, finalmente establecido los valores se aplicó las correcciones por humedad y absorción para finalmente determinar las proporciones que ocupan dentro de un metro cubico de concreto.

2.4.7. Asentamiento o Slump del concreto

El ensayo de asentamiento se realizó siguiendo lo indicado en la norma NTP 339.035 , se procedió a realizar la mezcla del concreto una vez se vertió el concreto en el buggie, una vez realizado este proceso se realizó la prueba del cono de Abrams el cual se vertió en 03 capas para lo cual cada capa se compacto con una varilla de 5/8 dando 25 golpes para cada capa, una vez enrasada compactada la última capa se procedió a retirar el sobrante y se retiró el cono de manera vertical , una vez retirada se procedió a medir la diferencia de alturas para determinar el asentamiento del concreto.

2.4.8. Peso Unitario del concreto

Una vez elaborado el concreto, en un molde debidamente calibrando y conociendo ya su volumen, se procedió a verter el concreto en 03 capas donde cada capa se le varilló 25 veces y con un martillo de goma se procedió a dar golpes 15 en total en el contorno del molde, este proceso se repitió en todas las capas, finalmente se procedió a enrasar la superficie del molde quitando los excesos para finamente registrar el peso.

2.4.9. Temperatura del concreto

Se realizó siguiendo la normativa NTP 339.184, para la cual se consideró desarrollarlo dentro del molde de peso unitario puesto que la norma indica que la

aguja de temperatura debe estar al menos 3 pulgadas dentro del concreto y de igual manera de los costados del molde, una vez establecido esto, se realizó el control dejando 1 o 2 minutos dependiendo la lectura sea estable en caso contrario hasta que el valor de la temperatura se mantenga, se recomienda trabajar o tener cuidado cuando los valores sobrepasen los 30°C, puesto que esto podría ocasionar fisuración en el concreto.

2.4.10. Resistencia a la compresión de moldes de Probetas Cilíndricas

Se realizó siguiendo lo estipulado en la norma NTP 339.034 para el cual se aplicó en los días de curado correspondiente siendo estos 07, 14 y 28 días de donde se les retiro de la poza de curado, para proceder con la rotura se empleó una prensa de concreto de capacidad de carga de 100000 kN marca Técnicas modelo TCP341 con serie 747 con certificado de Calibración MT-LF-280-2023.

2.4.11 Ensayo de Succión del concreto

El ensayo se encuentra normado por la ASTM C1585 Método de prueba estándar para la medición de la tasa de absorción de agua para hormigones de cemento hidráulico.

- Este ensayo consistió en colocar muestras de concreto (de cada diseño de mezcla realizado) de 5 centímetros de altura, para lo cual se cortaron los especímenes con un disco para concreto. Obtenidos los especímenes de concreto se proceden a secar al horno por un periodo de 24 horas a 110°C.
- Una vez secados los especímenes se procede a impermeabilizar el perímetro de los cilindros, ya sea con pintura impermeabilizante o con cinta adhesiva. A fin de evitar que ocurran afectaciones de agua derivado de la superficie, solo se deja libre la cara inferior que estará en contacto directo con el agua.

- Se colocan los especímenes sobre una superficie nivelada dentro de una bandeja, se procede a pesar las masas de cada muestra en condición, para posteriormente sumergirlas en agua a una altura de 3mm de agua, para posteriormente tomar datos de peso en intervalos de tiempo controlados, que permitan graficar la capacidad de succión versus la raíz cuadrada del tiempo de medida.
- Para este ensayo se consideraron toma de datos para 1 min, 5 min, 10 min, 20 min, 30 min, 1 hora, 2 horas, 3, 6, 24, 48, 72 y 96 horas, para cada intervalo se registró el peso. Para los cálculos de capacidad de succión y velocidad de succión se determinaron con las siguientes ecuaciones:

$$\text{Capacidad de succión } \left(\frac{g}{m^2}\right) = \frac{M_{\text{húmeda para cada intervalo}} - M_{\text{inicial}}}{\text{Área}_{\text{sección transversal}}}$$

$$\text{Velocidad de succión } \left(\frac{g}{m^2 \cdot s^{1/2}}\right) = \frac{M_{\text{húmeda para cada intervalo}} - M_{\text{inicial}}}{\text{Tiempo}^{1/2} \text{ Área}_{\text{sección transversal}}}$$

2.5. Aspectos Éticos

La investigación se realizó siguiendo el “Código de ética para la investigación científica en U.P.N” y el “Código nacional de integridad científica” del CONCYTEC, los cuales nos brindan las pautas para realizar una investigación que respeta los derechos de autor y la metodología de investigación científica. Los resultados obtenidos en la presente investigación son veraces puesto que se realizaron siguiendo la normativa nacional e internacional, los códigos de ética antes mencionados y la instrucción de profesionales capacitados.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Diseño de mezcla

Para realizar un correcto diseño de mezcla se procedió a caracterizar los agregados a utilizar en el mismo (Ver Tabla 5), una vez con estos valores y sabiendo las características del cemento a utilizar se procedió a realizar el diseño de mezcla utilizando el método de la combinación de agregados, al cual se le adicionó el aditivo plastificante SikaCem 0.4%, 0.6% y 0.8% y microsílíce SikaFume 4%, 6% y 8% como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 5.

Resultados de caracterización de agregados

Caracterización de Agregados					
Material	Módulo de finura	Peso específico (Kg/m ³)	Peso Unitario Compactado (Kg/m ³)	Absorción (%)	Contenido de Humedad (%)
Agregado Grueso	5.85	2,650	1,560	1.55	0.60
Agregado Fino	2.75	2,710	1,800	1.54	1.56

Nota. Se realizó la caracterización de los agregados donde se obtuvo los siguientes valores, los ensayos se realizaron de acuerdo a lo estipulado en la N.T.P. 400.012, en cuanto al módulo de finura de agregado grueso es un dato necesario puesto que el método que se empleó para el diseño de mezcla, lo requiere para el cálculo.

Tabla 6.

Diseño de mezcla del concreto con adiciones

Diseño de mezcla (30 L)	Patrón	Plast. 0.4%	Plast. 0.6%	Plast. 0.8%	Sikafume 4%	Sikafume 6%	Sikafume 8%
Cemento (kg)	10.83	10.83	10.83	10.83	11.13	11.13	11.13
Agua (L)	6.39	6.39	6.39	6.39	6.83	6.96	7.09
A.Grueso(kg)	27.31	27.31	27.31	27.31	26.36	26.07	25.79

A. Fino (kg)	24.86	24.86	24.86	24.86	23.99	23.99	23.48
SikaCem(L)	-	0.043	0.065	0.087	-	-	
SikaFume (kg)	-	-	-	-	0.45	0.67	0.89
Pesos kg/m³	2317	2318	2319	2319	2319	2289	2283

Nota. Diseños de mezclas obtenidos para cada tipo de concreto que se fabricó, los pesos de los aditivos están en base al peso del cemento de la mezcla.

3.2. Propiedades del concreto fresco

Se realizó el control de calidad del concreto en estado fresco, teniendo como prueba principal el asentamiento del mismo, puesto que al adicionar un plastificantes (SikaCem) y microsílíce (SikaFume) se espera un aumento y disminución del mismo respectivamente; los ensayos complementarios fueron el peso unitario compactado y la temperatura de la mezcla fresca Ver Tabla 7.

Tabla 7,

Ensayos del concreto en estado fresco

Diseño de Mezcla	Asentamiento (pulgadas)	Temperatura (°C)	P.U.C. (Kg/m³)
Patrón	4 ½	26.1	2,354
SikaCem 0.4%	5	25.8	2,364
SikaCem 0.6%	6 ½	26.0	2,344
SikaCem 0.8%	8	26.2	2,312
Sika Fume 4%	4	24.4	2,358
Sika Fume 6%	3	24.8	2,362
Sika Fume 8%	2 ½	24.8	2,364

Nota. Los ensayos del concreto estado fresco se observa un aumento en el asentamiento o trabajabilidad conforme se adiciona plastificante, caso contrario con el SikaFume el cual le resta trabajabilidad; la temperatura se mantuvo no presento picos tan altos, el peso unitario del concreto se mantuvo entre el rango de un concreto convencional 2,200 a 2,400 kg/m³

3.3. Resistencia a la compresión

Se realizó el ensayo de resistencia a la compresión a edades de 07, 14 y 28 días, basándonos en los antecedentes de la investigación, a continuación, se muestra la resistencia promedio obtenida del ensayo de los cinco testigos de concreto, para las diferentes edades. Ver Tabla 8.

Tabla 8.

Resistencia a la compresión del concreto patrón y con adiciones

Diseño de Mezcla	Resistencia promedio (kg/cm ²)		
	07 días	14 días	28 días
Patrón	137.48	172.60	211.98
SikaCem 0.4%	153.42	193.15	224.99
SikaCem 0.6%	160.03	200.45	233.64
SikaCem 0.8%	175.23	203.21	244.54
SikaFume 4%	145.01	176.42	218.94
SikaFume 6%	175.37	209.85	230.93
SikaFume 8%	178.35	212.07	241.67

Nota. Se realizó la evaluación de la resistencia a la compresión a través del tiempo por lo que se observó el 0.8% de SikaCem Plastificante presenta mejores resultados al igual que el Sikafume al 8%.

3.4. Absortividad del concreto

Este ensayo se realizó siguiendo la Norma Técnica Peruana N.T.P. 339.232, la cual se basa en la norma A.S.T.M. C-1585, los resultados nos muestran la velocidad con la cual el concreto logra absorber el agua y la capacidad que tiene el mismo para retener el líquido. Ver Tabla 9.

Tabla 9.
Prueba de Absorción o succión capilar del concreto

Diseño de Mezcla de concreto	V succión g/ (m ² s ^{1/2})	Cap. Succión g/m ²
Patrón	34.14	8,301.52
SikaCem 0.4%	36.87	7,727.49
SikaCem 0.6%	33.13	6,028.57
SikaCem 0.8%	29.03	4,021.31
SikaFume 4%	44.21	8,181.56
SikaFume 6%	38.75	7,264.24
SikaFume 8%	44.93	8,724.54

Nota. El ensayo se llevó a cabo bajo la N.T.P. 339.232; donde se observó que la capacidad de succión o absorción se ve reducida con el SikaCem plastificante al 0.8%

3.5. Análisis de costos del concreto adicionado

Se realizó el análisis de costos unitarios del concreto patrón y los concretos con adiciones de SikaCem plastificante y microsíllice SikaFume, obteniendo los siguientes resultados. *Ver Anexo 7.*

Tabla 10.
Análisis de costos por m³ de concreto

Descripción	Análisis de Costos por m ³ de concreto						
	Patrón	SikaCem 0.4%	SikaCem 0.6%	SikaCem 0.8%	SikaFume 4%	SikaFume 6%	SikaFume 8%
Costo	S/.277.8	S/. 294.7	S/. 303.3	S/. 311.8	S/.399.2	S/.453.5	S/.514.30

Nota. El costo por metro cubico de cada dosificación representa también una toma de decisión puesto que el presupuesto para los proyectos depende del análisis de costos, en este caso se va determinado como el mejor el costo que vaya acorde con el diseño óptimo.

3.6. Análisis estadístico de los resultados

Se realizó el análisis estadístico de los resultados para así poder validar las hipótesis de la investigación y saber si los resultados obtenidos son estadísticamente confiables.

Tabla 11.

Distribución normal de los resultados de resistencia a la compresión

Distribución Normal Shapiro Wilk						
Descripción	07 días		14 días		28 días	
	Est.	Sig.	Est.	Sig.	Est.	Sig.
Patrón	,683	,006	,890	,356	,911	,475
SikaCem plastificante 0.4%	,954	,764	,832	,145	,933	,617
SikaCem plastificante 0.6%	,952	,751	,902	,419	,965	,845
SikaCem plastificante 0.8%	,946	,707	,853	,203	,968	,862
Microsílíce Sikafume 4%	,811	,100	,743	,025	,956	,783
Microsílíce Sikafume 6%	,891	,362	,900	,409	,709	,012
Microsílíce Sikafume 8%	,946	,710	,973	,896	,855	,212

Nota. Resultados dados por el programa IBM SPSS Statistics. Según los resultados obtenidos la muestra tiene una distribución normal puesto todas las significantes son mayores de 0.05, lo cual nos hace aceptar la hipótesis que de normalidad de la muestra.

Tabla 12.

Análisis de la fiabilidad de los resultados de resistencia a la compresión

Estadísticas de fiabilidad		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	Número de elementos
,875	,875	3

Nota. Resultados dados por el programa IBM SPSS Statistics, para el análisis de la fiabilidad se calculó el alfa de Cronbach, la cual nos dice que la fiabilidad de los valores analizados es del 87.5%.

Tabla 13.
Análisis de la varianza a 07 días de la resistencia a la compresión

Análisis de la Varianza a 07 Días del concreto					
Datos	N	1	2	3	4
Concreto Patrón	5	137,48			
Sikafume 4%	5	145,00	145,00		
SikaCem Plast. 0.4%	5		153,42	153,42	
SikaCem Plast. 0.6%	5			160,03	
SikaCem Plast. 0.8%	5				175,23
Sikafume 6%	5				175,37
Sikafume 8%	5				178,35

Nota. Resultados dados por el programa IBM SPSS Statistics, para el análisis de la varianza o ANOVA de las resistencias a la compresión de concretos con una edad de 7 días. Los resultados arrojan que la adición de SikaFume al 8% obtiene las mejores resistencias a 7 días de edad.

Tabla 14.
Análisis de la varianza a 14 días de la resistencia a la compresión

Análisis de la Varianza a 14 días				
Datos	N	1	2	3
Concreto Patrón	5	172,60		
Sikafume 4%	5	176,43		
SikaCem Plast. 0.4%	5		193,15	
SikaCem Plast. 0.6%	5		200,45	200,45
SikaCem Plast. 0.8%	5		203,21	203,21
Sikafume 6%	5			209,85
Sikafume 8%	5			212,97

Nota. Resultados dados por el programa IBM SPSS Statistics, para el análisis de la varianza o ANOVA de las resistencias a la compresión de concretos con una edad de 14 días. Los resultados arrojan que la adición de SikaFume al 8% obtiene las mejores resistencias a 14 días de edad.

Tabla 15.
Análisis de la varianza a 28 días de la resistencia a la compresión

Análisis de la Varianza a 28 días				
Datos	N	1	2	3
Concreto Patrón	5	211,80		
Sikafume 4%	5	218,94	218,94	
SikaCem Plast. 0.4%	5	224,99	224,99	224,99
Sikafume 6%	5	230,93	230,93	230,93
SikaCem Plast. 0.6%	5		233,64	233,64
Sikafume 8%	5			241,65
SikaCem Plast. 0.8%	5			244,54

Nota. Resultados dados por el programa IBM SPSS Statistics, para el análisis de la varianza o ANOVA de las resistencias a la compresión de concretos con una edad de 28 días. Los resultados arrojan que la adición de SikaCem al 0.8% obtiene las mejores resistencias a 28 días de edad.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. DISCUSIÓN

4.1.1. Granulometría de los agregados

Parte importante del del diseño de mezclas en especial de un concreto que va a ser ensayado por asentamiento y absorción son los agregados, puesto que como vimos en las definiciones conceptuales los agregados son parte importante a la hora de evaluar ambas características. Obteniendo los siguientes resultados: La curva granulométrica del agregado fino está dentro de los parámetros brindados por la N.T.P. 400.012, el módulo de finura de la muestra fue de 2.75 el cual está dentro del rango de las investigaciones antecedente del estudio $2.40 \leq MF (2.75) \leq 3.10$. Finalmente, la curva granulométrica del agregado grueso está en su mayoría dentro de la curva del huso granulométrico 67 con tendencia al límite inferior, presentó un tamaño máximo nominal de 3/4" el cual está dentro del rango de las investigaciones antecedente del estudio $3/8" \leq TMN (3/4") \leq 1"$.

4.1.2. Diseño de mezcla

Una vez realizado el proceso de la caracterización de los agregado, otra parte importante es el diseño de mezcla se estableció trabajar con el método de combinación de agregados; para el desarrollo del diseño se realizó tanto el concreto patrón como el concreto con adición de SikaCem plastificante y microsílíce SikaFume ya que se buscó mejorar el concreto por lo que se adicionó al diseño patrón 0.4%, 0.6% y 0.8% de SikaCem plastificante y de microsílíce SikaFume al 4%, 6% y 8%. El método del módulo de finura y combinación de agregados se eligió debido a que ninguna investigación antecedente utilizó este método de diseño, siendo así novedoso el presente estudio. Los porcentajes de aditivos SikaCem

plastificante que se utilizaron estuvieron dados por el rango de la ficha técnica del producto, así como la investigación que realizaron Rodríguez & Vera (2020) donde se utilizó el mismo aditivo para un concreto de igual resistencia obteniendo los mejores resultados en un rango de 0.6% y 1.2%. Finalmente, los porcentajes de microsílíce SikaFume también estuvieron dados por los rangos de la ficha técnica del producto acompañados de los resultados obtenidos por García (2020) y Aguilar & Díaz (2022) que obtuvieron buenos resultados al aplicar entre 3% a 8% el primero y entre 6% a 12% los segundos.

4.1.3. Asentamiento o slump

El asentamiento de la mezcla fue un tema importante al momento de plantearse la investigación, puesto que la adición de plastificantes (SikaCem) y microsílíce (SikaFume) actuaba de manera diferente dentro de la mezcla el primero daba trabajabilidad a misma mientras que el segundo generaba una mezcla menos trabajable; sabiendo que el contenido de poros estaba ligado a la trabajabilidad de la mezcla fresca al mismo tiempo que a la absorción que presentase está en estado endurecido. Del mismo modo, se observó que al igual que Aguilar & Díaz (2022) nos dicen en su investigación mientras más se adicione plastificante el asentamiento aumenta, es decir están relacionados de manera directamente proporcional, ellos encontraron que al adicionar el 0.8% de plastificante obtuvieron un asentamiento de 9” o 23 cm mientras que en la presente investigación presentamos la misma tendencia, es decir conforme más plastificante se adicionó a la mezcla esta presentó una mayor trabajabilidad, sin presentar patologías en el concreto fresco tales como exudación o segregación, llegando a presentar un asentamiento de 8” o 20 cm. Finalmente, con la adición de la microsílíce, este material es más fino que el cemento, se le resta trabajabilidad a la mezcla, tal como nos indicó García (2020)

en su investigación puesto que ellos obtuvieron que conforme se adicionaba un mayor porcentaje de microsílíce la mezcla perdía trabajabilidad, es decir están relacionados de manera inversamente proporcional, por lo que adicionaron plastificante con el fin de devolverle la trabajabilidad inicial; en la presente investigación se observó esa misma tendencia conforme se adicionó una mayor cantidad de microsílíce SikaFume el asentamiento disminuía obteniéndose al 8% de adición un asentamiento de 2.5” o 6.5 cm en comparación de las 4.5” o 11.5cm de la mezcla patrón, lo cual nos da un concreto mucho menos trabajable.

4.1.4. Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión es talvez la propiedad más importante de un concreto endurecido, es la que nos permite observar si la adición de algún compuesto cualquiera beneficia o perjudica a la mezcla de concreto; sabiendo esto en la presente investigación se diseñó un concreto con adición de plastificante y microsílíce teniendo el ensayo de resistencia a la compresión como estándar para saber si además de general las propiedades que se buscan la adición de estos productos no generaría un concreto de menor calidad. Teniendo como resultados que al aplicar el plastificante SikaCem en un 0.8% del peso del cemento se obtuvo un incremento de la resistencia a la compresión de aproximadamente un 15.35% esto en concordancia con lo investigado por Rodríguez & Vera (2020) que al adicionar un 1.2% de SikaCem a la mezcla obtuvieron un aumento de la resistencia a la compresión de un 10.35%; al igual que Tello (2019) el cual al aplicar plastificante SikaCem en un rango de 0.7% al 1.4% la resistencia aumenta hasta en un 10%. La adición de microsílíce SikaFume en un 8% del peso del cemento nos dio como resultado un incremento de la resistencia a la compresión de aproximadamente 14%, esto en concordancia con la investigación de Mejía & Reyes (2022) los cuales al añadir el mismo porcentaje

de microsílíce obtuvieron un incremento de la resistencia a la compresión del 18%; del mismo modo García (2019) obtiene como resultado de su investigación que el aumento de resistencia a la compresión del concreto y el aumento de la inclusión de microsílíce en la mezcla esta relacionados de manera directa. Finalmente, un caso particular seria la investigación realizada por Aguilar & Diaz (2022) puesto que estos investigadores utilizan plastificante y microsílíce en la misma mezcla obteniendo un incremento de la resistencia a la compresión del concreto de 185%, esto gracias a que el aditivo plastificante hacia la mezcla de concreto con microsílíce más trabajables.

4.1.5. Absorción del concreto

Respecto a la succión capilar, puesto que el concreto armado es decir la unión de concreto simple con acero de refuerzo se utiliza en cimentación o estructuras las cuales están enterradas y por ende en contacto directo con el terreno (zapatas, vigas de cimentación, plateas, cisternas, etc.) el concreto necesita disminuir su capacidad de succión es decir la velocidad que le toma al concreto para el ascenso del agua, visto de otra manera como la absorción; en vista de esto se evaluó en cuanto disminuye la capacidad de succión del concreto realizado con aditivo plastificante SikaCem y microsílíce SikaFume para conocer cuál de los aditivos genera una mayor reducción de la capilaridad o absorción del concreto teniendo como resultado que el aditivo SikaCem en un 0.8% del peso del cemento disminuyo en aproximadamente un 50% la capacidad de succión del concreto y al usar SikaFume en un 6% del peso del cemento se obtuvo una disminución de la capacidad de succión del concreto de aproximadamente 12%; esto último se alinea con lo concluido por García (2020) el cual indicó que la adición de 6% del peso del cemento en microsílíce logra reducir en un 13% la permeabilidad del concreto, de este modo reduciendo la capacidad de succión del mismo. Finalmente, Mejía & Reyes (2022) en su revisión sistemática de

la literatura concluyeron que la adición de microsílíce al concreto tiene una relación directamente proporcional, lo que se pudo corroborar de cierta manera teniendo el mejor resultado con 6% de adición del mismo.

4.1.6. Implicancias

La repercusión de la presente investigación fue el descubrir que el 0.8% de SikaCem plastificante reduce en un 50% la absorción del concreto en estado endurecido, siendo este el aditivo que se recomienda utilizar en estructuras de concreto reforzado que van a estar en contacto con el terreno de fundación o en permanente contacto con agua. Del mismo modo, el SikaCem plastificante brinda la consistencia a la que están acostumbrados la mayoría de maestros de obra en La Libertad sin afectar la relación agua cemento, lo que hace que la mezcla no requiera de mano de obra calificada para su elaboración, colado y acabados. Finalmente, se comprobó que el uso de microsílíce SikaFume reduce la absorción del concreto endurecido, en menor medida que el SikaCem plastificante, y reduce la trabajabilidad del concreto.

4.1.7. Limitaciones

El estudio estuvo detenido un tiempo por la falta del aditivo microsílíce SikaFume, puesto que este tipo de adiciones son productos especiales que no todos los distribuidores tienen en stock.

La durabilidad del concreto tiene más propiedades inherentes a ella, pero en esta ocasión de opto solo por estudiar la absorción puesto que es el ensayo que se puede replicar en cualquier laboratorio de concreto de manera más fácil, no siendo necesarios maquinaria especializada en su realización.

La falta de tiempo y recursos hizo que la investigación se limitase solo a los ensayos de control de calidad del concreto en estado fresco (asentamiento, temperatura y peso específico), de resistencia a la compresión (a 7, 14 y 28 días de edad) puesto que la microsílíce se desarrolla mejor a edades avanzadas como 56, 72 o 92 días y al ensayo de succión capilar del concreto. Puesto que no fue posible ahondar más profundo en el tema debido a las limitaciones antes mencionadas.

4.2.CONCLUSIONES

Se evaluó la influencia de los aditivos SikaCem plastificante y microsílíce Sikafume en el asentamiento, resistencia a la compresión y succión capilar del concreto de 21 Mpa con fines de cimentación, se determinó que ambos aditivos aportan una mejora significativa en la resistencia a la compresión y disminuyen significativamente la capacidad de absorción del concreto, en cuanto al asentamiento se observó que el SikaCem plastificante mejora la trabajabilidad de la mezcla. Teniendo como conclusión general que los aditivos SikaCem plastificante y microsílíce SikaFume aportan de manera positiva sobre el asentamiento, resistencia a la compresión y la succión capilar de un concreto de 21 Mpa con fines de cimentación. Teniendo como mejores porcentajes de adición un 0.8% de aditivo SikaCem plastificante, puesto que mejoró de forma significativa las propiedades del concreto y obtuvo un análisis de costos satisfactorio.

Se elaboró el diseño de mezcla tanto con la adición de SikaCem plastificante como con la microsílíce SikaFume, dentro de los cuales se trabajó en la caracterización de los agregados cumpliendo con su normativa vigente, el diseño de mezclas se trabajó mediante el método de la combinación de agregados, para el cual se determinó el módulo de fineza del agregado grueso y los pesos específicos de los aditivos, la adición del SikaCem plastificante se dio en función al peso del cemento al igual que con la microsílíce SikaFume; se trabajó en tandas de 30 L.

Se evaluó el desempeño que presentó cada adición de SikaCem Plastificante 0.4%, 0.6% y 0.8% en donde se observó que el asentamiento conforme se adicionó el plastificante fue en aumento llegando al valor de 8 pulgadas con una adición de 0.8% de SikaCem plastificante, en cuanto a la resistencia a la compresión se observó un aumento en la

resistencia debido al mejor acomodo de las partículas del cemento dada por la mejora en la trabajabilidad del concreto, se observó que el concreto patrón presento una resistencia de 211.98 kg/cm^2 , mientras que la resistencia que se obtuvo con el 0.8% de SikaCem plastificante fue de 244.54 kg/cm^2 , es decir un 15.36% adicional de resistencia a la compresión; en cuanto a la succión capilar o absorción del concreto, se observó que con el 0.8% de SikaCem Plastificante la capacidad de absorción y la velocidad se ven reducidas en más de 50%, es decir que a la humedad natural le tomara el doble de tiempo en afectar el concreto y por ende al refuerzo de acero, por lo que se está consiguiendo mejorar la calidad del concreto y alargar su vida útil.

Se evaluó el desempeño que presentó cada adición de microsílíce Sikafume 4%, 6% y 8% en donde se observó que el asentamiento conforme se adicionó la microsílíce fue disminuyendo llegando al valor de 2.5 pulgadas con una adición de 8% de microsílíce Sikafume, en cuanto a la resistencia a la compresión se observó un incremento en la resistencia debido a que la microsílíce es un polvo más fino que el cemento por ende este tiende a ocupar mejor los vacíos, se observó que el concreto patrón presento una resistencia de 211.98 kg/cm^2 mientras que la resistencia que se obtuvo con el 6% de microsílíce Sikafume fue de 230.93 kg/cm^2 es decir un 8.93% adicional de resistencia a la compresión; en cuanto a la succión capilar o absorción del concreto, se observó que con el 6% de microsílíce la capacidad de absorción y la velocidad se ven reducidas en 12% es decir que a la humedad natural le tomara más tiempo el afectar el concreto y por ende al refuerzo de acero, por lo que se está consiguiendo mejorar la calidad del concreto y alargar su vida útil.

Se determinó que entre las adiciones de SikaCem plastificante y microsílíce Sikafume la que presento una mejor incidencia en el concreto con fines de cimentación fue la adición de 0.8% de SikaCem plastificante puesto que no solo mejora la trabajabilidad como se apreció, sino que se logra ganar un 15.36% más de resistencia a la compresión y la

absorción del concreto se reduce en un 50% por lo que permite alargar el tiempo de vida útil del elemento con fines de cimentación.

Con respecto al costo por metro cubico de concreto se observó que el galón de SikaCem plastificante presenta un costo de S/. 39.83 soles sin I.G.V, mientras que el uso de microsílíce Sikafume es más costoso puesto que el saco de 25 kg cuesta S/. 163.56 soles sin I.G.V; por lo que en un metro cubico de concreto con plastificante con el óptimo diseño el uso de este es de solo 2.69 litros es decir medio galón mientras que con la microsílíce Sikafume se emplea en un metro cubico 22 kg es decir casi todo el saco por lo que este aditivo elevaría el costo de producción del concreto que a comparación con el SikaCem plastificante este demostró presentar mejores resultados.

RECOMENDACIONES

Para futuras investigaciones se recomienda variar los porcentajes y/o utilizar aditivos más novedosos, puesto que cada año van mejorando la calidad de estos sin dejar de lado las propiedades físicas de los agregados puesto que juegan un papel importante dentro de la elaboración del concreto.

Se recomienda al momento de realizar el concreto verificar bien el cemento, puesto que, si es de manera manual la mezcla ver que no esté duro, que sea un cemento fresco, de igual manera con los aditivos ver el tema de caducidad revisar las fichas técnicas por tema de recomendaciones para la aplicación y los porcentajes esto no quiere decir que con esos valores se trabajara, pero te puede dar una idea de cómo poder ir plasmando las adiciones.

REFERENCIAS

- Aguilar, M., & Díaz, G. (2022). *Efectos de Adición de microsílíce, AT 62 y suerplastificante R2020 en Propiedades Físicas y Mecánicas para obtener Concreto de Alta Resistencia*. Trujillo: Universidad Cesar Vallejo.
- Díaz, E. & Terán, E. (2023) *Diseño y comparación de hormigón de alta resistencia utilizando dos tipos de microsílíce en porcentajes de reemplazo del cemento, agregados de la cantera Pifo y aditivo plastificante*. Quito: Escuela Politécnica Nacional
- Cemento Pacasmayo . (15 de septiembre de 2021). *Productos y soluciones de la construcción*. Obtenido de Revista Costos: <https://revista-ps.costosperu.com/informe-especial/id-en-la-industria-del-concreto-en-el-peru/>
- García, J. (2020). *Análisis de la adición de microsílíce en la permeabilidad de un concreto convencional 280 kg/cm² en la ciudad de Lima, 2020*. Lima: Universidad Cesar Vallejo.
- Initiative Sustainability Cement. (04 de Septiembre de 2015). *Asociación de productores de Cemento*. Obtenido de La sostenibilidad del concreto como beneficio para la sociedad: <http://www.asocem.org.pe/productos-b/la-sostenibilidad-de-concreto-como-beneficio-para-la-sociedad>
- Instituto Nacional de Calidad (2015) *Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo*. (NTP 339.033).
- Instituto Nacional de Calidad. (2015). *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas*. (NTP 339.034).

- Instituto Nacional de Calidad. (2015). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland (NTP 339.035).
- Instituto Nacional de Calidad. (2017). Practica normalizada para muestreo de mezclas de concreto fresco (NTP 339.036).
- Instituto Nacional de Calidad. (2015). Practica normalizada para el refrentado de testigos cilíndricos de concreto (NTP 339.037).
- Instituto Nacional de Calidad. (2008). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto (NTP 339.046).
- Instituto Nacional de Calidad. (2013). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto (NTP 339.184).
- Instituto Nacional de Calidad. (2013). Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado (NTP 339.185).
- Instituto Nacional de Calidad. (2001). AGREGADOS: Extracción y preparación de muestras (NTP 400.010).
- Instituto Nacional de Calidad. (2013). Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global (NTP 400.012)
- Instituto Nacional de Calidad. (2011). Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados (NTP 400.017).

- Instituto Nacional de Calidad. (2013). Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso (NTP 400.021).
- Instituto Nacional de Calidad. (2013). Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino NTP 400.022).
- Instituto Nacional de Calidad. (2018). Agregados para concreto. Requisitos (NTP400.037).
- Instituto Nacional de Calidad. (2015). Practica normalizada para reducir las muestras de agregados a tamaño de ensayo (NTP 400.043).
- Matallana, R. (2019) El concreto: Fundamentos y nuevas tecnologías. Constructora Concreto & Corona Industrial. <https://empresa.corona.co/lanzamos-el-libro-el-concreto-fundamentos-y-nuevas-tecnologia/>
- Mejía, M. & Quispe, L. (2022) *Microsílíce como adición del cemento para reducir la permeabilidad del concreto de alta resistencia*. Lima: Universidad Ricardo Palma.
- Metha, K., & Paulo, M. (1998). *Concreto. Estructura, propiedades y materiales*. México: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C.
- Ocampo, L. (2015). *Estudio a nivel de Colombia de la influencia del aditivo better mix en estado fresco, semi endurecido y endurecido del concreto estructural*. Bogotá: Universidad de La Salle .
- Ramos, C. (2021). *DISEÑOS DE INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL*. Quito: Diseños de investigación experimental.
- Riva, E. (2000). *Naturaleza y Materiales del Concreto*. Lima: Capitulo peruano American Concrete Institute (A.C.I.).

Rodriguez, F. & Vera, L. (2020). *Evaluación de Sikacem plastificante para mejorar la trabajabilidad y resistencia a la compresión, del concreto usado en la construcción de viviendas informales en el distrito de la esperanza, Trujillo*. Trujillo: Universidad Privada del Norte

Rubio, L (2014) *Manual de estadística*. Trujillo: Universidad Privada del Norte .

Tello, J. (2019). *Estudio de la eficiencia del aditivo SikaCem plastificante en el diseño de mezclas de concreto de alta resistencia utilizando concreto reciclado en Chiclayo 2017*. Chiclayo: Universidad Señor de Sipán.

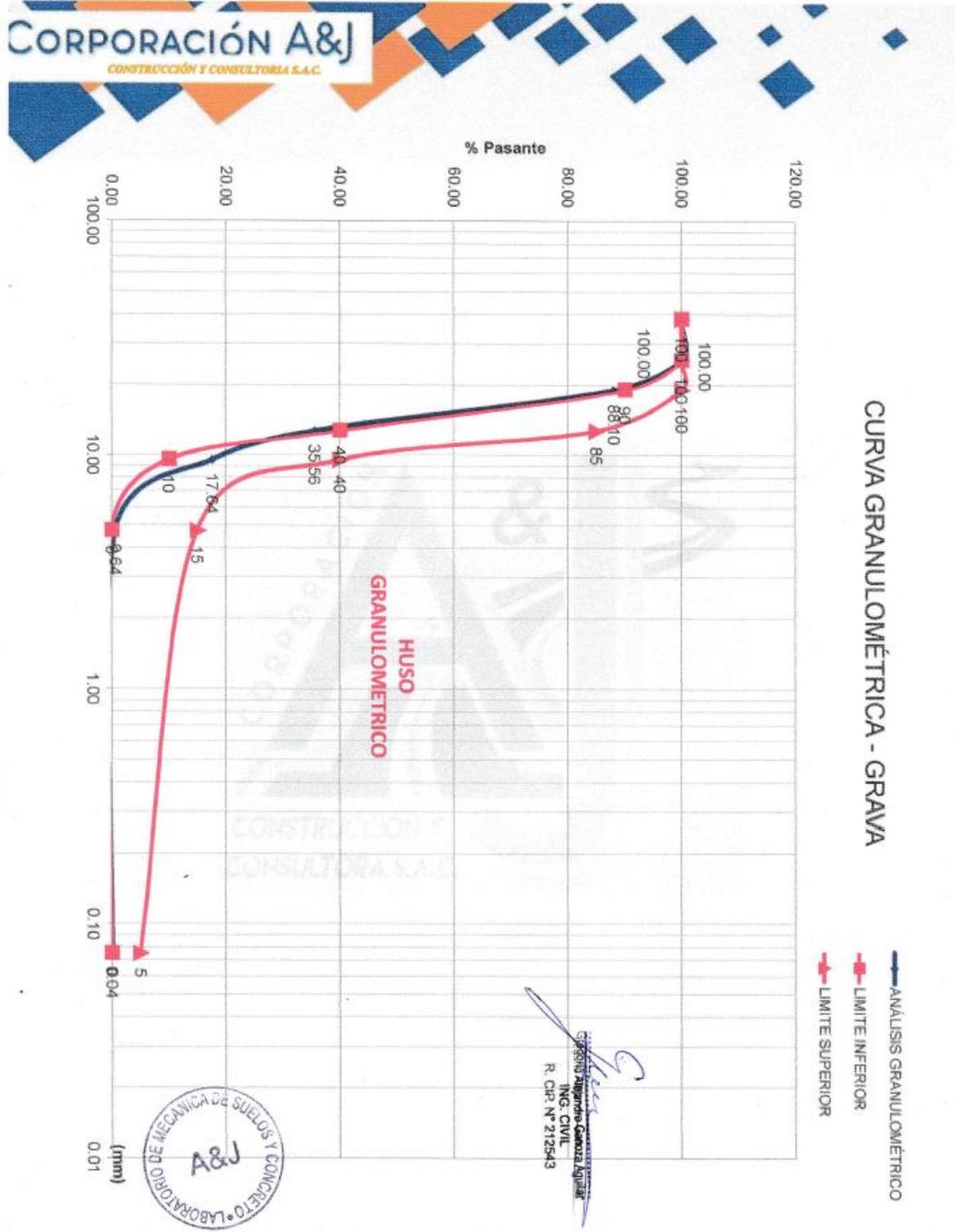
Anexo 02. Caracterización de Agregados

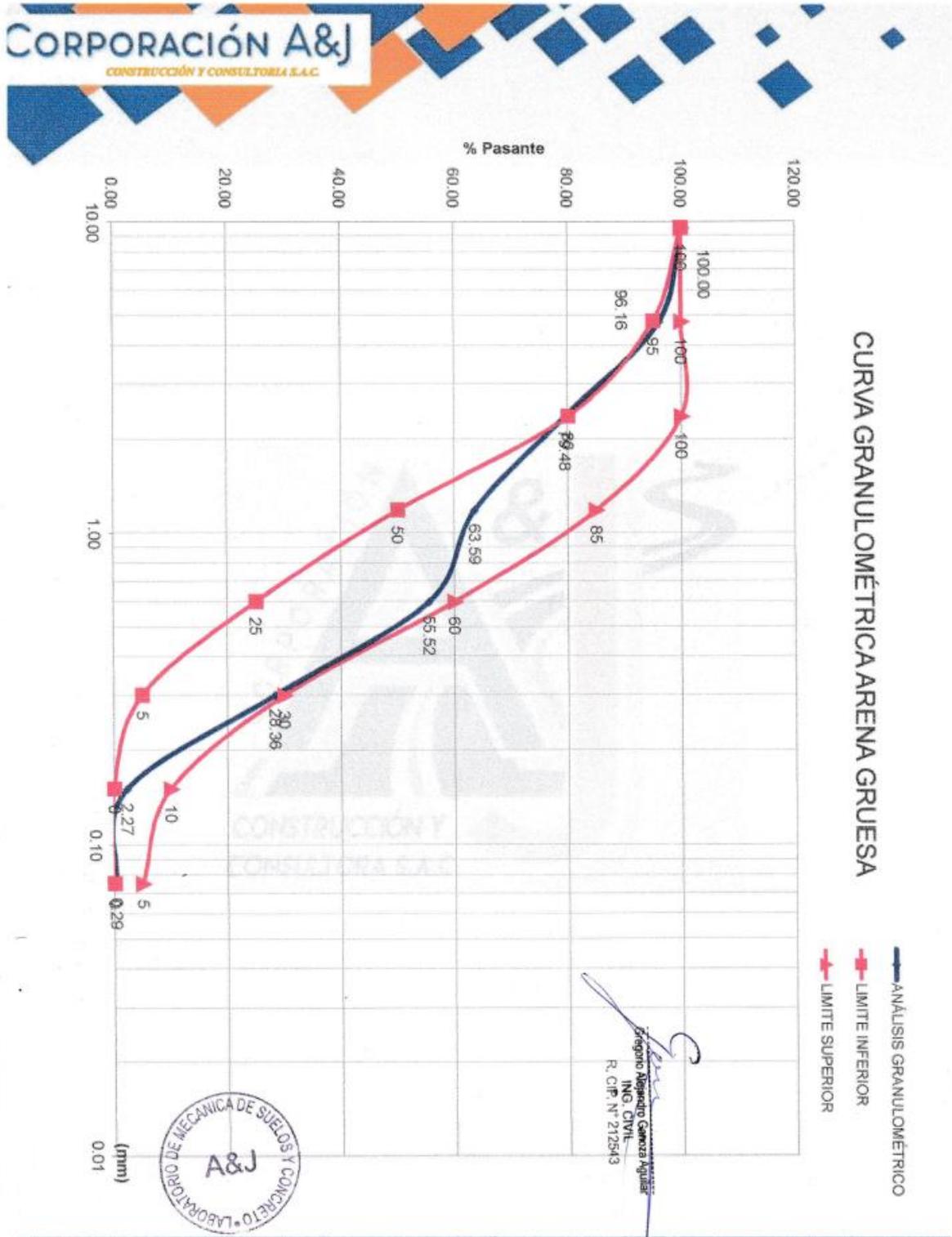
CORPORACIÓN A&J
CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA S.A.C

RESUMEN DE CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS	
TESIS:	"INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS SIKACEM PLASTIFICANTE Y MICROSÍLICE EN EL ASENTAMIENTO, RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y SUCCIÓN CAPILAR DE UN CONCRETO CON 21 MPA CON FINES DE CIMENTACIÓN EN LA CIUDAD DE TRUJILLO-2023"
UBICACIÓN:	CANTERA EL MILAGRO, TRUJILLO- LA LIBERTAD
SOLICITANTE	PAUL CALEB FERNÁNDEZ CHACÓN
TIPO MATERIAL	AGREGADOS PARA USO EN MEZCLAS DE CONCRETO
CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS	
Agregado fino	
Humedad (%)	0.75
Absorción (%)	0.83
P.U.S. (Kg/m3)	1,646
P.U.C. (Kg/m3)	1,837
Peso específico (Kg/m3)	2,701
Modulo de finura	2.75
Agregado grueso	
Humedad (%)	1.08
Absorción (%)	1.41
P.U.S. (Kg/m3)	1,530
P.U.C. (Kg/m3)	1,629
Peso específico (Kg/m3)	2,616
T.M.N.	3/4"

Gregorio Alejandro Ganoza Aguilar
ING. CIVIL
R. CIP. N° 212543

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
A&J





Anexo 03. Diseño de mezcla



CALCULO DE DOSIFICACION Y AJUSTES

PROYECTO: "INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS SIKACEM PLASTIFICANTE Y MICROSLÍZICE EN EL ASENTAMIENTO, RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y SUCCIÓN CAPILAR DE UN CONCRETO CON 21 MPa CON FINES DE CIMENTACIÓN EN LA CIUDAD DE TRUJILLO-2023"

FECHA: 17 de Julio de 2023

Consideraciones - Requisitos del Concreto

F'c aprox (kg/cm ²)	Destriado II (kg/cm ²)	F'cr Criterio ACI 318 (kg/cm ²)	F'cr (kg/cm ²)	Agua x TM	Relación a/c	Cemento (kg)	Módulo de Finura Global (mm)	Incidencia Agregado Grueso (%)	Incidencia Agregado Fino (%)	Slump requerido (mm)	Slump min. LAB (mm)
C210	25	Tabla 5.3.2.1	235	213	0.59	361	4.78	0.530	0.470	A6	6

EVALUACION Y AJUSTES DE INCIDENCIAS DE AGREGADOS

EVALUACION	Mg DISEÑO	4.58
(Definido luego las pruebas de laboratorio)		
Ajustar incidencias y supervisar cantidas		

RELACION AVANZADAMENTE POR INGENIERIA

Eq. (kg/m ³)	Vol. (m ³)				
1000	1.000	0.1146	0.2130	0.3431	0.0280
200	0.200	0.1146	0.2130	0.3431	0.0280
300	0.300	0.1146	0.2130	0.3431	0.0280
400	0.400	0.1146	0.2130	0.3431	0.0280
500	0.500	0.1146	0.2130	0.3431	0.0280
600	0.600	0.1146	0.2130	0.3431	0.0280
700	0.700	0.1146	0.2130	0.3431	0.0280
800	0.800	0.1146	0.2130	0.3431	0.0280
900	0.900	0.1146	0.2130	0.3431	0.0280
1000	1.000	0.1146	0.2130	0.3431	0.0280

TANDA POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	8.49	bolsa
Arena	27.6	baldes
Grava	32.5	baldes
Agua	212.99	litros
Plastificante	1444.0	gr.
Microsilice	0.0	gr.

Quantificación del Concreto

Material	%	Peso Seco (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Peso Humano (kg/m ³)	Peso S&S (kg/m ³)	Tanda	Peso Seco (kg/m ³)	Peso Humano (kg/m ³)	Peso S&S (kg/m ³)	Volumen (m ³)
Microsilice	0	361	0.1146	361	361	1000 L	361	361	361	1.000
Agua		213	0.2130	217	217	212.99				
Agregado Fino - Agregado Fino - Cantera Ptoja		822	0.3043	828	828	425.60				
Agregado Grueso - Agregado Grueso - Cantera Ptoja	0.400%	888	0.3431	907	918	910.27				
Plastificante				1.44	1.44	1.444				
aire atrapado	2.50%		0.0280		0.028					
Total	1.00	2281	1.0000	2314	2318	2314.392				

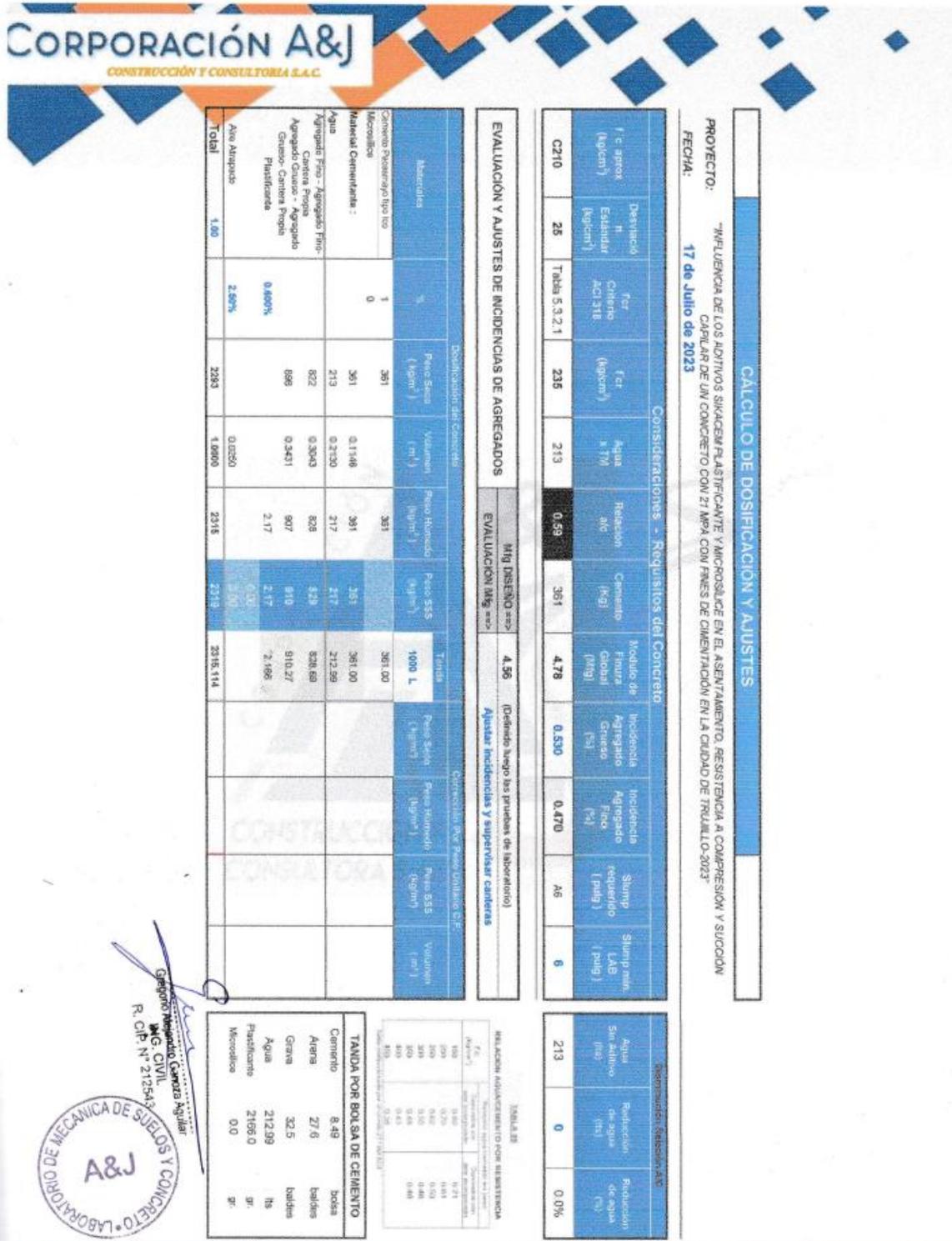
Quantificación por Peso Unitario C.P.

Material	Peso Seco (kg/m ³)	Peso Humano (kg/m ³)	Peso S&S (kg/m ³)	Volumen (m ³)
Microsilice	361	361	361	1.000
Agua	213	217	217	0.213
Agregado Fino - Agregado Fino - Cantera Ptoja	822	828	828	0.304
Agregado Grueso - Agregado Grueso - Cantera Ptoja	888	907	918	0.343
Plastificante		1.44	1.44	0.001
aire atrapado			0.028	0.001
Total	2281	2314	2318	1.000

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

A&J

Ing. Civil
R. CIP N° 212543
Gustavo Alejandro Gamboa Aguilar



CORPORACIÓN A&J
CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA S.A.C.

CALCULO DE DOSIFICACIÓN Y AJUSTES

PROYECTO: "INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS SIKACEM PLASTIFICANTE Y MICROSÍLIZE EN EL ASENTAMIENTO, RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y SUCCIÓN CAPILAR DE UN CONCRETO CON 21 MPA CON FINES DE CIMENTACIÓN EN LA CIUDAD DE TRUJILLO-2023"

FECHA: 17 de Julio de 2023

F'c aprxs (kg/cm ²)	Desviación Estándar (kg/cm ²)	F'cr Coleto ACI 318	F'cr (kg/cm ²)	Agua x TM	Relación ac	Cemento (kg)	Módulo de Finura Global (mm)	Incidencia Agregado Grueso (%)	Incidencia Agregado Fino (%)	Slump requerido (mm)	Slump min. LAB (mm)	Agua Sin Aditivo (mm)	Reducción de agua (%)	Producción de agua (%)
C210	25	Tabla 5.3.2.1	235	213	0.59	391	4.78	0.530	0.470	45	6	213	0	0.0%

EVALUACIÓN Y AJUSTES DE INCIDENCIAS DE AGREGADOS

Mg DISEÑO = 4.56 (dentro luego las pruebas de laboratorio)
EVALUACIÓN Mg = 4.56
Ajustar incidencias y supervisar cambios

EMPAJE

RELACION AJUSTADAMENTE POR RESISTENCIA

F'c (kg/cm ²)	Temperatura por 28 días (°C)	Temperatura por 7 días (°C)	Temperatura por 3 días (°C)
100	0.80	0.97	1.14
200	0.70	0.83	0.98
300	0.65	0.78	0.91
400	0.60	0.72	0.86
500	0.55	0.67	0.81

Materiales	%	Identificación del Concreto				Control por Peso Unitario C ₂₁₀				
		Peso Seco (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Peso Humedo (kg/m ³)	Peso SSS (kg/m ³)	Tanda	Peso Seco (kg/m ³)	Peso Humedo (kg/m ³)	Peso SSS (kg/m ³)	Volumen (m ³)
Cemento Premium tipo 100	1	391	0.1146	391	391	1000 L				
Microsílize	0	213	0.2130	217	217	212.99				
Materiales Cementante:										
Agua		822	0.2043	828	829	828.69				
Agregado Fino - Agregado Fino - Arena Fina		898	0.3431	907	910	910.27				
Agregado Grueso - Agregado Grueso - Arena Gruesa	0.800%			2.69	2.69	2.698				
Plastificante					0.00					
Aire Atmósfera	2.60%		0.0050		0.005					
Total	1.80	2293	1.0000	2316	2319	2316.826				

Exp. No. 212543
ING. CIVIL
R. CIP. N° 212543



CORPORACIÓN A&J
CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA S.A.C.

CALCULO DE DOSIFICACION Y AJUSTES

PROYECTO: INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS SIKACEM PLASTIFICANTE Y MICROSILIZE EN EL ASENTAMIENTO, RESISTENCIA A COMPRESION Y SUCCION CAPILAR DE UN CONCRETO CON 21 MPa CON FINES DE CIMENTACION EN LA CIUDAD DE TRUJILLO-2023

FECHA: 17 de Julio de 2023

Consideraciones - Requisitos del Concreto

f'c aprox (kg/cm ²)	Destacado y Estándar (kg/cm ²)	f'c Criterio ACI 318 (kg/cm ²)	f'c (kg/cm ²)	Agua x 114 (litros)	Relacion w/c	Cemento (kg)	Modulo de Elasticidad (Mpa)	Incandescencia Agregado Grueso (%)	Incandescencia Agregado Fino (%)	Slump requerido (mm)	Slump min. LAB (mm)
C210	25	Tabla 5.3.2.1	235	213	0.58	361	4.78	0.530	0.470	A6	6

EVALUACION Y AJUSTES DE INCIDENCIAS DE AGREGADOS

MIG DISEÑO =>		EVALUACION W/B =>		MIG DISEÑO =>		EVALUACION W/B =>	
		Ajustar Incandescencia y superpartes cementarias				Ajustar Incandescencia y superpartes cementarias	

Material	%	Peso seco (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Peso húmedo (kg/m ³)	Peso SSS (kg/m ³)	Tarifa (1000 L)	Peso seco (kg/m ³)	Peso húmedo (kg/m ³)	Peso SSS (kg/m ³)	Volumen (m ³)
Cemento (Presentado tipo 100)	1	361	0.0250	361	361	361.00	361	361	361	0.0250
Microsilice	0.04	14	0.1192	14	376	14.44	14	14	14	0.0011
Material Cementante:		375	0.2215	375	225	375.44	375	375	225	0.2215
Agua		222	0.2215	225	225	221.51	225	225	221.51	0.2215
Agregados Fino - Agregado Fino - Arena Profila		605	0.2381	611	612	611.91	611	611	611	0.2381
Agregado Grueso - Agregado Grueso - Cantara Prople Plastificante	0.000%	679	0.2382	689	692	661.85	689	689	692	0.2382
			0.0050		0.005				0.005	
Aire Atmósfero	2.50%	2382	1.0020	2391	2394	2390.714	2391	2391	2394	0.950
Total		1.00		2392	2394	2390.714	2392	2392	2394	0.950

TANDA POR BOLSA DE CEMENTO

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	8.49	bolsas
Arena	27.1	baldes
Grava	31.8	baldes
Agua	221.51	litros
Plastificante	0.0	gr.
Microsilice	14440.0	gr.

RELACION AJUSTE/BIEN POR RESISTENCIA

f'c (kg/cm ²)	W/B	W/B	W/B	W/B	W/B
3000	0.20	0.21	0.22	0.23	0.24
2500	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29
2000	0.30	0.31	0.32	0.33	0.34
1500	0.35	0.36	0.37	0.38	0.39
1000	0.40	0.41	0.42	0.43	0.44

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO
A&J

Gobernador Regional: Gerardo Aguilar
ING. CIVIL
R. CIP. N° 212543

CORPORACIÓN A&J
CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORÍA S.A.C.

CALCULO DE DOSIFICACION Y AJUSTES

PROYECTO: INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS SIKACEM PLASTIFICANTE Y MICROSIŁIZE EN EL ASSENTAMIENTO, RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y SUCCIÓN CAPILAR DE UN CONCRETO CON 21 MPa CON FINES DE CIMENTACIÓN EN LA CIUDAD DE TRUJILLO-2023
FECHA: 17 de Julio de 2023

f' c aprox (kg/cm ²)	Destino	For Criterio Aci 318 (kg/cm ²)	For (kg/cm ²)	Agua x T ₁ (litros)	Razon a/c	Cemento (kg)	Modulo de Finura Global (Mm)	Incidencia Agregado Grueso (%)	Incidencia Agregado Fino (%)	Slump requerido (mm)	Slump min. Lab (mm)	Agua Sin Aditivo (litros)	Producción de agua (litros)	Producción de agua (%)

EVALUACION Y AJUSTES DE INCIDENCIAS DE AGREGADOS

Mig DESIERO 2020
EVALUACION MIG 4.56 (Definido luego de pruebas de laboratorio)
Ajustar incidencias y supervisar cantaras

Referencia	%	Observaciones del Concreto			Corrección Por peso Unitario C25			T. Trunca 1000 L	Corrección Por peso Unitario C25						
		Peso Seco (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Peso Humedo (kg/m ³)	Peso SSS (kg/m ³)	Peso Seco (kg/m ³)	Peso Humedo (kg/m ³)		Peso SSS (kg/m ³)	Volumen (m ³)					
Cemento Puzolano tipo I	1	361	22	361	361.00	21.66	382.66								
Microsilice	0.05	363	0.1215	363	363	302.66									
Material Cementante :		226	0.2256	226	229	225.77									
Agua		797	0.2990	803	803.53	802.64									
Agregado Fino - Agregado Fino - Curant Proya	0.000%	470	0.3327	480	480.64										
Agregado Grueso - Agregado Grueso - Curant Proya															
Plastificante															
Microsilice															
Aire Atmado	2.50%		0.0250	2295	2294.892										
Total	1.00	2276	1.9000	2295	2294.892										

Georgina Alvarado
ING. CIVIL
R. CIP. N° 212543



Tabla III
RELACION AJUSTAMIENTO POR RESISTENCIA

f' c (kg/cm ²)	W/C	W/A	W/P
100	0.45	0.45	0.45
200	0.40	0.40	0.40
300	0.35	0.35	0.35
400	0.30	0.30	0.30
500	0.25	0.25	0.25
600	0.20	0.20	0.20
700	0.15	0.15	0.15
800	0.10	0.10	0.10
900	0.05	0.05	0.05
1000	0.00	0.00	0.00

TANDA POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	8.49	bolsa
Arena	26.8	baldes
Grava	31.5	baldes
Agua	225.77	litros
Plastificante	0.0	gr.
Microsilice	21.66	gr.

CORPORACIÓN A&J
CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA S.A.C.

CALCULO DE DOSIFICACION Y AJUSTES

PROYECTO: "INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS SIKACEM PLASTIFICANTE Y MICROSIÍLIZE EN EL ASENTAMIENTO, RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y SUCCIÓN CAPILAR DE UN CONCRETO CON 21 MPA CON FINES DE CIMENTACIÓN EN LA CIUDAD DE TRUJILLO-2023"

FECHA: 17 de Julio de 2023

Consideraciones - Requisitos del Concreto											
f'c aprox (kg/cm ²)	Desviación Estándar (kg/cm ²)	f'cr Criterio ACI 318	f'cr (kg/cm ²)	Agua x 1M	Relación agua	Cemento (Kg)	Modulo de Finura Global (mm)	Incidencia Agregado Grueso (%)	Incidencia Agregado Fino (%)	Stamp requerido (pulg.)	Stamp min. LAB (pulg.)
C210	25	Tabla S.3.2.1	235	213	0.59	361	4.78	0.530	0.470	A6	6
EVALUACIÓN Y AJUSTES DE INCIDENCIAS DE AGREGADOS											
						Mfg DISEÑO =>	4.56	(Definido luego las pruebas de laboratorio)			
						EVALUACIÓN Mfg =>		Ajustar incidencias y supervisar cantarías			

Demanda de Ingresos AG						Demanda de Ingresos AG		
Agua (lit)	Reducción de agua (lit)	Reducción de agua (%)	Agua (lit)	Reducción de agua (lit)	Reducción de agua (%)	Agua (lit)	Reducción de agua (lit)	Reducción de agua (%)
213	0	0.0%						

RELACION AJUSTAMIENTO POR RESISTENCIA			
f'c	Agua (lit)	Reducción de agua (%)	Reducción de agua (lit)
150	140	0.27	0.41
200	120	0.40	0.53
250	100	0.52	0.66
300	80	0.63	0.88
350	60	0.71	1.10
400	40	0.80	1.32

TANDA POR BOLSA DE CEMENTO			
Material	Cantidad	Unidad	Observaciones
Cemento	8.49	bolsa	
Arena	26.5	baldes	
Grava	31.2	baldes	
Agua	230.03	lit	
Plastificante	0.0	gr.	
Microsilice	28880.0	gr.	

Demanda del Concreto										
Material	%	Peso Seco (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Peso Humedo (kg/m ³)	Porcentaje SSS (kg/m ³)	Tanda	Peso Seco (kg/m ³)	Peso Humedo (kg/m ³)	Peso SSS (kg/m ³)	Volumen (m ³)
Cemento	1	361	0.1228	361	361	1000 L	361	361	361	0.1228
Microsilice	0.00	29	0.2300	29	29	28.88	29	29	29	0.00
Material Cementante		390	0.2300	390	390	388.88	390	390	390	0.2300
Agua		230	0.2900	234	234	230.03	234	234	234	0.2900
Agregado Fino - Agregado Fino - Cerdana Fina		789	0.2820	795	795	785.14	795	795	795	0.2820
Agregado Grueso - Agregado Grueso - Cerdana Propia		881	0.3282	871	871	873.42	871	871	871	0.3282
Plastificante	0.0000%									
Aire Atmósferico	2.00%		0.0220							
TOTAL	1.00	2270	1.0000	2288	2282	2289.473				

Gerente General
Gonzalo Alejandro Ganzo Aguilar
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 212543

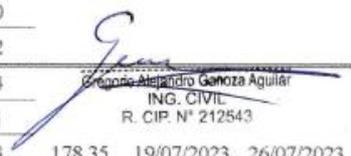


Anexo 04. Resultados de resistencia a la compresión

CORPORACIÓN A&J
CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA S.A.C.

TABLA 01. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS A COMPRESIÓN DE 07 DÍAS

Mezcla	Código	D (cm)	Área (cm²)	Carga Máx. (KG)	F'c (Kg/cm²)	F'c prom. (kg/cm²)	Fecha de confección	Fecha de rotura
PATRÓN	1	9.90	76.98	11400.00	148.10	137.48	17/07/2023	24/07/2023
	2	10.00	78.54	10550.00	134.33			
	3	10.10	80.12	10900.00	136.05			
	4	10.00	78.54	10510.00	133.82			
	5	9.90	76.98	10400.00	135.11			
ADICIÓN SIKACEM PLASTIFICANTE AL 0.4%	1	10.05	79.33	12250.00	154.42	153.42	18/07/2023	25/07/2023
	2	10.15	80.91	12360.00	152.76			
	3	10.10	80.12	12880.00	160.76			
	4	10.05	79.33	11750.00	148.12			
	5	10.10	80.12	12100.00	151.03			
ADICIÓN SIKACEM PLASTIFICANTE AL 0.6%	1	10.05	79.33	12690.00	159.97	160.03	18/07/2023	25/07/2023
	2	10.15	80.91	12990.00	160.54			
	3	10.10	80.12	12790.00	159.64			
	4	10.05	79.33	12970.00	163.50			
	5	10.10	80.12	12540.00	156.52			
ADICIÓN SIKACEM PLASTIFICANTE AL 0.8%	1	10.05	79.33	14300.00	180.27	175.23	18/07/2023	25/07/2023
	2	10.15	80.91	13980.00	172.78			
	3	10.10	80.12	14710.00	183.60			
	4	10.05	79.33	14020.00	176.74			
	5	10.10	80.12	13040.00	162.76			
ADICIÓN SIKAFUME-AL 4%	1	10.05	79.33	10880.00	137.15	145.01	19/07/2023	26/07/2023
	2	10.15	80.91	12190.00	150.65			
	3	10.10	80.12	10760.00	134.30			
	4	10.05	79.33	12110.00	152.66			
	5	10.10	80.12	12040.00	150.28			
ADICIÓN SIKAFUME AL 6%	1	10.05	79.33	13090.00	165.01	175.37	19/07/2023	26/07/2023
	2	10.15	80.91	13850.00	171.17			
	3	10.10	80.12	14730.00	183.85			
	4	10.05	79.33	14810.00	186.70			
	5	10.10	80.12	13630.00	170.12			
ADICIÓN SIKAFUME AL 8%	1	10.05	79.33	14980.00	188.84	178.35	19/07/2023	26/07/2023
	2	10.15	80.91	14420.00	178.21			
	3	10.10	80.12	14800.00	184.73			
	4	10.05	79.33	12970.00	163.50			
	5	10.10	80.12	14140.00	176.49			



Alejandro Ganoza Aguilar
ING. CIVIL
R. CIP. N° 212543





TABLA 02. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS A COMPRESIÓN DE 14 DÍAS

Mezcla	Código	D (cm)	Área (cm ²)	Carga Máx. (KG)	F'c (Kg/cm ²)	f'c prom. (kg/cm ²)	Fecha de confección	Fecha de rotura
PATRÓN	1	10.05	79.33	14400.00	181.53	172.60	17/07/2023	31/07/2023
	2	10.05	79.33	13680.00	172.45			
	3	10.00	78.54	13430.00	171.00			
	4	10.00	78.54	13480.00	171.63			
	5	10.05	79.33	13200.00	166.40			
ADICIÓN SIKACEM PLASTIFICANTE AL 0.4%	1	10.10	80.12	15780.00	196.96	193.15	18/07/2023	1/08/2023
	2	10.00	78.54	14960.00	190.48			
	3	10.10	80.12	15690.00	195.84			
	4	10.00	78.54	14990.00	190.86			
	5	10.00	78.54	15050.00	191.62			
ADICIÓN SIKACEM PLASTIFICANTE AL 0.6%	1	10.05	79.33	15830.00	199.55	200.45	18/07/2023	1/08/2023
	2	10.10	80.12	16290.00	203.32			
	3	10.00	78.54	15600.00	198.63			
	4	10.05	79.33	15820.00	199.43			
	5	10.00	78.54	15810.00	201.30			
ADICIÓN SIKACEM PLASTIFICANTE AL 0.8%	1	10.05	79.33	16220.00	204.47	203.21	18/07/2023	1/08/2023
	2	9.90	76.98	15870.00	206.17			
	3	10.05	79.33	15560.00	196.15			
	4	10.10	80.12	16560.00	206.69			
	5	10.00	78.54	15910.00	202.57			
ADICIÓN SIKAFUME AL 4%	1	10.00	78.54	13360.00	170.10	176.42	19/07/2023	2/08/2023
	2	10.00	78.54	15190.00	193.41			
	3	10.00	78.54	13390.00	170.49			
	4	10.05	79.33	13580.00	171.19			
	5	9.90	76.98	13620.00	176.94			
ADICIÓN SIKAFUME AL 6%	1	10.00	78.54	16980.00	216.20	209.85	19/07/2023	2/08/2023
	2	10.00	78.54	16250.00	206.90			
	3	10.00	78.54	15320.00	195.06			
	4	10.05	79.33	16880.00	212.79			
	5	10.10	80.12	17490.00	218.30			
ADICIÓN SIKAFUME AL 8%	1	10.00	78.54	16170.00	205.88	212.97	19/07/2023	2/08/2023
	2	10.00	78.54	15360.00	195.57			
	3	10.05	79.33	17380.00	219.09			
	4	9.90	76.98	18080.00	234.88			
	5	10.00	78.54	16450.00	209.45			




 Gregorio Alejandro Carroza Aguilar
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 212543

CORPORACIÓN A&J
CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA S.A.C.

TABLA 03. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS A COMPRESIÓN DE 28 DÍAS

Mezcla	Código	D (cm)	Área (cm ²)	Carga Máx. (KG)	F ^c (Kg/cm ²)	f _c prom. (kg/cm ²)	Fecha de confección	Fecha de rotura
PATRÓN	1	10.00	78.54	16420.00	209.07	211.98	17/07/2023	14/08/2023
	2	10.05	79.33	16730.00	210.90			
	3	10.10	80.12	17280.00	215.68			
	4	10.00	78.54	16240.00	206.77			
	5	10.00	78.54	17080.00	217.47			
ADICIÓN SIKACEM PLASTIFICANTE AL 0.4%	1	10.00	78.54	18090.00	230.33	224.99	18/07/2023	15/08/2023
	2	10.10	80.12	18000.00	224.67			
	3	10.05	79.33	17870.00	225.27			
	4	10.10	80.12	17530.00	218.80			
	5	10.00	78.54	17740.00	225.87			
ADICIÓN SIKACEM PLASTIFICANTE AL 0.6%	1	10.10	80.12	17170.00	214.31	233.64	18/07/2023	15/08/2023
	2	10.05	79.33	18180.00	229.18			
	3	10.00	78.54	19460.00	247.77			
	4	10.00	78.54	18450.00	234.91			
	5	9.90	76.98	18630.00	242.02			
ADICIÓN SIKACEM PLASTIFICANTE AL 0.8%	1	10.00	78.54	20300.00	258.47	244.54	18/07/2023	15/08/2023
	2	10.01	78.70	18090.00	229.87			
	3	10.00	78.54	18610.00	236.95			
	4	10.10	80.12	20000.00	249.63			
	5	10.00	78.54	19460.00	247.77			
ADICIÓN SIKAFUME AL 4%	1	10.10	80.12	16780.00	209.44	218.94	19/07/2023	16/08/2023
	2	10.05	79.33	17370.00	218.97			
	3	10.05	79.33	16290.00	205.35			
	4	9.90	76.98	18290.00	237.60			
	5	10.00	78.54	17540.00	223.33			
ADICIÓN SIKAFUME AL 6%	1	10.00	78.54	18490.00	235.42	230.93	19/07/2023	16/08/2023
	2	10.05	79.33	19090.00	240.65			
	3	10.10	80.12	16680.00	208.19			
	4	10.00	78.54	18440.00	234.79			
	5	10.05	79.33	18690.00	235.61			
ADICIÓN SIKAFUME AL 8%	1	10.00	78.54	19580.00	249.30	241.67	19/07/2023	16/08/2023
	2	10.10	80.12	18330.00	228.79			
	3	10.05	79.33	18680.00	235.48			
	4	10.00	78.54	19540.00	248.79			
	5	10.00	78.54	19320.00	245.99			



Gregorio Alejandro Ganoza Aguilar
ING. CIVIL
R. CIP. N° 212543



Anexo 05. Ensayos del concreto en estado fresco



CERTIFICADO DE ENSAYOS DE CONCRETO EN
ESTADO FRESCO

1. DATOS DEL SOLICITANTE

- SOLICITANTE: PAUL CALEB FERNÁNDEZ CHACÓN

2. DIAGNÓSTICO:

CORPORACIÓN A&J SAC, EMITE EL SIGUIENTE CERTIFICADO EL CUAL EVIDENCIA LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EN DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO, SE REALIZARON ENSAYOS DE PESO UNITARIO, ASENTAMIENTO O SLUMP Y TEMPERATURA DEL CONCRETO FRESCO PARA CADA DISEÑO DE MEZCLA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: : "INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS SIKACEM PLASTIFICANTE Y MICROSÍLICE EN EL ASENTAMIENTO, RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y SUCCIÓN CAPILAR DE UN CONCRETO CON 21 MPA CON FINES DE CIMENTACIÓN EN LA CIUDAD DE TRUJILLO-2023".

TABLA 01. RESUMEN DE LOS VALORES OBTENIDOS EN ENSAYOS DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO.

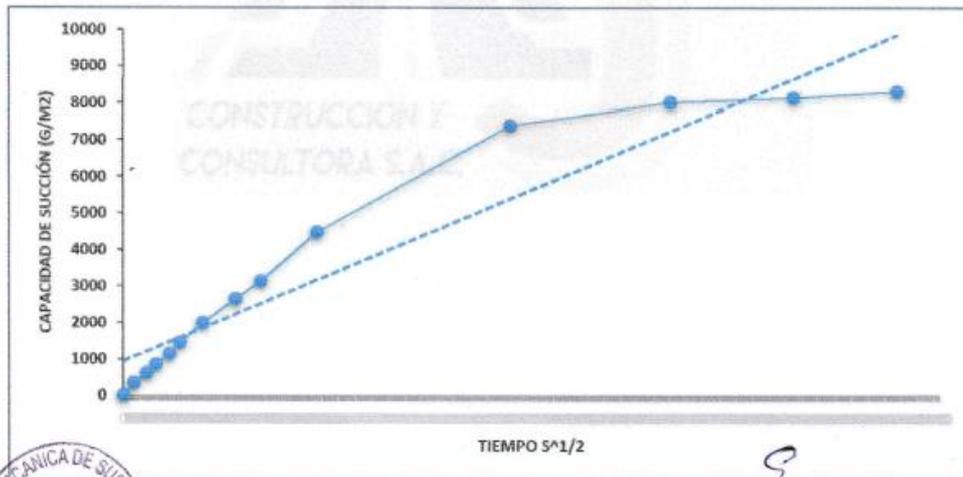
DM	Asentamiento (plg)	Temperatura (°C)	Peso unitario (Kg/m ³)
PATRON	4 1/2	26.1	2,354
SIKACEM PLASTIFICANTE AL 0.4%	5	25.8	2,364
SIKACEM PLASTIFICANTE AL 0.6%	6 1/2	26.0	2,344
SIKACEM PLASTIFICANTE AL 0.8%	8	26.2	2,312
SIKAFUME AL 4%	4	24.4	2,358
SIKAFUME AL 6%	3	24.8	2,362
SIKAFUME AL 8%	2 1/2	24.8	2,364

Graciela Alejandra Gamboa Aguilar
ING. CIVIL
R. CIP. N° 212543

Anexo 06. Ensayo de Succión capilar del concreto

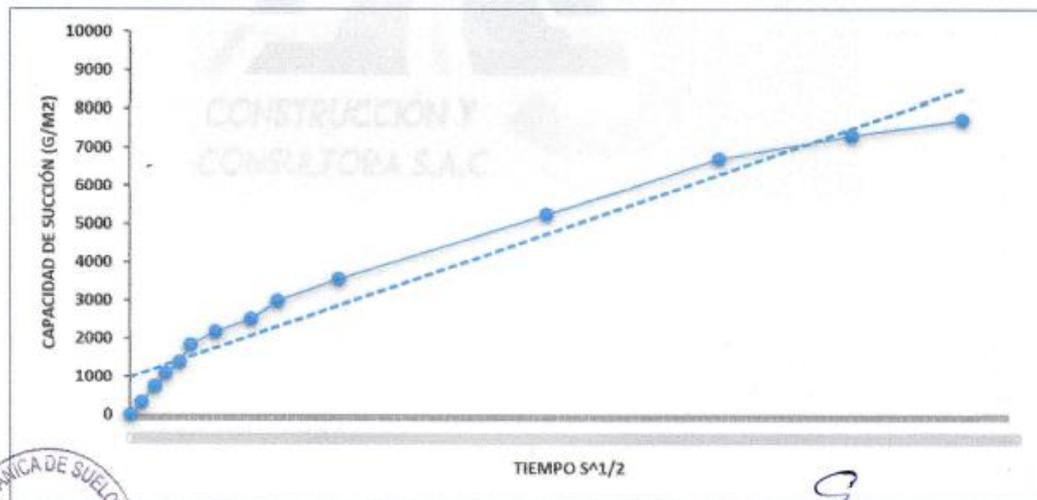


ENSAYO DE SUCCIÓN EN EL CONCRETO							
Datos de entrada:							
Codigo de la muestra		PATRON		Masa Seca de muestra (g.) :		904.80	
Diametro de muestra (m.)		0.1000		Area de sección transv. (m2):		0.0079	
Tiempo del Ensayo			Tiempo $\wedge 1/2$	Masa (g)	$\Delta M (g.) =$ Mhumeda- Mseca	Parametros de succion capilar	
Segundos (s)	Tiempo					Capacidad de succión (g/m2)	Velocidad de succión (g/ (m2. s $\wedge 1/2$))
0	0	min	0	904.80	0.00	0.00	-
60	1	min	8	907.50	2.70	343.77	44.38
300	5	min	17	909.60	4.80	611.15	35.29
600	10	min	24	911.50	6.70	853.07	34.83
1200	20	min	35	913.80	9.00	1145.92	33.08
1800	30	min	42	916.30	11.50	1464.23	34.51
3600	1	h.	60	920.50	15.70	1998.99	33.32
7200	2	h.	85	925.60	20.80	2648.34	31.21
10800	3	h.	104	929.40	24.60	3132.17	30.14
21600	6	h.	147	940.00	35.20	4481.80	30.49
86400	24	h.	294	962.90	58.10	7397.52	25.17
172800	48	h.	416	967.80	63.00	8021.41	19.30
259200	72	h.	509	968.70	63.90	8136.00	15.98
345600	96	h.	588	970.00	65.20	8301.52	14.12



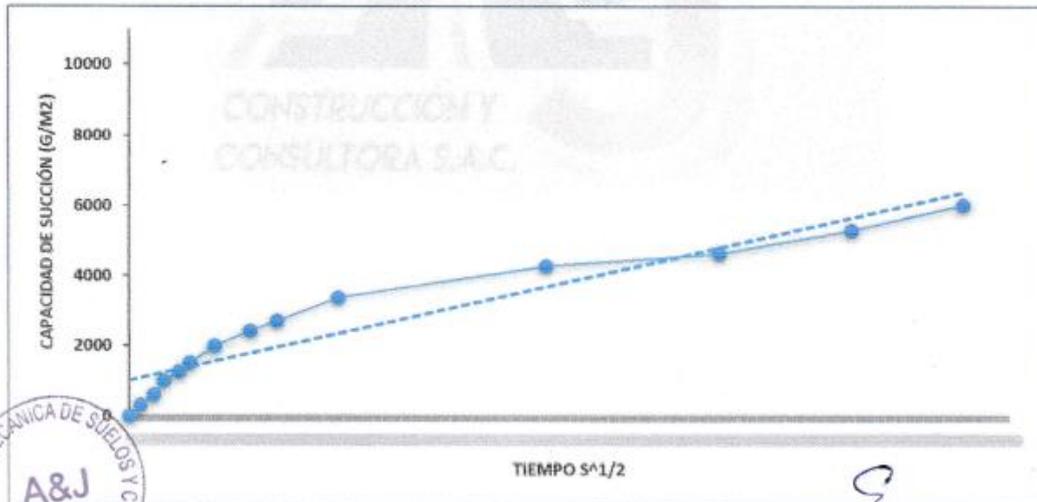
[Signature]
Gustavo Alejandro Ganoza Aguilar
ING. CIVIL
R. CIP N° 212543

ENSAYO DE SUCCIÓN EN EL CONCRETO							
Datos de entrada:							
Codigo de la muestra		0.4% PLAST		Masa Seca de muestra (g) :		873.50	
Diametro de muestra (m.)		0.1005		Area de sección transv. (m2):		0,0079	
Tiempo del Ensayo			Tiempo \wedge 1/2	Masa (g)	ΔM (g.) = Mhumeda- Mseca	Parámetros de succión capilar	
Segundos (s)	Tiempo					Capacidad de succión (g/m2)	Velocidad de succión (g/(m2. s \wedge 1/2))
0	0	min	0	873.50	0.00	0,00	-
60	1	min	8	876.10	2.60	327.76	42.31
300	5	min	17	879.40	5.90	743.76	42.94
600	10	min	24	882.10	8.60	1084.12	44.26
1200	20	min	35	884.50	11.00	1386.66	40.03
1800	30	min	42	888.10	14.60	1840.48	43.38
3600	1	h.	60	890.80	17.30	2180.84	36.35
7200	2	h.	85	893.40	19.90	2508.60	29.56
10800	3	h.	104	897.20	23.70	2987.63	28.75
21600	6	h.	147	901.80	28.30	3567.50	24.27
86400	24	h.	294	915.20	41.70	5256.71	17.88
172800	48	h.	416	926.80	53.30	6719.01	16.16
259200	72	h.	509	931.60	58.10	7324.10	14.39
345600	96	h.	588	934.80	61.30	7727.49	13.14



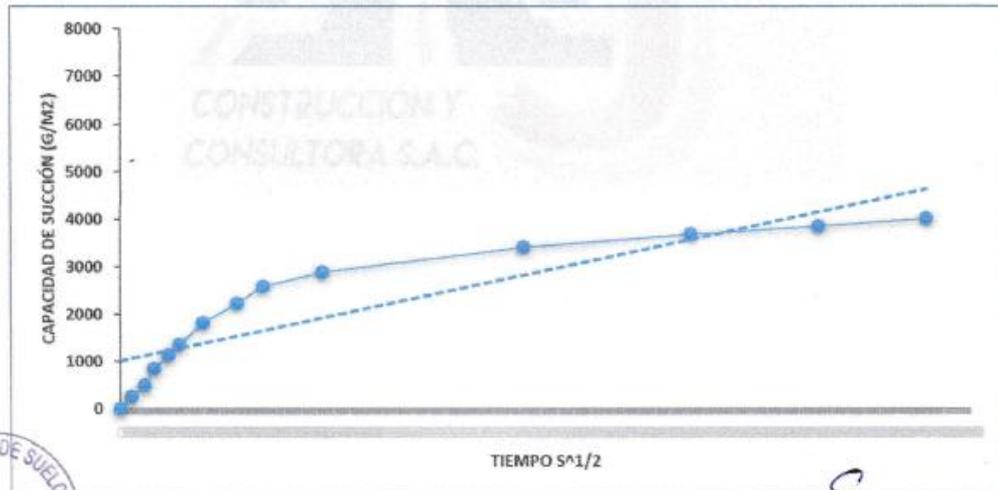
[Firma]
Ing. Alejandro Ganoza Aguilar
ING. CIVIL
R. C. P. N° 212543

ENSAYO DE SUCCIÓN EN EL CONCRETO							
Datos de entrada:							
Codigo de la muestra		0.6%-PLAST		Masa Seca de muestra (g.) :		898.40	
Diametro de muestra (m.)		0.1010		Area de sección transv. (m2):		0.0080	
Tiempo del Ensayo			Tiempo \wedge 1/2	Masa (g)	ΔM (g.) = Mhumeda- Mseca	Parámetros de succión capilar	
Segundos (s)	Tiempo					Capacidad de succión (g/m2)	Velocidad de succión (g/ (m2. s \wedge 1/2))
0	0	min	0	898.40	0.00	0.00	-
60	1	min	8	900.80	2.40	299.56	38.67
300	5	min	17	903.20	4.80	599.11	34.59
600	10	min	24	906.50	8.10	1011.00	41.27
1200	20	min	35	908.50	10.10	1260.63	36.39
1800	30	min	42	910.60	12.20	1522.75	35.89
3600	1	h.	60	914.50	16.10	2009.52	33.49
7200	2	h.	85	917.90	19.50	2433.90	28.68
10800	3	h.	104	920.20	21.80	2720.97	26.18
21600	6	h.	147	925.50	27.10	3382.49	23.01
86400	24	h.	294	932.80	34.40	4293.64	14.61
172800	48	h.	416	935.60	37.20	4643.12	11.17
259200	72	h.	509	940.90	42.50	5304.64	10.42
345600	96	h.	588	946.70	48.30	6028.57	10.25



[Firma]
ING. CIVIL
R. CIP. Nº 212543

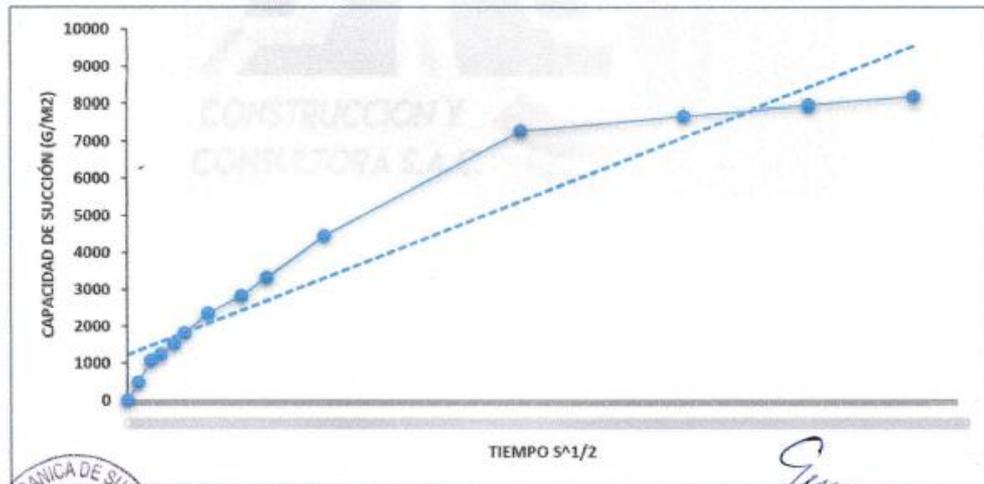
ENSAYO DE SUCCIÓN EN EL CONCRETO							
Datos de entrada:							
Codigo de la muestra		0.8%-PLAST		Masa Seca de muestra (g.) :	900.50		
Diametro de muestra (m.)		0.1005		Area de sección transv. (m2):	0.0079		
Tiempo del Ensayo			Tiempo $s^{1/2}$	Masa (g)	ΔM (g.) = Mhumeda- Mseca	Parámetros de succión capilar	
Segundos (s)	Tiempo					Capacidad de succión (g/m2)	Velocidad de succión (g/(m2. s $^{1/2}$))
0	0	min	0	900.50	0.00	0.00	-
60	1	min	8	902.50	2.00	252.12	32.55
300	5	min	17	904.40	3.90	491.63	28.38
600	10	min	24	907.20	6.70	844.60	34.48
1200	20	min	35	909.50	9.00	1134.54	32.75
1800	30	min	42	911.30	10.80	1361.45	32.09
3600	1	h.	60	914.90	14.40	1815.27	30.25
7200	2	h.	85	918.20	17.70	2231.27	26.30
10800	3	h.	104	921.00	20.50	2584.23	24.87
21600	6	h.	147	923.40	22.90	2886.78	19.64
86400	24	h.	294	927.60	27.10	3416.23	11.62
172800	48	h.	416	929.80	29.30	3693.56	8.89
259200	72	h.	509	931.10	30.60	3857.44	7.58
345600	96	h.	588	932.40	31.90	4021.32	6.84



[Firma]
Segundo Alejandro Gálvez Aguilar
ING. CIVIL
R. CIP. N° 212543



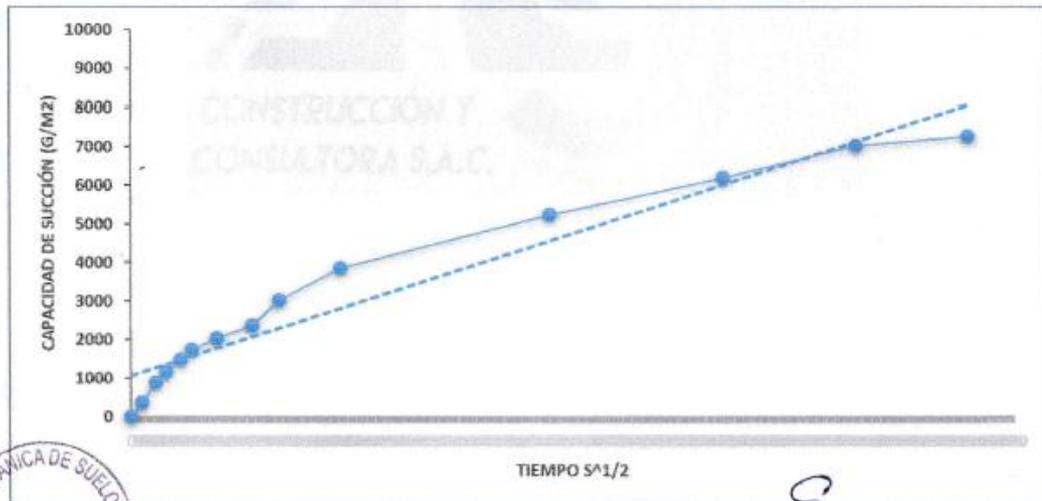
ENSAYO DE SUCCIÓN EN EL CONCRETO							
Datos de entrada:							
Codigo de la muestra		4% S.FUME		Masa Seca de muestra (g) :		897.90	
Diametro de muestra (m.)		0.1015		Area de sección transv. (m2):		0.0081	
Tiempo del Ensayo			Tiempo $\wedge 1/2$	Masa (g)	$\Delta M (g) =$ Mhumeda- Mseca	Parametros de succion	
Segundos (s)	Tiempo					Capacidad de succion (g/m2)	Velocidad de succion (g/(m2. s $\wedge 1/2$))
0	0	min	0	897.90	0.00	0.00	-
60	1	min	8	901.80	3.90	482.00	62.23
300	5	min	17	906.60	8.70	1075.22	62.08
600	10	min	24	908.00	10.10	1248.24	50.96
1200	20	min	35	910.30	12.40	1532.50	44.24
1800	30	min	42	912.70	14.80	1829.11	43.11
3600	1	h.	60	917.00	19.10	2360.54	39.34
7200	2	h.	85	920.90	23.00	2842.54	33.50
10800	3	h.	104	924.90	27.00	3336.89	32.11
21600	6	h.	147	934.00	36.10	4461.54	30.36
86400	24	h.	294	956.80	58.90	7279.36	24.76
172800	48	h.	416	960.10	62.20	7687.20	18.49
259200	72	h.	509	962.30	64.40	7959.10	15.63
345600	96	h.	588	964.10	66.20	8181.56	13.92



[Signature]
Gregorio Alejandro Canoza Aguilar
ING. CIVIL
R. CIP. N° 212543

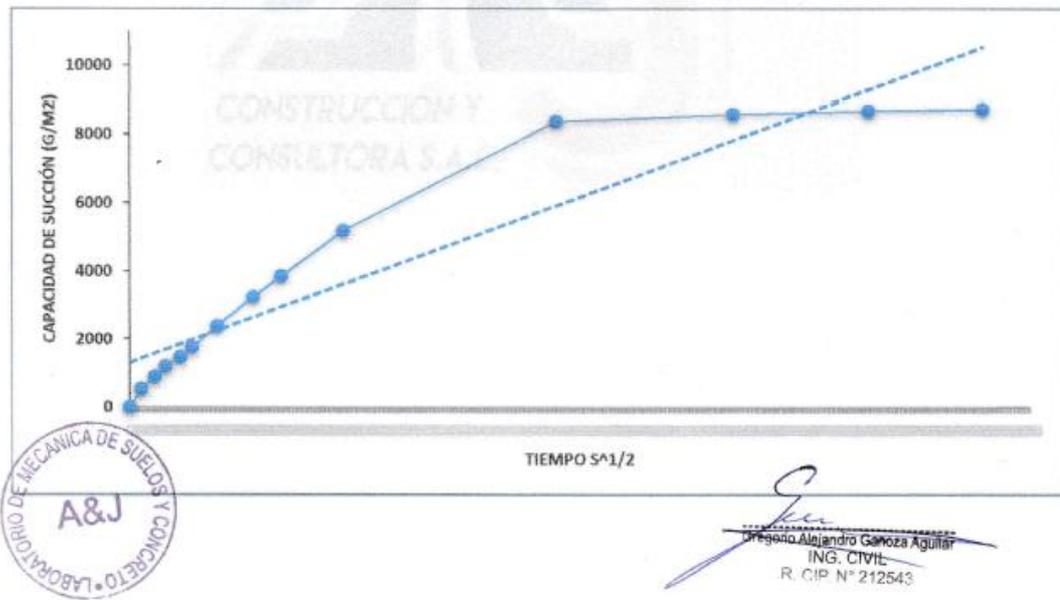


ENSAYO DE SUCCIÓN EN EL CONCRETO							
Datos de entrada:							
Codigo de la muestra		6% S. FUME		Masa Seca de muestra (g) :		880.60	
Diametro de muestra (m.)		0.1010		Area de sección transv. (m2):		0.0080	
Tiempo del Ensayo			Tiempo ^{^1/2}	Masa (g)	$\Delta M (g.) = M_{humeda} - M_{seca}$	Parametros de succion	
Segundos (s)	Tiempo					Capacidad de succión (g/m2)	Velocidad de succión (g/(m2. s ^{^1/2}))
0	0	min	0	880.60	0.00	0,00	-
60	1	min	8	883.60	3.00	374.45	48.34
300	5	min	17	887.70	7.10	886.19	51.16
600	10	min	24	890.00	9.40	1173.26	47.90
1200	20	min	35	892.50	11.90	1485.30	42.88
1800	30	min	42	894.60	14.00	1747.41	41.19
3600	1	h.	60	896.90	16.30	2034.49	33.91
7200	2	h.	85	899.60	19.00	2371.49	27.95
10800	3	h.	104	904.90	24.30	3033.01	29.19
21600	6	h.	147	911.50	30.90	3856.79	26.24
86400	24	h.	294	922.60	42.00	5242.24	17.83
172800	48	h.	416	930.20	49.60	6190.83	14.89
259200	72	h.	509	936.90	56.30	7027.09	13.80
345600	96	h.	588	938.80	58.20	7264.24	12.36



Gregorio Alejandro Ganoza Aguilar
ING. CIVIL
R. CIP N° 212543

ENSAYO DE SUCCIÓN EN EL CONCRETO							
Datos de entrada:							
Codigo de la muestra		8% S. FUME	Masa Seca de muestra (g.) :		856.50		
Diámetro de muestra (m.)		0.1010	Area de sección transv. (m2):		0.0080		
Tiempo del Ensayo			Tiempo $s^{1/2}$	Masa (g)	$\Delta M (g.) =$ Mhumeda- Mseca	Parametros de succion	
Segundos (s)	Tiempo					Capacidad de succión (g/m2)	Velocidad de succión (g/(m2. s $^{1/2}$))
0	0	min	0	856.50	0.00	0.00	-
60	1	min	8	860.80	4.30	536.71	69.29
300	5	min	17	863.70	7.20	898.67	51.88
600	10	min	24	866.10	9.60	1198.23	48.92
1200	20	min	35	868.30	11.80	1472.82	42.52
1800	30	min	42	870.60	14.10	1759.89	41.48
3600	1	h.	60	875.60	19.10	2383.97	39.73
7200	2	h.	85	882.40	25.90	3232.71	38.10
10800	3	h.	104	887.40	30.90	3856.79	37.11
21600	6	h.	147	898.10	41.60	5192.31	35.33
86400	24	h.	294	923.70	67.20	8387.58	28.54
172800	48	h.	416	925.30	68.80	8587.28	20.66
259200	72	h.	509	926.10	69.60	8687.14	17.06
345600	96	h.	588	926.40	69.90	8724.58	14.84



Anexo 07. Análisis de Costos por m³ de concreto

Costo – Concreto patrón					
Materiales	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial	Total
Agregado Grueso	m ³	0.3431	S/ 65.00	S/ 22.30	
Agregado Fino	m ³	0.3043	S/ 45.00	S/ 13.69	
Agua	m ³	0.2130	S/ 7.00	S/ 1.49	
Cemento	bol	8.49	S/ 28.30	S/ 240.27	
Aditivo SikaCem plastificante	lt	-	S/ -	S/ -	
Aditivo Microsílíce SikaFume	gr				
				S/277.75	
					S/ 277.75

Costo – Concreto SikaCem Plast. 0.4%					
Materiales	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial	Total
Agregado Grueso	m ³	0.3431	S/ 65.00	S/ 22.30	
Agregado Fino	m ³	0.3043	S/ 45.00	S/ 13.69	
Agua	m ³	0.2130	S/ 7.00	S/ 1.49	
Cemento	bol	8.49	S/ 28.30	S/ 240.27	
Aditivo SikaCem plastificante	lt	1.44	S/ 11.75	S/ 16.92	
Aditivo Microsílíce SikaFume	gr				
				S/294.67	
					S/ 294.67

Costo – Concreto SikaCem Plast. 0.6%					
Materiales	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial	Total
Agregado Grueso	m ³	0.3431	S/ 65.00	S/ 22.30	
Agregado Fino	m ³	0.3043	S/ 45.00	S/ 13.69	
Agua	m ³	0.2130	S/ 7.00	S/ 1.49	
Cemento	bol	8.49	S/ 28.30	S/ 240.27	
Aditivo SikaCem plastificante	lt	2.17	S/ 11.75	S/ 25.50	
Aditivo Microsílíce SikaFume	gr				
				S/303.25	
					S/ 303.25

Costo – Concreto SikaCem Plast. 0.8%

Materiales	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial	Total
Agregado Grueso	m ³	0.3431	S/ 65.00	S/ 22.30	
Agregado Fino	m ³	0.3043	S/ 45.00	S/ 13.69	
Agua	m ³	0.2130	S/ 7.00	S/ 1.49	
Cemento	bol	8.49	S/ 28.30	S/ 240.27	
Aditivo SikaCem plastificante	lt	2.89	S/ 11.75	S/ 33.96	
Aditivo Microsílíce Sikafume	gr				
				S/311.71	
					S/ 311.75

Costo – Concreto SikaFume 4%

Materiales	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial	Total
Agregado Grueso	m ³	0.3312	S/ 65.00	S/ 21.53	
Agregado Fino	m ³	0.2937	S/ 45.00	S/ 13.22	
Agua	m ³	0.2276	S/ 7.00	S/ 1.59	
Cemento	bol	8.73	S/ 28.30	S/ 247.06	
Aditivo SikaCem plastificante	lt		-	-	
Aditivo Microsílíce Sikafume	kg	15	S/ 7.72	S/ 115.8	
				S/399.20	
					S/ 399.20

Costo – Concreto SikaFume 6%

Materiales	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial	Total
Agregado Grueso	m ³	0.3276	S/ 65.00	S/ 21.94	
Agregado Fino	m ³	0.2905	S/ 45.00	S/ 13.07	
Agua	m ³	0.2320	S/ 7.00	S/ 1.62	
Cemento	bol	8.73	S/ 28.30	S/ 247.06	
Aditivo SikaCem plastificante	lt		-	-	
Aditivo Microsílíce Sikafume	kg	22	S/ 7.72	S/ 169.84	
				S/453.53	
					S/ 453.53

Costo – Concreto SikaFume 8%

	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial	Total
Materiales					
Agregado Grueso	m ³	0.3240	S/ 65.00	S/ 21.06	
Agregado Fino	m ³	0.2874	S/ 45.00	S/ 12.93	
Agua	m ³	0.2364	S/ 7.00	S/ 1.65	
Cemento	bol	8.73	S/ 28.30	S/ 247.06	
Aditivo SikaCem plastificante	lt		-	-	
Aditivo Microsílíce Sikafume	kg	30	S/ 7.72	S/ 231.6	
				S/514.30	
					S/ 514.30

Anexo 08. Panel Fotográfico



Fotografía 1 Realizando el ensayo de granulometría del agregado grueso.



Fotografía 2 Realizando el ensayo de peso unitario compactado del agregado fino.



Fotografía 3 Realizando la muestra patrón con el diseño de mezcla.



Fotografía 4 Tomando la temperatura de la mezcla patrón.



Fotografía 5 Asentamiento de la mezcla con 0.8% de aditivo plastificante SikaCem.



Fotografía 6 Asentamiento de la mezcla con la adición del 6% microsílíce SikaFume.



Fotografía 7 Ensayo de peso específico del concreto en estado fresco.



Fotografía 10 Ensayo de resistencia a la compresión de testigo de concreto a la edad de 7 días.



Fotografía 10 Ensayo de resistencia a la compresión de testigo de concreto a la edad de 14 días.



Fotografía 10 Ensayo de resistencia a la compresión de testigo de concreto a la edad de 28 días.