



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Efectos de la adición de microsílíce con biopolímero en las propiedades del concreto estructural ( $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) para viviendas,  
Cusco, 2022

**AUTOR:**

Berrios Caceres, Pavel Antony ([orcid.org/0000-0002-0085-7069](https://orcid.org/0000-0002-0085-7069))

**ASESOR:**

Mg. Ing. Canta Honores, Jorge Luis (ORCID: [0000-0002-9232-1359](https://orcid.org/0000-0002-9232-1359))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

Esta tesis está dedicada a Dios, que me brinda fuerza para continuar, a mi madre Alicia por creer en mí y la paciencia que tiene, a mi padre Washington por su apoyo, a mis hermanos Juan Carlos y Francesco que me alientan a seguir adelante, a toda mi familia y a los amigos que me motivan y me brinda aliento y de los que estaré siempre agradecido.

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios nuestro señor, que me brindo la oportunidad de seguir esta carrera, a toda mi familia y sus palabras de aliento para no decaer en ningún momento, a mis amistades que me brindaron su apoyo, a mis compañeros de universidad y colegas que en algún momento me enseñaron la importancia de todo lo aprendido.

Mención especial de agradecimiento a la Universidad Cesar Vallejo y su fundador el Dr. Cesar Acuña Peralta, que nos brindan la oportunidad de acceder a una educación de calidad y apoyo a los estudiantes, a mi asesor el Mgt.Ing Jorge Luis Canta Honores, por su apoyo en la elaboración de esta tesis y su paciencia.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de Tablas .....	v
Índice de Figuras .....	vii
Resumen.....	ix
Abstract .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	11
III. METODOLOGÍA .....	24
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	24
3.1.1 Tipo de investigación .....	24
3.1.2 Diseño .....	24
3.2 Variables y operacionalización.....	25
3.3 Población, muestra y muestreo de la investigación .....	28
3.3.1 Población .....	28
3.3.2 Muestra .....	29
3.3.3 Muestreo .....	30
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos. ....	31
3.5 Procedimientos. ....	33
3.6 Análisis de datos.....	60
3.7 Aspectos Éticos .....	61
IV. RESULTADOS .....	63
V. DISCUSIÓN.....	82
VI. CONCLUSIONES.....	87
VII. RECOMENDACIONES .....	89
REFERENCIAS .....	90
ANEXOS .....	95

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b>	Justificación de porcentajes según autor .....	8
<b>Tabla 2.</b>	Requisitos químicos.....	19
<b>Tabla 3.</b>	Requisitos físicos .....	20
<b>Tabla 4.</b>	Variables de estudio a considerar en la hipótesis .....	26
<b>Tabla 5.</b>	Tabla de operacionalización de variables.....	27
<b>Tabla 6.</b>	Cantidad de mortero para la población .....	29
<b>Tabla 7.</b>	Muestra de la población.....	30
<b>Tabla 8.</b>	Formatos y equipos usados en las pruebas de laboratorio .....	31
<b>Tabla 9.</b>	Requisitos Físicos del cemento según la norma.....	36
<b>Tabla 10.</b>	Requisitos Químicos del cemento según la norma .....	36
<b>Tabla 11.</b>	Ensayos para realizar en la investigación .....	38
<b>Tabla 12.</b>	Peso unitario .....	39
<b>Tabla 13.</b>	Ensayo para la obtención de peso específico del agregado grueso.....	41
<b>Tabla 14.</b>	Determinación del contenido de humedad del agregado grueso .....	42
<b>Tabla 15.</b>	Granulometría del Agregado Grueso .....	43
<b>Tabla 16.</b>	Resultados del peso específico del agregado fino .....	45
<b>Tabla 17.</b>	Contenido de humedad del agregado Fino.....	46
<b>Tabla 18.</b>	Granulometría del Agregado Fino .....	46
<b>Tabla 19.</b>	Criterios para el diseño de mezcla .....	48
<b>Tabla 20.</b>	Datos de la elaboración del diseño de mezcla .....	48
<b>Tabla 21.</b>	Diseño de mezcla con ajuste de humedad.....	48
<b>Tabla 22.</b>	Cantidad de materiales para una bolsa de cemento .....	49
<b>Tabla 23.</b>	Insumos para un molde cilíndrico y un prisma .....	49
<b>Tabla 24.</b>	Diseño de concreto patrón $F'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> – proporción de 1m <sup>3</sup> .....	50
<b>Tabla 25.</b>	Diseño de concreto con adición 5% Microsílice y 1% biopolímero – proporción de 1m <sup>3</sup> .....	50
<b>Tabla 26.</b>	Diseño de concreto con adición 10% Microsílice y 1% biopolímero – proporción de 1m <sup>3</sup> .....	51
<b>Tabla 27.</b>	Diseño de concreto con adición 15% Microsílice y 1% biopolímero – proporción de 1m <sup>3</sup> .....	51
<b>Tabla 28.</b>	Slump de cada concreto elaborado.....	55
<b>Tabla 29.</b>	Temperatura de cada concreto elaborado .....	56

<b>Tabla 30.</b>	Costos de concretos elaborados .....	60
<b>Tabla 31.</b>	Tabla de ensayos, normas aplicadas en la investigación .....	61
<b>Tabla 32.</b>	Resultados del ensayo de revenimiento .....	63
<b>Tabla 33.</b>	Prueba de normalidad Shapiro-Wilk .....	64
<b>Tabla 34.</b>	Prueba ANOVA .....	65
<b>Tabla 35.</b>	Resultados del ensayo de temperatura para los diferentes morteros elaborados .....	66
<b>Tabla 36.</b>	Prueba de normalidad Shapiro-Wilk .....	67
<b>Tabla 37.</b>	Prueba ANOVA .....	68
<b>Tabla 38.</b>	Resultados de ensayo de compresión a los 7 días de edad .....	69
<b>Tabla 39.</b>	Resultados de ensayo de compresión a los 14 días de edad .....	70
<b>Tabla 40.</b>	Resultados de ensayo de compresión a los 28 días de edad .....	71
<b>Tabla 41.</b>	Prueba de normalidad Shapiro-Wilk .....	72
<b>Tabla 42.</b>	Prueba ANOVA .....	73
<b>Tabla 43.</b>	Prueba Post Hoc de Scheffé .....	74
<b>Tabla 44.</b>	Resultados de ensayo de flexión a los 28 días de edad .....	74
<b>Tabla 45.</b>	Prueba de normalidad Shapiro-Wilk .....	76
<b>Tabla 46.</b>	Prueba ANOVA .....	77
<b>Tabla 47.</b>	Prueba Post Hoc de Scheffé .....	77
<b>Tabla 48.</b>	Costo unitario por metro cuadrado de concreto patrón $F'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	78
<b>Tabla 49.</b>	Costo unitario por metro cuadrado de concreto con 5% de adición de microsílíce y 1% biopolímero .....	78
<b>Tabla 50.</b>	Costo unitario por metro cuadrado de concreto con 10% de adición de microsílíce y 1% biopolímero .....	79
<b>Tabla 51.</b>	Costo unitario por metro cuadrado de concreto con 10% de adición de microsílíce y 1% biopolímero .....	79
<b>Tabla 52.</b>	Resumen de costos .....	80

## Índice de Figuras

Figura 1.	Partículas de microsílíce, vista en microscopio .....	16
Figura 2.	Comparación de Tamaños entre el microsílíce y otras puzolanas .....	17
Figura 3.	Partículas de microsílíce, vista en microscopio .....	18
Figura 4.	Proceso para extraer el almidón de papa .....	19
Figura 5.	Ensayo de flexión mediante métodos ASTM C78 Y ASTM 293 .....	22
Figura 6.	cronograma para el desarrollo del proyecto de investigación.....	33
Figura 7.	Microsílíce en bolsa .....	33
Figura 8.	Muestra de microsílíce.....	34
Figura 9.	Papa blanca .....	35
Figura 10.	Papa blanca en decantamiento .....	35
Figura 11.	Papa blanca en agua .....	35
Figura 12.	Cantera de Vicho .....	37
Figura 13.	Agregado grueso.....	37
Figura 14.	Arena fina .....	37
Figura 15.	Llenando el envase con material.....	39
Figura 16.	Material listo para el ensayo .....	39
Figura 17.	Ensayo de gravedad especifica.....	40
Figura 18.	Secado de muestra al horno.....	40
Figura 19.	Muestras para secar .....	42
Figura 20.	Muestras en el horno .....	42
Figura 21.	Tamizado de Agregado Grueso .....	43
Figura 22.	Material tamizado .....	43
Figura 23.	Curva granulométrica del agregado grueso .....	44
Figura 24.	Material fino en una probeta .....	45
Figura 25.	Ensayo de absorcion.....	45
Figura 26.	Gráfico de la granulometría del agregado fino. ....	47
Figura 27.	Diagrama de flujo del diseño de mezcla.....	48
Figura 28.	Dimensiones de moldes para el concreto .....	50
Figura 29.	Agregado fino, grueso,cemento .....	52
Figura 30.	Almidon de papa en lechada .....	52

Figura 31. Briquetas de concreto .....	53
Figura 32. Elaboración de briquetas de concreto .....	53
Figura 33. Vigas de concreto en molde con su identificación .....	54
Figura 34. Vigas y briquetas de concreto .....	54
Figura 35. Cilindros de concreto en el proceso de curado.....	54
Figura 36. Cilindros de concreto en el proceso de curado.....	54
Figura 37. Ensayo del cono de abrams.....	55
Figura 38. Slump del concreto.....	55
Figura 39. Termómetro sumergido en el concreto .....	56
Figura 40. Briquetas para el ensayo de compresión .....	57
Figura 41. Briqueta en la maquina de compresion .....	57
Figura 42. Briqueta después de aplicada la carga que la rompa.....	58
Figura 43. Prismas de concreto .....	59
Figura 44. Prismas de concreto en el ensayo .....	59
Figura 45. Prisma de concreto ensayado. ....	59
Figura 46. Cuadro de comparaciones del slump .....	63
Figura 47. Cuadro de comparación de la temperatura del mortero de concreto.....	66
Figura 48. Resultados resistencia a la compresión 7 días .....	69
Figura 49. Resultados resistencia a la compresión edad 14 días. ....	70
Figura 50. Resultados de la resistencia a la compresión edad 28 días.....	72
Figura 51. Resistencia a la flexion 28 dias .....	75
Figura 52. Comparación de precios de los concretos elaborados.....	81

## Resumen

Este trabajo de investigación tiene como finalidad el demostrar que es necesario el uso de materiales que tengan la capacidad de reemplazar al cemento a la hora de su elaboración pues requiere mucha agua y produce contaminación, del mismo modo buscar otras alternativas que reemplacen los aditivos artificiales y se den a conocer las propiedades de estos, para elaborar concretos que sean amigables con el medio ambiente.

El concreto elaborado en esta investigación cumple con las normas establecidas en cuanto a resistencia se refiere, sin embargo, es necesario seguir estudiando su comportamiento a través del tiempo, pues la reducción de cemento no es un tema que se aprecie constantemente en las obras civiles, en este trabajo también se podrá encontrar una recopilación de antecedentes e información necesaria para la elaboración de este concreto y el comportamiento que tiene al ser sometido a distintos ensayos tanto en sus propiedades físicas y mecánicas.

Finalmente se compara los resultados de estos ensayos con otras investigaciones, para llegar a conocer si es verídica la información obtenida y cerrar la brecha de conocimiento planteada en dichas investigaciones, los resultados presentados, fueron realizados con la asesoría y supervisión de un profesional debidamente capacitado que tiene conocimiento en estos ámbitos. Los materiales elegidos para la elaboración de este concreto son el microsílíce o humo de sílice y el biopolímero, en este caso el almidón de papa.

Palabras clave: microsílíce, biopolímero, almidón de papa, concreto, compresión, flexión.

## Abstract

The purpose of this research work is to demonstrate that it is necessary to use materials that have the capacity to replace cement at the time of its elaboration, since it requires a lot of water and produces pollution, in the same way to look for other alternatives that replace artificial additives and the properties of these are made known, to elaborate concrete that are friendly to the environment.

The concrete elaborated in this investigation complies with the established norms in terms of resistance, however, it is necessary to continue studying its behavior over time, since the reduction of cement is not an issue that is constantly appreciated in civil works, In this work you can also find a compilation of background and information necessary for the preparation of this concrete and the behavior it has when subjected to different tests both in its physical and mechanical properties.

Finally, the results of these trials are compared with other investigations, to get to know if the information obtained is true and to close the knowledge gap raised in said investigations, the results presented were carried out with the advice and supervision of a duly trained professional who has knowledge in these surroundings. The materials chosen to produce this concrete are microsilica or silica fume and the biopolymer, in this case potato starch.

Keywords: microsilica, biopolymer, potato starch, concrete, compression, bending.

## I. INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción se vio afectada por deficiencias que se encuentran asociadas a las malas prácticas de fabricación de estructuras, así como a estándares inadecuados que no garantizan su integridad. En ese sentido el artículo (Critical factors affecting quality of building projects: professionals service providers perspectives, 2021 pp. 1-3) señala que la calidad de un proyecto de edificación se ve influenciada por factores internos como el diseño, desarrollo de personal, tecnologías de fabricación, innovación, materiales de construcción, etc. En los diferentes países se presentó la necesidad de construir edificaciones cada vez más resistentes debido a especificaciones que el diseño del proyecto establece y a las condiciones geográficas de cada región, debido a esto se necesita un material que pueda cumplir con las exigencias respecto a la capacidad de resistir las cargas a las que se encuentre expuesta la construcción, no solo para edificaciones de gran altura sino también para estructuras como puentes o túneles.

El material usado en estas construcciones es el concreto de alto rendimiento elaborado incorporando puzolanas de origen natural o artificial al mortero de cemento, sin embargo, en el artículo (High-strength Concrete (HSC) Material For High Rise Buildings, 2018 pág. 1), se menciona que la elaboración de este tipo especial de concreto es costosa pero necesaria, pues brinda soluciones estructurales para este tipo de construcciones. Como se mencionó anteriormente el principal material que se usa para la construcción en todo el mundo es el cemento, según la (ASOCEM - Indicadores Internacionales de cemento, 2019 pág. 1) cada año se producen en promedio un total de 4100 millones de toneladas de cemento en todo el mundo, encabezados por el continente Asiático, Europa, América, África y Oceanía respectivamente, en ese mismo contexto (VARGHESE, 2019 p. 826), menciona en su artículo de investigación que existe una gran preocupación debido al agua que se consume y a las emulsiones que se producen por la fabricación del cemento Portland, a causa de esto se formalizó el uso de Materiales Suplementarios Cementosos

(MSC), que pueden reemplazar de manera parcial al cemento o adicionada a este, dando lugar a los Concretos de Alto Desempeño y proporcionan características adicionales que benefician sus propiedades mientras el concreto esté fresco y/o endurecido. Uno de estos materiales suplementarios es el humo de sílice o microsíllice, que, al ser incorporado en el concreto, modifica sus características como una superior resistencia a la compresión si se compara con concretos tradicionales, nivel elevado de durabilidad, además de permeabilidad. (Micromechanical characteristics of high-performance concrete subjected to modifications of composition and homogenization, 2020 p. 4).

La necesidad de construir obras civiles con mayor resistencia también se presentó en América, debido a esto se empezó a utilizar este tipo de concretos a partir de los años 1960 según el artículo de (EBR Strengthening Technique for Concrete, Long-Term Behaviour and Historical Survey, 2018 pág. 2), para construcciones de grandes dimensiones y diseño sismorresistentes, sin embargo el costo de las mismas era de un valor económico elevado, debido a esto se implementó el uso de estos Materiales Suplementarios Cementosos en la década de 1990, siendo los pioneros las ciudades de Ohio y New York, en las cuales se construyeron capas de hormigón armado con microsíllice en distintas obras civiles, el porcentaje que se usó fue variando entre 5% a 12% (Modification of fine-grained polymer concrete with microsilica, 2018 p. 2). Por otro lado, el sur del continente americano también necesitó este tipo de material debido a que sus características sismorresistentes se adaptan a la necesidad de construir edificaciones con esta característica en particular, pues distintos países se encuentran en la Cinturón de Fuego del pacífico, en esta zona se determinó la inestabilidad tectónica y geológica que se ve reflejada por la ocurrencia de sismos y se extiende a lo largo de toda la costa del Pacífico. (PINARGOTE, y otros, 2019 pág. 19). Un ejemplo de esto fue el sismo en Ecuador de grado 7.8, el año 2016 que tuvo un mal desenlace con más de 5956 edificaciones destruidas, y las principales causas de esto fue la informalidad en la que se construye, la calidad de materiales usados, malas prácticas de construcción y el uso de cualquier tipo de agua. (FILIAN, et al., 2016 p. 2).

En el Perú, el crecimiento económico y poblacional provocó una demanda de viviendas e infraestructura que cubra las necesidades de las personas por tener un espacio habitable, además plantea desafíos urgentes a los profesionales encargados de la planeación del diseño urbano y estructural. Las viviendas que se construyen en gran porcentaje son de albañilería simple con carácter informal las cuales las hace susceptibles a los movimientos telúricos que se puedan presentar, exponiendo la vida de las personas que habitan estas edificaciones a riesgos innecesarios, al respecto (KUROIWA, 2016 págs. 11-16) dice, que nuestro país está situado en una zona altamente sísmica, lo cual hace que las ciudades sean vulnerables a movimientos sísmicos y nos recomienda buscar mejores mecanismos para la construcción de edificaciones que puedan soportar los fenómenos naturales y hacer que las edificaciones sean sismorresistentes con la ayuda de profesionales encargados apoyados con las normas de construcción peruana. En ese sentido se plantea el uso de concretos que posean mejores características, y para ser usados en obras civiles como puentes o edificios de grandes alturas.

En la ciudad del Cusco, el sector construcción muestra un considerable incremento en sus actividades desde las viviendas, carreteras, puentes, etc. Esta infraestructura no siempre cumple con las especificaciones y los estándares en temas de calidad que se plantean al inicio del proyecto lo cual disminuye la vida útil de estos (ACHAHUANCO, y otros, 2019 pág. 18). En este sentido son diversos los factores que perjudican la calidad de las edificaciones, podemos nombrar la falta de conocimiento y técnicas a la hora de elaborar el concreto, mal manejo o almacenamiento del material, entre otros, en tal sentido el artículo (La Autoconstrucción en la Periferia de Cusco. Un Estudio de Enfoque Mixto, 2019 pág. 5) resume que las edificaciones en la periferia de la ciudad del Cusco poseen características de informalidad, evasión de normas y reglamento de las municipalidades y el gobierno nacional, que promueven la inseguridad estructural de las viviendas. Otro de los factores que se toma en cuenta en esta región es el de la sismicidad pues la región del Cusco es considerada como una zona en la cual se produce una alta actividad sismo-tectónica, debido a la falla

de Tambomachay, que se encuentra al noreste de la ciudad del Cusco, al respecto la investigación (Structural Survey and Empirical Seismic Vulnerability Assessment of Dwellings in the Historical Centre of Cusco, Peru, 2019 pp. 3-26) sostiene, que algunas edificaciones ubicadas en la zona central de la ciudad se consideran estables, poseen buenas condiciones estructurales, pero no cuentan con dispositivos antisísmicos y otras edificaciones presentan condiciones estructurales inestables debido a la falta de mantenimiento, debido a su carácter de construcción mixta entre adobe y hormigón armado. En consecuencia, el buscar nuevas técnicas o elementos que nos ayuden a mantener la integridad de las edificaciones ya no solo es una opción, sino que se convirtió en una necesidad a corto plazo.

Entre las causas que generan problemas en edificación podemos encontrar deficiencias en el proceso constructivo y como se ejecutan cada una de las actividades de la obra, esto se genera debido a que el desarrollo de viviendas que se convirtió en una necesidad social, esto obliga a cambiar los sistemas constructivos para disminuir el tiempo en el cual se realice la edificación, pero si estas modificaciones no son analizados o bien diseñados, pueden desencadenar problemas en los elementos construidos a corto y largo plazo, al respecto el artículo (Problemas en la gestión de calidad e inspección técnica de obra: un estudio aplicado al contexto chileno, 2019 pág. 242), menciona que los diversos problemas de la ingeniería se deben a la alta complejidad y fragmentación debido a los muchos participantes, al flujo de información diverso y a la baja productividad, todo esto junto afecta la calidad de la edificación, ya sea de forma directa o no.

El proceso de construcción de una estructura es muy difícil debido a que implica actividades que requieren una mano de obra debidamente capacitada, según el artículo de investigación (Effects of Poor Workmanship on Building Construction and Its Implication to Project Management Practice: A Case Study in Addis Ababa City, 2020 p. 1174) la elección incorrecta de la mano de obra en el proceso de construcción es un problema al que se enfrenta la fuerza laboral,

pues de ellos dependerá el aplicar las técnicas y los métodos para la elaboración de edificaciones; sin embargo; en distintas regiones se contratan a maestros de obra para la edificación de las viviendas, pero lamentablemente son oficiales o ayudantes, el personal que sigue de rango a los maestros, los encargados de la construcción. Otro factor que se ve afectado en este punto es el de los tiempos de ejecución y el desempeño del cronograma que afecta directamente el desempeño total del proyecto, al respecto (Identifying factors affecting schedule and cost performance on building project, 2020 pp. 1,2,3) resume que, a partir de los resultados uno de los aspectos determinantes es la mano de obra, y si no se cuenta con personal calificado se presentan tiempos muertos y serias deficiencias en la elaboración de los elementos estructurales así, como su influencia negativa en el costo directo de la obra.

Por otro lado, un factor que afecta el desempeño del concreto es la correcta elección del material, el almacenamiento de éste debe tener ciertos tipos de criterios en cuanto a cuidado se refiere, como exponerlo a la intemperie en caso del agregado o un correcto almacenamiento del cemento para evitar que absorba agua o humedad, si nos referimos al manejo o dosificación del material en el proceso constructivo, debe ser supervisado por el encargado, para evitar que presente errores, al respecto, (Contributing Factors of Poor Construction Project Performance, 2019 pp. 1-3) resume que si el material resulta ser defectuoso, no solo demora los tiempos de producción sino la integridad de la estructura. La elección del material según la Norma Técnica Peruana establece los requisitos que éste, debe cumplir empezando de la granulometría establecida en la norma para los dos tipos de agregados (agregado fino y grueso), el tipo de agua a elegir para una adecuada preparación del concreto, esta norma debe ser aplicada desde el proveedor del material, el contratista u otros vendedores (INDECOPI, 2006 pág. 246). En la ciudad del Cusco hay varias canteras de las cuales se extrae el agregado de según las especificaciones requeridas, previo estudio. En la presente investigación se optó por el uso de agregados de la zona de Cunyac y Pisac, al considerarse el material más usado en las construcciones de viviendas de la región Cusco.

Si las futuras edificaciones no tienen un control en los factores antes mencionados, por parte de un profesional encargado, el concreto elaborado y las edificaciones construidas seguirán presentando las deficiencias mencionadas en los estudios sobre la informalidad y riesgo sísmico, en ese sentido el artículo (La Autoconstrucción en la Periferia de Cusco. Un Estudio de Enfoque Mixto, 2019 págs. 4,5), concluye que la construcción sin una adecuada supervisión seguirá promoviendo la inseguridad estructural de la vivienda, además de una baja calidad arquitectónica en sus espacios habitables. El desconocimiento sobre la aplicación de tecnologías alternativas modernas para la construcción en la región del Cusco se ve reflejado en las edificaciones de carácter informal que presentan diversos problemas en su construcción, afectando su vida útil y exponiendo a las personas que habitan en ella al riesgo, debido a esto la alternativa de solución que se plantea en esta investigación es la disminución de cemento en el concreto estructural para viviendas de  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y la adición del microsílíce con biopolímero en este, lo cual incrementará el desempeño de este material de construcción y tratará de reducir el costo de la elaboración del material y por tanto de la edificación además tratar de promover el uso de este material y todos los beneficios que brinda la construcción de obras civiles elaboradas con este tipo de concreto.

La justificación teórica de esta investigación tiene como finalidad ampliar y difundir el conocimiento en cuanto a la producción de concreto de más resistentes elaborados con microsílíce como alternativa para sustituir parcialmente el cemento Portland y en la busca de nuevas tecnologías en cuanto a la fabricación de concreto se refiere, al respecto de ello se menciona en el (Análisis macroeconómico del sector construcción en el Perú, 2017 pág. 100), concluyen que: “ se debe desarrollar la disposición de tecnologías alternativas y no convencionales para los procesos de diseño y construcción”. Del mismo modo (BEDON, 2016 pág. 207) afirma que: “Existe la necesidad de comprobar que los cementos de elaborados con microsílíce que puedan ser usados en las ciudades altoandinas del Perú, como respuesta al crecimiento de proyectos inmobiliarios (comerciales y habitacionales) que se ha venido

desarrollando en las ciudades capitales de departamento, con una frecuencia mayor en los últimos años”, en la presente investigación como se mencionó anteriormente se utilizaran dos componentes como el microsílíce y el biopolímero, en el caso de la microsílíce en el artículo denominado (Combined effects of microsilica, steel fibre and artificial lightweight aggregate on the shrinkage and mechanical performance of high strength cementitious composite, 2020 p. 16) proponen “un estudio adicional en el cual se profundice en la optimización en las proporciones a la mezcla con respecto a los criterios de rendimiento y minimización del uso de microsílíce”, para el caso de biopolímeros, se menciona en el artículo (Biopolymers to improve physical properties and leaching characteristics of mortar and concrete: A review, 2018 p. 7) resume en su artículo de investigación y propone “ el uso de biopolímeros mejora las características del mortero y concreto, como trabajabilidad del mortero, tiempo estimado en el cual el mortero fragua y mejora la resistencia simple a la compresión”. Por último, en cuanto al uso combinado de estos dos elementos se observa en (Modification of fine-grained polymer concrete with microsilica, 2018 p. 8), en su investigación recomiendan “el uso combinado de microsílíce y polímeros pues beneficia de gran manera las características del hormigón, además de la aplicación de aditivos naturales respetuosos con el medio ambiente”.

La justificación práctica de esta investigación se realiza con el fin de poder ampliar el rango en el que se sustituye el microsílíce por cemento Portland en el mortero de concreto, en base a las investigaciones realizadas en distintos países de los cuales se recopilaron algunos datos y para verificar si los rangos establecidos, pueden aplicarse en la realidad de nuestro país, además de afianzar el conocimiento previo ya obtenido por otros investigadores. En la siguiente tabla se puede apreciar los porcentajes recomendables según los diferentes autores., para poder elegir y continuar con el rango de las investigaciones.

**Tabla 1.** *Justificación de porcentajes según autor*

Dosificación	Autor	Descripción
Microsílice	(VARGHESE, 2019 p. 828)	Adición de microsílice en peso del cemento en un porcentaje de 7.5%.
Microsílice	(Cement Paste Mixture Proportioning with Particle Packing Cement Paste Mixture Proportioning with Particle Packing, 2021 pág. 5)	Adición de microsílice en 4% del peso del cemento
Microsílice	(Effect of silica-based nano and micro additions on SCC at early age and on hardened porosity and permeability, 2017 pág. 155)	Microsílice adicionado en un porcentaje 10% del peso del cemento
Microsílice	(Development of Cracking Patterns in Modified Cement Matrix with Microsilica, 2018 pág. 1)	Sustitución del cemento con microsílice en un porcentaje de 0% a 10%, en la masa del cemento.
Microsílice	(Effects of rice straw ash and micro silica on mechanical properties of pavement quality concrete, 2019 pág. 1)	Adición de microsílice en 2.5%, 5% y 7.5%
Microsílice	(Dependencies between Cracking Patterns and the Physico Mechanical Properties of Microsilica	Sustitución del cemento con microsílice en un porcentaje de 10% de la masa del cemento.

	Modified Cement Matrix, 2019 pág. 2)	
Biopolímero	(Modification of fine-grained polymer concrete with microsilica, 2018 p. 8)	Adición de polímero hasta 2.5% de la masa del cemento.
Biopolímero	(PADILLA, y otros, 2020 pág. 45)	Adición de biopolímero 1% del peso del cemento
Biopolímero	(Effect of using corn starch as concrete admixture, 2016 p. 43)	Adición de biopolímero de 1% del peso del cemento

Fuente: Elaboración propia.

En esta investigación nos centraremos en el uso de un rango más específico en cuanto a la sustitución de microsilíce en el concreto con porcentajes de 5%, 10% y 15%, tomando porcentajes más bajos y amplios de los que se estudiaron, además de la adición del biopolímero en un porcentaje de 1% al considerarse óptimo en las investigaciones en las cuales se basa. Por otro lado, económicamente se justifica que el uso de aditivos como alternativa de reemplazo parcial del cemento en el concreto, se considere como opción para reducir el costo del concreto y hacerlo más accesible a la población sin reducir sus características. (ACHAHUANCO, y otros, 2019 pág. 19). Estos costos pueden variar dependiendo a la cantidad de sustitución del cemento, además (Improvement of concrete and manufacture of reinforced concret structure saving up to 40–50 % cement using microsilica, 2018 pág. 64) sostienen que empleando este tipo de cemento se solucionarían los problemas técnicos y económicos de la construcción moderna, además de aumentar la capacidad de eficiencia y competitividad de los productos de construcción. Como problema general se tiene ¿Qué efecto tiene la adición de microsilíce con biopolímero en las propiedades del concreto estructural con la  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en la región Cusco 2022? Como problemas específicos tenemos: (1) ¿Qué efecto tiene la adición de microsilíce con biopolímero en la trabajabilidad y temperatura del

concreto estructural  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ?, (2)¿Qué efecto tiene la adición de microsilíce con biopolímero en la resistencia a la compresión del concreto estructural  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ?, (3)¿Qué efecto tiene la adición de microsilíce con biopolímero la resistencia a la compresión del concreto estructural  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ?, (4)¿Qué efecto tiene la adición de microsilíce con biopolímero en el costo por metro cubico del concreto estructural  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ?. Como objetivo general se tiene: Demostrar la influencia de la adición de microsilíce con biopolímero en las propiedades del concreto estructural con la  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en la región Cusco, 2022, como objetivos específicos tenemos los siguientes: (1) demostrar la influencia de la adición de microsilíce con biopolímero en la trabajabilidad y temperatura del concreto estructural  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , (2) demostrar la influencia de la adición de microsilíce con biopolímero en la resistencia a la compresión del concreto estructural  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , (3) demostrar la influencia de la adición de microsilíce con en la resistencia a la flexión del concreto estructural  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , (4) demostrar la influencia de la adición de microsilíce con biopolímero en el costo por metro cubico del concreto estructural  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ . Como hipótesis general se tiene: La adición de microsilíce con biopolímero si influye en las propiedades del concreto estructural  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en la región Cusco 2022, como hipótesis específicas se tienen: (1) La adición de microsilíce con biopolímero si influye en la trabajabilidad y temperatura del concreto estructural  $F'c=210\text{kg/cm}^2$ , (2) La adición de microsilíce con biopolímero si influye en la resistencia a la compresión del concreto estructural  $F'c=210\text{kg/cm}$ , (3) La adición de microsilíce con biopolímero si influye en la resistencia a la flexión concreto estructural  $F'c=210\text{kg/cm}^2$ , (4) La adición de microsilíce con biopolímero si influye en el costo por metro cubico de concreto estructural  $F'c=210\text{kg/cm}^2$ .

## II. MARCO TEÓRICO

Los antecedentes internacionales consultados para la investigación fueron, (Improvement of concrete and manufacture of reinforced concret structure saving up yo 40–50 % cement using microsilica, 2018 págs. 61-65), es un artículo de investigación, *Improvement of concrete and manufacture of reinforced concrete structures saving up to 40-50 % cement using microsilica*, de la Universidad de Siberia en Abakan, señalan que el reemplazo del microsilíce por el concreto es viable y reduce en 40 a 50 % la cantidad de cemento que se utiliza para el concreto, sin embargo aún no se tiene los estudios necesarios pues se trabajó con una población de 96 especímenes de concreto a los cuales aplicaron distintas dosificaciones de microsilíce y superplastificante, obteniendo que los resultados del ensayo de resistencia a la compresión que comparadas a las normas ACI, resultan en similares valores. En cuanto al uso del agua, para mayor cantidad de microsilíce es necesario elevar la cantidad de agua, si se usa superplastificantes estos varían su porcentaje de 0.80 % a 1.8 %, si se agrega más cantidad afectaría de manera que produce exudación del concreto.

(SANES, 2017 págs. 88,100), en su tesis titulada *Influencia de las fibras de micropropileno y microsilíce en la resistencia de concreto de 4000 y 3000 PSI*. Para optar el título de magister en ingeniería en la Universidad Tecnológica de Bolívar, la metodología usada es aplicada, con un enfoque de carácter cuantitativo, experimental y tiene como objetivo el determinar cuál es la factibilidad del uso de microfibras de polipropileno y del microsilíce o humo de sílice, para eso se realizó un análisis estadístico profundo de las propiedades en estado fresco y endurecido. Su muestra fue de 120 especímenes de concreto, y determinando que cuando añadió de fibras de microsilíce y polipropileno aumentó la resistencia mecánica a los 7 y 28 días de edad a partir de la adición de 1% del material en porcentaje de peso del cemento. Finalmente, su conclusión fue que los resultados favorables corresponden a la adición del 2% de microsilíce en el concreto de 3000 PSI que incrementa su resistencia en

un 6.01% y en el concreto de 4000 PSI que incrementa su resistencia en un 1%, concluyendo que la adición de microsílíce en cantidad del 1% del peso total del cemento incrementa las características del concreto.

(CAJILEMA, y otros, 2020 pág. 187), en su tesis *Incidencia del Microsílíce en el diseño de hormigón de alta resistencia*, en la cual opta por el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Central de Ecuador, la metodología es aplicada, de carácter experimental, el método es histórico-lógico e inductivo-deductivo. Como objetivo pretende determinar la incidencia del microsílíce en el proceso de elaboración de concretos que presenten alta resistencia, con remplazo parcial del peso total de cemento. La muestra total de los elementos fue de 105 especímenes de concreto y sus ensayos a los 7, 14 y 28 días de edad. Llega a la conclusión que la sustitución de microsílíce en la mezcla en porcentajes mayores a 3% es fiable siempre que esté dentro del rango de lo recomendado por el fabricante. Como conclusión los autores de esta investigación determinaron que el porcentaje de mejores resultados es el microsílíce con 3% en sustitución del peso del cemento, además el ensayo de compresión simple incremento de 12% a 15% con respecto a la muestra patrón sin sustitución.

Los antecedentes nacionales consultados son, (CAMAC, 2018 págs. 217-219), en su tesis titulada *Influencia al incorporar vidrio de sosa, cal y sílice en la resistencia del concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$* , de la Universidad Peruana de los Andes, cuyo tipo de investigación es aplicada en nivel descriptivo y el diseño experimental, tuvo como objetivo el evaluar el desempeño y determinar cómo afecta la incorporación de vidrio de sosa, cal y sílice en la resistencia del concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , La muestra en la investigación es de 48 especímenes de concreto, como conclusión mencionan que la adición de 2%, 5%, 7% y 10%, se encuentran en el rango de aceptación de la NTP 339. 034. Su discusión indica que sus parámetros cumplen y están permitidos de acuerdo con la NTP y las investigaciones previas realizadas con respecto al tema. la dosificación del 7% es la que presento el resultado esperado, en cuanto a la resistencia a la

compresión, el porcentaje que resulta adecuado es el de 7% que mezclado a un concreto convencional de  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , elevando su resistencia hasta  $F'c=342 \text{ kg/cm}^2$ .

(FERNANDEZ, y otros, 2019 pág. 81), en la tesis titulada *Influencia de la microsílíce sobre la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40*, en la Universidad Privada del Norte, su investigación es experimental del tipo cuasiexperimental. Tiene como objetivo el determinar cómo influye el microsílíce en la resistencia a la compresión de concretos que tengan relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 con una muestra de 360 especímenes de concreto. Los autores llegan a la conclusión que el microsílíce tiene influencia de manera directa en la resistencia a la compresión del concreto. Su discusión radica en la elección del material que eligieron para su diseño de mezcla donde obtienen los valores recomendados en las pruebas que se realizan al agregado según los distintos autores. Como resultados obtuvieron que el concreto con relación a/c 0.30, el porcentaje óptimo es el de la adición de microsílíce al 10% obteniendo, el concreto con relación a/c 0.35, el porcentaje óptimo es el 7.5% de la adición de microsílíce y finalmente el concreto con relación a/c 0.40, el porcentaje óptimo es 7.5% de la adición de microsílíce.

(ZUÑIGA, y otros, 2019 pág. 105) en su tesis *Influencia de adiciones de microsílíce en la resistencia a la compresión del concreto producido con agregados de la cantera de Arunta de la ciudad de Tacna*, donde optó por el título profesión de Ingeniero Civil de la Universidad Privada de Tacna, la metodología que uso es de tipo explicativo, experimental, además tiene como objetivo el determinar la influencia de la adición de microsílíce en la propiedad mecánica de resistencia de compresión del concreto. Tiene una muestra de 90 especímenes de concreto. Como conclusión indican que la adición de microsílíce influye en el incremento de la resistencia a la compresión en porcentajes similares a otras investigaciones. Como conclusión muestra que con una adición del 4% de microsílíce del peso total del cemento, incremento a

una resistencia de 312.22 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el concreto con adición del 8% de microsílíce del peso total del cemento a una edad de 28 días alcanzo una resistencia de 369.69 kg/cm<sup>2</sup>.

(BLAS, y otros, 2015 págs. 3,102,208) en su tesis titulada *Influencia de la adición de microsílíce y superplastificantes en las propiedades de un concreto de alta resistencia en la ciudad de Arequipa*, donde optó por el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Católica Santa María de Arequipa, metodología es experimental, de carácter explicativo y cuantitativo, el objetivo que buscó demostrar fue la influencia de la incorporación de microsílíce y superplastificantes en las propiedades en estado fresco y endurecido en concretos de alta resistencia y compararlas con un concreto convencional en la ciudad de Arequipa, los ensayos realizados en estado fresco son slump, segregación, exudación, peso unitario y en estado endurecido son resistencia a la compresión y resistencia a la tracción indirecta. La muestra total de esta investigación es de 120 especímenes de concreto los cuales se dividen en 90 para el ensayo de compresión y 30 para la tracción indirecta, la conclusión a la cual llega que los concretos elaborados comparados a los concretos patrones de 800 kg/cm<sup>2</sup> y 900 kg/cm<sup>2</sup>, obteniendo un incremento de 905.8 kg/cm<sup>2</sup> y 1122.2 kg/cm<sup>2</sup> en el ensayo de compresión y 48.4 kg/cm<sup>2</sup> y 46.8 kg/cm<sup>2</sup> en el ensayo de tracción indirecta. En cuanto al método de máxima compacidad se obtienen resistencias mayores como de 1359.4 kg/cm<sup>2</sup> y 1065.3 kg/cm<sup>2</sup>, además el costo se incrementa en cada dosificación de 750.46 y 1562.16 por metro cúbico de concreto elaborado.

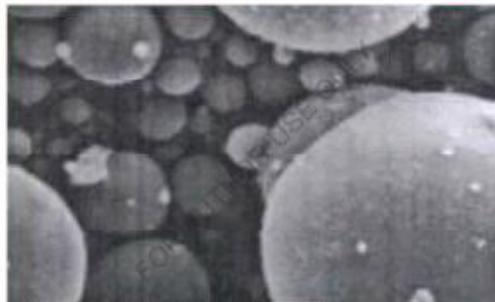
(CRUZ, 2017 págs. 12,78,85), en su tesis *Concreto de alto desempeño con reemplazo parcial del cemento por microsílíce utilizando aditivo superplastificante en la región Puno*, para optar el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Andina Néstor Cáceres Velázquez, cuya investigación es de tipo experimental, su finalidad es pura, prolongación en el tiempo es transversal o sincrónica y de carácter cuantitativa. Su investigación tuvo como objetivo principal el obtener un concreto de alto desempeño reemplazando

cemento por microsílíce y utilizando aditivo superplastificante. La muestra total de esta investigación es de 48 especímenes de concreto 36 de ellos son cilindros de 10x20 cm y 12 prismas de 4x6" pulgadas sobre los cuales se aplicaron los ensayos de compresión y flexión respectivamente. Como conclusión decidieron determinar que la sustitución del 10 % de la masa del cemento por el microsílíce en 1.5% y superplastificante fue la óptima, además el slump alcanzado fue de 8" lo cual hace que este concreto tenga una característica de alta capacidad bombeable, la resistencia incremento de manera considerable respecto al concreto patrón en un porcentaje de 140.07 % en el ensayo de compresión con un total de 691.39 kg/cm<sup>2</sup>, frente a los 494.28 kg/cm<sup>2</sup> del concreto patrón, en el ensayo de flexión se alcanzó una resistencia de 71.52 kg/cm<sup>2</sup> del concreto con sustitución de microsílíce comparado al concreto patrón que presento una resistencia de 56.02 kg/cm<sup>2</sup>, además el costo del elaboración del concreto con sustitución de microsílíce y superplastificantes se incrementó en un 152.06 %.

Finalmente se tiene el antecedente de (ACHAHUANCO, y otros, 2019 págs. 89-92), en su tesis *Optimización de concretos estructurales F'c=210 kg/cm<sup>2</sup> y F'c=280 kg/cm<sup>2</sup>, sobre sus propiedades mecánicas con adición de microsílíce en la ciudad del Cusco*, para optar por el título profesión de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, cuya investigación tiene un diseño experimental longitudinal, método estadístico, de nivel correlacional y tipo cuantitativo, el objetivo al cual se basó fue determinar la óptima cantidad de microsílíce y cemento en el diseño de concretos estructurales F'c= 210 kg/cm<sup>2</sup> y F'c=280 kg/cm<sup>2</sup>, sobre sus propiedades mecánicas. La muestra total consta de 360 especímenes de concreto. Como conclusión indican que el porcentaje óptimo de adición de microsílíce es de 7% para ambos concretos. La reducción de cemento para la elaboración de este concreto fue de un 20 % menos cemento en el concreto, además incrementaron el agregado grueso en una proporción al 10 % más que el agregado fino, la discusión principal indica que las características del concreto tienen similares características a otras investigaciones y el costo de concreto disminuyo respecto a otras

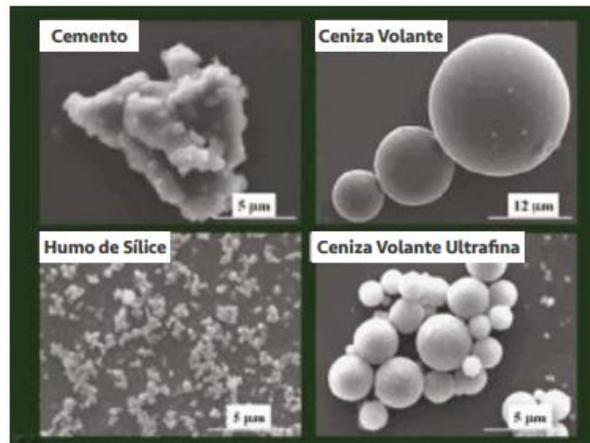
investigaciones. Como conclusión muestran que la adición de microsílíce y superplastificantes en el concreto incrementa la resistencia a la compresión de manera considerable, sin embargo, el slump obtenido no supera las 4" como en otras investigaciones, así se obtuvo resultados del porcentaje óptimo de 321.10 kg/cm<sup>2</sup> y 375 kg/cm<sup>2</sup> con una adición de 7 % del microsílíce y superplastificante de 2 %.

En cuanto a las bases teóricas, se tiene: microsílíce, también conocido como humo de sílice, este material es el resultado de reducir cuarzo en su forma más pura a través quemado con carbón para esto se usan los hornos de arco eléctrico, el humo de sílice se eleva, se condensa y se recoge, además se procesa para eliminar las impurezas y controlar el tamaño de las partículas, este humo de sílice condensado, tiene en su mayoría dióxido de silicio en cantidades aproximadas superiores al 90% y debido a que es transportado como si se tratara de una ceniza volante, sus partículas tienen forma esférica (BANERJEE, y otros, 2017 págs. 22,23), según la ASTM 1240 el microsílíce es un material puzolánico muy fino de composición ferro-silícica, además esta norma nos indica cuales son las especificaciones que este material debe cumplir para ser utilizado en los diseños de concreto. La NTP 334.087:2018, indica cuales son los requisitos que tiene que cumplir este material para ser usado en el concreto en el Perú.



*Figura 1.* Partículas de microsílíce vista en microscopio (Banerjee, 2017).

Una característica principal del microsílíce es que tiene partículas de tamaño inferior a 1 micra y con diámetro medio de 0.1 micras, lo que lo hace cien veces menor en tamaño que la partícula de concreto y tiene un área de superficie específica de aproximadamente 20000 m<sup>2</sup>/kg (BANERJEE, y otros, 2017 pág. 23). Para (Modification of fine-grained polymer concrete with microsilica, 2018 p. 8) las partículas de óxido de silicio, al contener altos porcentajes de microsílíce, reacciona de manera eficiente al ser mezcladas con el cemento y su posterior uso en el concreto.



*Figura 2.* Comparación de Tamaños entre el microsílíce y otras puzolanas (TOXEMENT, 2016).

Formas del microsílíce. Según, (BANERJEE, y otros, 2017), clasifican el microsílíce en las siguientes formas.

- No densificada: Densidad de 200 – 300 kg/m<sup>3</sup>, no recomendable para la elaboración de concreto.
- Densificada: Densidad de 500 – 600 kg/m<sup>3</sup>, recomendada para elaborar concreto
- Micro-peletizada: Densidad de 600 – 800 kg/m<sup>3</sup>, no recomendada para elaborar concreto
- Forma de lechada: Densidad de 1400 kg/m<sup>3</sup>, es una mezcla de agua y microsílíce.

Almidón de papa clasifica como biopolímero, en la actualidad la papa es un alimento que se consume de manera más frecuente en todo el mundo, según el MIDAGRI, los cultivos de papa representan el 25% del PBI agropecuario, por otro lado, el almidón de papa tiene la característica como fuente principal para el almacenamiento de energía que pueda brindar este tubérculo (Functional Properties of Potato (*Solanum tuberosum*) Starch and its Chemical Modification by Acetylation, 2016 p. 2) tiene usos diversos en lo referido a la industria alimentaria pues sus características como la capacidad de soportar baja temperatura de gelatinización y baja tendencia a la retrogradación, sin embargo este producto es importado en su mayoría debido a que el proceso de industrialización todavía no se da abasto en la sociedad.

El almidón de papa a nivel químico se clasifica como biopolímero natural, y su uso no solo se extiende al sector alimentario, sino que también se está promoviendo el uso en otros sectores como en la fabricación de plásticos biodegradables, etc. El sector construcción también se ve un interés cada vez más extenso por material que sean amigables con el medio ambiente, debido a esto se recomienda la adición de biopolímeros o en este caso, almidón de papa, como aditivo al concreto, brindándole una serie de beneficios como la trabajabilidad, retardante, entre otros (Effect of using corn starch as concrete admixture, 2016 p. 3).



*Figura 3.* Almidón de papa.

El proceso para extraer el almidón de papa es el siguiente.

- Pelado y lavado de la papa: removiendo las partes dañadas o que contengan impurezas.
- Molienda: en esta etapa se muele la papa para obtener una masa fina.
- Extracción: se pone la masa en un tamiz y se agrega agua para extraer el almidón.
- Decantamiento: se deja la masa reposando, una vez que el almidón se asienta en el fondo, se procede a retirar el agua.
- Secado: el almidón se expone a la luz solar y posteriormente a un horno, donde termina de perder toda la humedad.
- Molienda: se vuelve a moler la masa y se obtiene una masa lisa.
- Empaquetamiento: se procede a empacar el polvo.



Figura 4. Proceso para extraer el almidón de papa.

Normativa de la microsíllice. Cuando se refiere al microsíllice como elemento usado en la construcción tiene que cumplir ciertos requisitos, estos se mencionan en la ASTM 1240 y la NTP 334.087, las tablas muestran los requisitos necesarios:

**Tabla 2.** *Requisitos químicos*

SiO <sub>2</sub> min. %	85.0
Contenido de humedad, máxima%	3.0
Perdida por ignición, máxima %	6.0

Fuente: Tabla Adaptada de NTP 339.087

**Tabla 3.** *Requisitos físicos*

Porcentaje retenido en tamiz de 45 um (No. 325)	10
Porcentaje retenido en tamiz de 45 um (No. 325), variación del promedio, puntos de porcentaje	5
Índice de actividad puzolánica acelerada con cemento portland, días, min, % del control	105
Superficie específica, min, m <sup>2</sup> /g	15

Fuente: Tabla adaptada de NTP 339.087

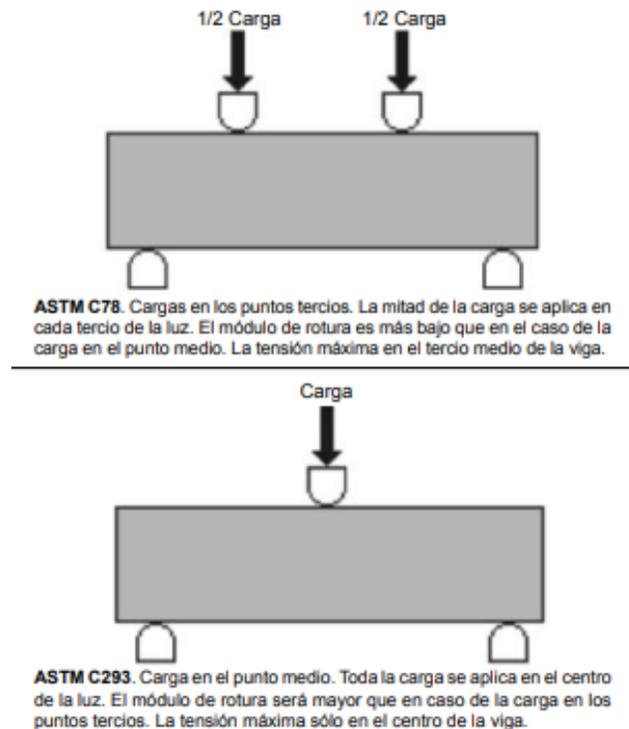
Además de estos requisitos, la norma contempla todo lo referidos a los ensayos que necesita este material para su uso en el concreto desde la elección de la muestra, muestro, y los métodos de ensayos, tanto para análisis físicos y químicos.

La temperatura, propiedad que influye en la calidad, tiempo de fraguado y resistencia del concreto. Debido a esto es de suma importancia un control en esta característica, para esto se tiene en cuenta la norma ASTM C 1064. Además de afectar la calidad del concreto, también incidirá en el comportamiento de los aditivos que se encuentren en el concreto como aditivos inclusores de aire, puzolanas y otro tipo de aditivos, si el concreto tiene una temperatura alta, este concreto desarrolla una resistencia superior a edades tempranas, pero disminuirá la resistencia a edades más tardías. Al contrario, un concreto con temperatura baja en su colado, presenta resistencias menores a edades tempranas, y resistencias mayores y mejor comportamiento a edades posteriores. La temperatura del concreto es utilizada también para indicar cual es la forma de curado a la que el concreto será sometido y al tiempo en el que este proceso se lleve a cabo. Para realizar este ensayo será necesario contar con instrumentos como: recipiente para el concreto, lampa o pala, y un termómetro.

Trabajabilidad, es una propiedad que hace que el concreto tenga una calidad uniforme para que los materiales puedan ser mezclados sin problemas, otorgándole una fácil colocación. La trabajabilidad depende de las características del material, de las proporciones que se añadan a la mezcla del concreto y del equipo con el que se realice el mezclado. Uno de los componentes importantes para la trabajabilidad es la consistencia y se refiere como responde la mezcla a la fluidez. La prueba que se realiza para medir el revenimiento del concreto es la norma ASTM C143. Esta norma detalla cada paso a seguir para realizar este ensayo. La NTP 339.035 nos indica cuales son los pasos para seguir para la realización de este ensayo, los instrumentos que se necesitan son: recipiente para el concreto, pala o lampa, varilla metálica lisa, badilejo, cono de Abrams, cinta métrica.

La resistencia a la compresión es una propiedad mecánica del concreto y es la medida más común para el diseño de elementos estructurales, se mide fracturando especímenes cilíndricos de concreto y se calcula dividiendo la carga aplicada en el espécimen entre la superficie de este y los resultados son medidos en kg/cm<sup>2</sup>, Mpa, psi, etc. Este ensayo se realiza principalmente para determinar si la mezcla de concreto cumple con las especificaciones adecuadas requeridas en la estructura. Este ensayo se realiza mayormente a las edades de 3, 7, 14, 28, 90 días y se someten al menos 2 a 3 especímenes de concretos curados de manera convencional. Al elaborar las briquetas o viguetas de concreto se tiene que tomar en cuenta las normas establecidas en la ASTM C31, el ensayo se determina por la norma ASTM C39, en esta última norma nos establecen los parámetros adecuados en cuanto a los requisitos que debe tener el espécimen cilíndrico de concreto o si presentan fallas, además de recomendaciones a tomar en cuenta cuando se realice esta prueba. En el Perú, la norma que se tiene en cuenta es la NTP 339.034, esta norma nos indica cuales son los requisitos que tienen que cumplir los especímenes de concreto y el equipo a usar en este ensayo para romper los especímenes de concreto es la máquina de compresión axial.

Resistencia a la flexión, es una propiedad del concreto que mide la resistencia de una losa o viga de concreto al ser sometida a cargas externas en la superficie, puede ser medida cuando se aplica cargas sobre prismas o vigas de concreto de 6 x 6 pulgadas o 15 x 15 mm de ancho y con una luz mínima de 3 veces el espesor de esta, las unidades para determinar su valor son lb/plg<sup>2</sup>, kg/cm<sup>2</sup> y el ensayo utilizado es el ASTM C78, para la rotura en los puntos tercios del elemento, o con la ASTM C293 la cual es para la rotura en el punto medio. Este ensayo representa al menos el 10% al 20% de ensayo de la resistencia a la compresión, además el ensayo de flexión o módulo de rotura mediante la norma ASTM C293/C293M muestra que la rotura en los puntos tercios es menor al otro ensayo en el que se produce la rotura a la mitad del elemento.



*Figura 5.* Ensayo de flexión mediante métodos ASTM C78 Y ASTM 293 (National Ready Mixed Concrete Association, 2018).

Los ensayos de flexión del concreto son sensibles al proceso de preparación, manipulación y curado de los especímenes, pues estas vigas son muy pesadas y de difícil traslado, además tienen que estar húmedas al momento de realizar

la prueba, ya que se están secas reducirá su resistencia, todos los procesos adecuados para realizar un curado exitoso en este tipo de ensayo se encuentra detallado en las normas. La ASTM C293/C293M es la que se aplicará en la investigación, al igual que en el ensayo de compresión, el equipo utilizado para romper los especímenes de concreto es la máquina de compresión axial.

Costo unitario por metro cubico de material, en el Perú la necesidad de vivienda de las personas impulsa a la edificación de estas, debido a esto se produce una demanda de viviendas en todo el país según (Fondo Mivivienda, 2018 pág. 23), indica que existe una demanda de 163,000 unidades de vivienda que tienen el valor menor de US\$40,000 para cubrir las expectativas básica de la población. Al momento de la construcción de las viviendas se tienen que tomar en cuenta y establecer un control de costos para establecer un mecanismo que pueda controlar y medir los resultados y actuar en el caso que sufra desviaciones (A Time Series Classification Dataset Based on the Average Price of Concrete in major Cities in China, 2022 págs. 1,2) por esto es necesario conocer los costos directos e indirectos de las operaciones a llevar a cabo en este proceso, así como los precios unitarios de los materiales de obra, todo esto debido a que el concreto tiende a ser el elemento de más uso a la hora de construir y es necesario definir los costos en su producción ya sea de manera manual en la obra o concreto premezclado.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y diseño de investigación.**

##### **3.1.1 Tipo de investigación**

El tipo de investigación es aplicada pues tiene por objetivo resolver un determinado problema específico mediante la aplicación de técnicas, normativa enfocándose en la búsqueda y consolidación del conocimiento y su posterior enriquecimiento, en cuanto al enfoque de estudio de esta investigación, tomando en cuenta que los valores que se obtendrán, serán resultados numéricos y por consiguiente medibles, se optó por manejar un enfoque cuantitativo, al respecto (HERNANDEZ, 2018 pág. 40), señala que los planteamientos cuantitativos se pueden dirigir a varios propósitos y siempre se debe tomar en cuenta la intención de estimar y medir magnitudes o cantidades generalmente probabilísticas, con la finalidad de probar las hipótesis y teorías planteadas. En referencia con el alcance, para (BERNAL, 2016 pág. 120) la característica principal de un tipo de investigación explicativa es que da las razones del porqué de los fenómenos, debido a esto el alcance definido en esta investigación es la de carácter explicativo pues estuvo dirigida a responder las interrogantes que se planteen en la hipótesis, es decir la correlación causa-efecto, las consecuencias y condiciones en las que se manifiesta, para (HERNANDEZ, 2018 pág. 112), los estudios exploratorios responden a cuestionamientos como: ¿Cuáles son las causas que originan el efecto?

##### **3.1.2 Diseño**

La elección de diseño para la investigación se basó en la recopilación de datos de diversas fuentes para determinar su diseño es experimental de tipo cuasiexperimental debido a que el investigador optó por manipular la V.I. para observar sus efectos en la V.D, para (BERNAL, 2016 pág. 145) según la clasificación de Campbell y Stanley, el diseño está dividido en tres

categorías, preexperimentales, cuasi experimentales y experimentales, las características que influyen en el diseño son, la aplicación de un grado de control para cada variable y segundo, el grado que indica cual es la aleatoriedad de los sujetos a los que se aplique, como se mencionó anteriormente se procederá a manipular la variable independiente agregando microsílíce con biopolímero y procederá a realizar un análisis de cada efecto que tengan sobre la variable dependiente, propiedades mecánicas, debido a esto (HERNANDEZ, 2018 pág. 153) menciona que, el experimento se realiza para analizar una o más variables independientes que afecten a la variable dependiente y porque lo hacen, y según (BERNAL, 2016 pág. 146), algunos de estos diseños de tipo cuasiexperimentales son: Diseños de un grupo de control donde se mide previamente y posteriormente, Diseños donde se realiza la comparación entre los elementos y Diseños con la interrupción de tiempos.

### **3.2 Variables y operacionalización**

Variables. Las variables según (HERNANDEZ, 2018 pág. 125), son una característica definida de un objeto que es susceptible a la medición o puede adoptar distintos valores de acuerdo con el observador. En ese mismo contexto (BERNAL, 2016 pág. 139), afirma que la variable es una propiedad específica, cualidad incluso un atributo que los distingue en un grupo o en individuos. En esta investigación se tuvieron dos variables de las cuales la variable independiente influye en la variable dependiente y se muestran a continuación.

Variable independiente. La variable independiente es aquella que determina cual es valor de la variable dependiente, es decir es la que busca la explicación, motivo o la ocurrencia de un determinado fenómeno que puede ser manipulada por la persona que investiga, también se le conoce como tratamiento. Para (HERNANDEZ, 2018 pág. 152), la variable independiente es de vital importancia pues hipotéticamente es una de las causas que produce

el efecto, se tiene que manipular la variable asignándole distintos valores. En esta investigación, se consideró a la variable independiente como: “Adición de microsíllice con biopolímero”.

Variable dependiente. Esta variable es el fenómeno que resulta, después de aplicarse la técnica o variable independiente, debe ser explicada mediante sus fichas de observación, para (HERNANDEZ, 2018 pág. 123), la variable dependiente es aquella que no se debe manipular, esta debe ser medida y observar el cambio que produce la modificación de la variable independiente en esta variable. Del mismo modo (BERNAL, 2016 pág. 139), define a la variable dependiente como un efecto producido a causa de la manipulación de la variable independiente. En la investigación la variable dependiente fue: “Propiedades del concreto”.

Las variables se definen en la siguiente tabla.

**Tabla 4.** *Variables de estudio a considerar en la hipótesis*

HIPOTESIS	VARIABLES	
Hipótesis General:	V.I (V1)	V.D (V2)
Adición de microsíllice con biopolímero si influye en las propiedades del concreto	Adición de microsíllice y biopolímero al concreto	Propiedades del concreto
Hipótesis específicas:		
Hipótesis específica 1	V1	D1xV2
Adición de microsíllice con biopolímero si influye en la resistencia a la compresión del concreto.	Adición de microsíllice y biopolímero al concreto	Compresión
Hipótesis específica 2	V1	D2xV2
Adición de microsíllice con biopolímero si influye en la resistencia a la flexión del concreto.	Adición de microsíllice y biopolímero al concreto	Flexión

Hipótesis específica 3	V1	D3xV2
Adición de microsilíce con biopolímero si influye en la trabajabilidad del concreto.	Adición de microsilíce y biopolímero al concreto	Slump
Hipótesis específica 3	V1	D4xV2
Adición de microsilíce con biopolímero si influye en el costo de elaboración del material.	Adición de microsilíce y biopolímero al concreto	Costo unitario por metro cubico de concreto

Fuente: Elaboración Propia

Operacionalización de variables. En base a la investigación de (HERNANDEZ, 2018 pág. 226) se concluye que son cada actividad que se debe realizar para medir cada variable dentro de la investigación y su interpretación de cada dato, debido a esto la presente investigación busca explicar con detalles cada definición que adopte las variables de estudio y los cálculos que se deben realizar tanto en la variable independiente como en la dependiente, para obtener los valores y proceder a ser medidos en base a los instrumentos requeridos. Del mismo modo (BERNAL, 2016 pág. 141), señala que conceptualizar una variable es definirla, para poner en claro que significa, y el termino operacionalizar es desfragmentar cada una de estas variables a indicadores, es decir tomar las hipótesis planteadas y hacer que sean unidades que puedan ser medidas. A continuación, se muestra la tabla donde las variables de la investigación se dividen después de ser operacionalizadas.

**Tabla 5.** *Tabla de operacionalización de variables.*

Variable	Dimensión	Indicador	Instrumento
Variable independiente Sustitución con microsilíce y biopolímero	Adición de microsilíce	5%	Ficha técnica Formato de evaluación
		10%	
		15%	
	Adición de biopolímero	1%	

Variable dependiente Propiedades del concreto	Propiedades físicas	Slump Pulgadas Temperatura Grados	Cono de abrams Termómetro
	Propiedades mecánicas	Compresión kg/cm <sup>2</sup>	Prensa hidráulica Fiche Técnica
		Flexión kg/cm <sup>2</sup>	Prensa hidráulica Fiche Técnica
	Costo unitario	Soles/m <sup>3</sup>	Ficha técnica

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3 Población, muestra y muestreo de la investigación

#### 3.3.1 Población

Quando nos referimos a población indica un conjunto, totalidad o universo de elementos sobre los cuales se pueden investigar o hacer estudios, para (HERNANDEZ, 2018 pág. 198) define a la población como un conjunto de sujetos, casos que posean varias características en común, del mismo modo (BERNAL, 2016 pág. 160), afirma que la población se define también al conjunto de todas las unidades del muestro. Con respecto a lo señalado, la población definida en esta investigación fué elegida en las proporciones adecuadas de cada dosificación de material, en este caso el mortero de concreto, para la investigación que se realizó se pretendió elaborar cuatro tipos de concreto de las cuales se obtendrá el concreto para cada probeta de concreto. El total de concreto elaborado fue de 0.4 m<sup>3</sup>, la cual se divide en 4 grupos de 0.1 m<sup>3</sup> cada uno. En la siguiente tabla se especifica la cantidad de concreto requerido para cada dosificación requerida.

**Tabla 6.** Cantidad de mortero para la población

	Concreto sin sustitución de microsílíce (grupo de control)	Concreto con sustitución de microsílíce y biopolímero		
		5%	10%	15%
unidades	m3			
Cantidad de concreto elaborado en m3	0.1	0.1	0.1	0.1

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2 Muestra

Para (BAENA, 2017 pág. 84) la muestra, es un procedimiento por el cual algunos miembros de una población son seleccionados como representativos y su principal ventaja es que capacita para algo acerca de la población con un bajo costo por otro lado la muestra es un pequeño grupo que representa a la población, de este determinado grupo se recolectarán los datos, tiene que representar a la población y sus características además delimitarse y definirse (HERNANDEZ, 2018 pág. 196). En ese mismo contexto (BERNAL, 2016 pág. 161), explica que para la elección de la muestra se tiene que considerar el esquema de Kinnear y Taylor e indican que se pueden obviar un par de estos pasos si es necesario.

- Delimitar cual es la población
- Reconocer cual es el rango del marco de muestras
- Decretar cual será el tamaño de la muestra
- Elegir que procedimiento se acomoda al muestro
- Elegir la muestra adecuada

Es esta investigación la muestra que se eligió fue el concreto con microsílíce y almidón de papa, cuya resistencia a la compresión según el diseño planteado fue de  $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ , dispuesto en un total de 48 testigos de concreto  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , estos testigos se dividen en 4 grupos de 12 cada uno. El primer grupo es el concreto patrón y 3 grupos con la adición de microsílíce y almidón de papa en los porcentajes 5%, 10% y 15%, la muestra elegida se basó en la norma ASTM C31/C31M-09 y en la E.060 Concreto armado.

**Tabla 7.** *Muestra de la población*

Número de días para la rotura	Mortero de concreto							
	Grupo de control		Sustitución de microsílíce 5%		Sustitución de microsílíce 10%		Sustitución de microsílíce 15%	
			Almidón 1%					
	E. compresión	E. flexión	E. compresión	E. flexión	E. compresión	E. flexión	E. compresión	E. flexión
	Número de especímenes							
7 d.	3		3		3		3	
14 d.	3		3		3		3	
28 d.	3	3	3	3	3	3	3	3
Subtotal	9	3	9	3	9	3	9	3
Total								48

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.3 Muestreo

El muestro elegido en esta investigación fue el de no probabilístico debido a que no se eligieron los testigos de prueba de acuerdo con las probabilidades, sino en la observación de las características por parte del investigador y en los criterios que exija la investigación, de estos se realizaron deducciones de la población (HERNANDEZ, 2018 pág. 200),

en esta investigación se procedió de acuerdo a lo establecido en las normas ASTM C 172, para el muestreo, la NTP 339.035 y ASTM C143 que nos indicó todo lo referente al ensayo de asentamiento del concreto, la ASTM C1064 donde indicó como se debe escoger todo el material y el procedimiento para medir la temperatura, la NTP 339.034 y ASTM C39, donde se encontraron las características necesarias que debe tener las briquetas de concreto para realizar el ensayo de resistencia a la compresión, la norma ASTM C293/293M nos indicó las características que deben poseer las vigas de concreto que se necesitan para realizar el ensayo de resistencia a la flexión, además también se contó con la supervisión de un especialista para realizar el ensayo sin cometer errores.

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Como técnica elegida para esta investigación se optó por la observación, debido a que se llevará a cabo un control riguroso del análisis y los resultados finales de cada prueba llevada a cabo en el laboratorio, para observar los cambios que se realicen a cada grupo de testigos. Según (HERNANDEZ, 2018 pág. 290), definió a la observación como el registro sistemático, confiable y valido del comportamiento y cada situación observable que se presente en las muestras de la población. En ese mismo contexto (BERNAL, 2016 pág. 192), señala que existen gran variedad y técnicas de investigación o instrumentos para la recolección de datos y de acuerdo con el tipo de investigación se realice, se utilizan distintas técnicas. Para recolectar datos se usó el instrumento de la ficha técnica elaborada por el investigador, así como formatos de laboratorio correspondientes:

**Tabla 8.** *Formatos y equipos usados en las pruebas de laboratorio*

FORMATO	EQUIPO
Ficha técnica peso específico de agregados	Balanza
	Frasco volumétrico o picnómetro de 500ml de capacidad

	Molde de metal
	Lampa metálica
	Horno
	Contenedores o recipientes
Ficha técnica peso unitario de los agregados	Balanza
	Recipiente
	Lampa metálica
	Espátulas o cucharas
Ficha técnica contenido de humedad del agregado	Balanza
	Horno
	Recipientes metálicos
Ficha técnica granulometría	Serie de tamices (N° 4,8,16,30,50,100,200 y bandeja), de acuerdo con la norma E070
	Balanza
	Espátula
Ficha técnica consistencia del mortero	Balanza
	Recipientes
	Cono de abrams
	Varilla metálica lisa
	Reloj o cronometro
	Superficie de apoyo
Ficha técnica ensayo de compresión para especímenes de concreto	Molde para espécimen de concreto
	Recipientes
	Cuchara metálica
	Máquina de compresión o prensa hidráulica
	Varilla metálica lisa
Ficha técnica ensayo de flexión para especímenes de concreto	Molde para espécimen de concreto
	Recipientes
	Cuchara metálica
	Máquina de compresión o prensa hidráulica
	Varilla metálica lisa

Fuente: elaboración propia

### 3.5 Procedimientos.

En relación con el objetivo general, el cual es para demostrar la influencia de la adición de microsílíce con biopolímero en las propiedades del concreto estructural con la  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , se puede decir que para desarrollar este objetivo el investigador opto por realizar una serie de procedimientos los cuales tienen como finalidad el diseñar, elaborar y comprobar los resultados y el comportamiento que tendrá un concreto  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$  de acuerdo con cada modificación y dosificación con las que se elabora. A continuación, se muestra un cronograma de la realización de esta investigación.

Efectos de la adición de microsílíce tratado con biopolímero en las propiedades del concreto estructural ( $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) para viviendas en la región Cusco, 2022													
DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACION	ABRIL		MAYO				JUNIO				JULIO		
Etapas	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24
Compra de insumos	■												
Diseño de mezcla	■	■											
Calculo de proporciones		■											
Mezcla de los insumos acorde a la proporciones			■										
Elaboracion de las probetas				■									
Rotura a 7 días					■								
Rotura a 14 días					■	■							
Rotura a 28 días					■	■	■	■					
Recepcion y sistematizacion de datos									■				
Analisis de datos									■	■			
Resultados										■			
Elaboracion de cuadros y graficos										■	■		
Discusion											■	■	
Conclusion												■	■
Entrega previa para turnitin y corrección													■
Entrega final y publicacion													■

Figura 6. Cronograma para el desarrollo del proyecto de investigación.

Como primer paso del desarrollo del proyecto de investigación se realizarán pruebas o ensayos, primero a los agregados para determinar sus propiedades físicas, las cuales serán de vital importancia cuando se realice el diseño de mezcla correspondiente para cada dosificación del material, luego los ensayos al mortero de concreto cuando este se encuentre en estado fresco para determinar la temperatura y la trabajabilidad, por ultimo los ensayos a cada

espécimen de concreto cuando se encuentren curadas a las edades de 7, 14 y 28 días, para determinar sus características.

Adquisición del material. Microsílice. Para la adquisición de este material, los criterios para la elección del aditivo fueron primero que la empresa garantice que este material está debidamente densificado, pues este es el requisito necesario para su uso, el segundo criterio fue el costo por bolsa de este material ya que son varias las empresas que lo producen, de ese modo el microsílíce elegido fue el Sílica Fume de la empresa QSI que tiene la característica principal el color gris claro y que cuando se añadide a la mezcla de concreto, brinda una superior resistencia. Además, este material tiene que cumplir con las especificaciones recomendadas según la ASTM C-1240 y la NTP 334.087.



*Figura 7.* Microsílice en bosa.



*Figura 8.* Microsílice fuera del empaque.

Biopolímero. Los biopolímeros son materiales ecológicos que tienen un gran rendimiento y se consideran amigables con el medio ambiente, según (Biopolymers to improve physical properties and leaching characteristics of mortar and concrete: A review, 2018 p. 1), los biopolímeros se componen de monómeros naturales sintetizados por plantas y animales, debido a esto son

sostenibles, biodegradables y renovables que se utilizan en la mezcla de concreto y que mejoran las propiedades físicas y mecánicas, entre otros. Uno de estos biopolímeros es el almidón de papa y se utilizara en esta investigación. Su obtención puede ser de manera artesanal o comprado empacado en tiendas de alimentos. Para esta investigación se optó por elaborar el almidón de papa blanca al considerarse más adecuada y de extensa producción en la zona y la cual se distribuye en mercados, supermercados o minimercados de la región.



*Figura 9. Papa Blanca.*



*Figura10. Papa blanca en decantamiento.*



*Figura 11. Papa blanca en agua.*

Cemento. El cemento elegido para llevar a cabo esta investigación es el cemento Portland tipo IP de la marca YURA TIPO IP, adquirido en proveedores

locales de materiales de construcción, cabe mencionar que este tipo de cemento añade una característica de alta durabilidad, haciendo que el cemento tenga mejor resistencia e impermeabilidad. Las siguientes tablas muestran los requisitos del cemento según la norma ASTM C-150 y la NTP 344.009.

**Tabla 9.** *Requisitos Físicos del cemento según la norma*

	Requisitos norma NTP 334.009, ASTM C - 150
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	---
Expansión en autoclave (%)	-0.20 a 0.80
Fraguado inicial	45 a 420
Contenido de aire	12 máximo

Fuente: Adaptado de ficha técnica Yura TIPO IP – 2021 y NTP 334.009

**Tabla 10.** *Requisitos Químicos del cemento según la norma*

	Requisitos norma NTP 334.009, ASTM C - 150
MgO (%)	6.00 máximo
SO <sub>3</sub> (%)	4.00 máximo
Perdidas por ignición (%)	5.0 máximo

Fuente: Adaptado de ficha técnica Yura TIPO IP – 2021 y NTP 334.009

Agregado grueso. Según la NTP 400.037 se define al agregado grueso al material retenido en el tamiz N°4. Que tiene origen natural o producido artificialmente. Este agregado consiste en una mezcla de piedra chancada y grava, además de poseer características angulares para una mejor adhesión en la pasta de concreto. Para la elección del agregado de esta investigación se tomó en cuenta las diversas canteras de la cual se extrae el agregado y se optó por el agregado de la cantera de Vicho que es la piedra chancada de 1/2", debido a que es una de las más comerciales y de buenas características

físicas. La cantera de Vicho se encuentra a 9km al suroeste de la ciudad en la ruta entre Cusco y San Salvador.



*Figura 12. Cantera de Vicho.*



*Figura 13. Agregado Grueso.*

Agregado Fino. Para la elección de este material se hizo al considerarlo uno de los más comerciales en la región, el material proviene de la cantera de Pisac, ubicada en el Km. 40 de la carretera Cusco – Pisac, colindante a Colla y el río Vilcanota, al sureste de la ciudad del Cusco. La peculiaridad de esta cantera es que las precipitaciones de la zona arrastran y aglomeran el material en zonas puntuales de la rivera del río.



*Figura 14. Arena fina.*

Los ensayos que se realicen en los agregados y probetas de concreto se especifican en la siguiente tabla.

**Tabla 11.** *Ensayos para realizar en la investigación*

Material	Ensayo	Norma
Agregado Grueso	Peso Unitario	NTP 400.017
	Peso Especifico	NTP 400.017
	Granulometría	NTP 400.012
	Absorción	NTP 400.021
	Contenido de Humedad	ASTM D 2216
Agregado Fino	Peso Unitario	NTP 400.017
	Peso Especifico	NTP 400.017
	Granulometría	NTP 400.012
	Absorción	NTP 400.021
	Contenido de Humedad	ASTM D 2216
Concreto en estado fresco	Temperatura	ASTM C 1064
	Asentamiento	NTP 339.035
Concreto en estado endurecido	Resistencia a la Compresión	NTP 339.034
	Resistencia a la Flexión	ASTM C293/C293M

Fuente: Elaboración propia.

En relación con demostrar la influencia de la adición de microsílíce con biopolímero en la trabajabilidad del concreto, se menciona que se para iniciar con la elaboración del concreto se tienen que empezar realizando los ensayos al agregado para determinar sus propiedades físicas.

Ensayos a los agregados. Peso unitario del agregado grueso

Para realizar este ensayo se tiene que guiar a lo descrito en la norma MTC E 203 y la NTP 400.017, las cuales indican el procedimiento para efectuar de manera correcta este ensayo, primero procedemos a reducir la muestra al tamaño del ensayo a través del cuarteo, paso seguido se procede a llenar el

recipiente con el material a la altura de 1/3 del envase y se apisona 25 veces con una varilla metálica lisa de 5/8", del mismo modo se procede al llenado de los otros 2/3 del envase y se apisona de manera correcta.



Figura 15. Llenando el envase con material.      Figura 16. Material para ensayo.

Cuando se terminó de llenar el envase con el material al nivel del tope y se procede a tomar los datos del peso del envase lleno con el material. La fórmula que se emplea para calcular el peso unitario es:

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

- Donde:
- M = Peso unitario del agregado en kg/m<sup>3</sup>
  - G = Peso del recipiente más el agregado en kg.
  - T = Peso del recipiente vacío en kg.
  - V = Volumen del recipiente en m<sup>3</sup>.

La siguiente tabla tiene los resultados realizados en el ensayo:

**Tabla 12.**      *Peso unitario*

Datos ensayo de peso unitario	Agreg. Fino	Agreg. Grueso
-------------------------------	-------------	---------------

Peso del material seco al horno más molde (gr)	13751	13104
Peso del molde (gr)	7298	7298
Peso del material seco al horno (gr)	6453	5806
Volumen del molde	3595.65	3595.65
Peso unitario (kg/cm <sup>3</sup> )	1795	1615

Fuente: elaboración propia

Peso específico del agregado grueso y absorción. Para realizar este ensayo se optó en cuenta las normas ASTM C-127, la MTC E-206 y la NTP 400.021, el peso específico es la relación existente entre el volumen del peso del agregado y un volumen igual de agua, este dato es necesario para el diseño de mezcla. El procedimiento que se realiza en este ensayo consiste en mojar y lavar el agregado para limpiarlo de las impurezas, paso seguido se introduce a un horno en el cual se seca por una hora, luego se deja al aire de una a tres horas, pasado el tiempo se procede a pesar el material y a saturarlo completamente por un lapso de 24 horas. Pasada el tiempo se retira el material y se seca para pesarlo una vez más, así obtendremos el peso del material saturado.



Figura 17. Ensayo de gravedad específica.



Figura 18. Secado de muestra.

En este proceso también se obtienen los datos necesarios de la absorción del agregado, los datos se muestran a continuación.

**Tabla 13.** *Ensayo para la obtención de peso específico del agregado grueso*

Datos	Agre. Grueso – Cantera Vicho
Peso material seco al horno 105 °C	2413.04
Peso material SSS (sumergido en agua)	1494.0
Peso material saturado superficialmente seco (SSS)	2442.56
<b>Resultados</b>	
Gravedad específica Bulk (seco)	2.544
Gravedad específica Bulk (saturado)	2.575
Gravedad específica aparente	2.626
Porcentaje de Abs %ABS.	1.22 %

Fuente: elaboración propia

Contenido de humedad del agregado grueso. Para realizar este ensayo el investigador tomó en cuenta las normas ASTM D 2216 y MTC E 108, el contenido de humedad es la relación existente entre la cantidad de agua y una parte de la masa del material, se mide mediante el porcentaje. El procedimiento que se realiza es una continuación del anterior ensayo, consiste en que se seca la muestra húmeda en el horno a temperatura de  $100 \pm 5^\circ \text{C}$ . esta pérdida de peso se considera como peso del agua, la fórmula que determina esta relación es:

$$\text{contenido de humedad (w)} = \frac{\text{peso del agua}}{\text{peso de la muestra seca en el horno}} * 100$$



Figura 19. Muestras para secar.



Figura 20. Muestras en el horno.

**Tabla 14.** *Determinación del contenido de humedad del agregado grueso*

P.E. de masa seca	2.54
P.E. SSS Specific Gravity	2.58
P.E. Aparente	2.63
Contenido de Humedad (%)	1.58

Fuente: Elaboration propia

Granulometría del agregado grueso. **Se** toma en cuenta la norma NTP 400.12, MTC E-204 y la ASTM C-136, este ensayo se realiza para determinar cuál es el tamaño que tienen las partículas del agregado y los resultados se expresan de acuerdo al porcentaje en peso de cada porción de tamaño de material respecto al peso total, el procedimiento que se realiza es que se selecciona los tamices adecuados para este ensayo, los tamices son el N°200, N°8, N°4, 1/4", 3/8", 1/2", 3/4", 1", 1 1/2", y 2" , una vez se obtenga el agregado totalmente seco se coloca en la parte superior de los tamices y se procede a batir de modo que el agregado se disperse en cada tamiz, luego el material retenido en cada tamiz, se pesa y se divide entre la muestra.



Figura 21. Tamizado de Agregado Grueso.



Figura 22. Material tamizado.

La siguiente tabla contiene los datos del ensayo.

**Tabla 15.** Granulometría del Agregado Grueso

T.M.N 1/2" – NTP 400.012				
Tamiz	Peso Retenido (gr)	(%) Reten.	(%) Reten. Acum.	(%) Pasa Acum.
2 "	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2 "	0.00	0.00	0.00	100.00
1 "	0.00	0.00	0.00	100.00
3 / 4"	69.60	2.29	2.29	97.71
1 / 2"	1163.69	38.27	40.56	59.44
3 / 8"	916.62	30.14	70.70	29.30
1 / 4"	521.29	17.14	87.84	12.16
N°4	320.40	10.53	98.37	1.63
N°8	19.31	0.63	99.01	0.99
N°200	30.15	0.99	100.00	0.00
TOTAL	3041.33	100.00		

Fuente: Elaboración propia.

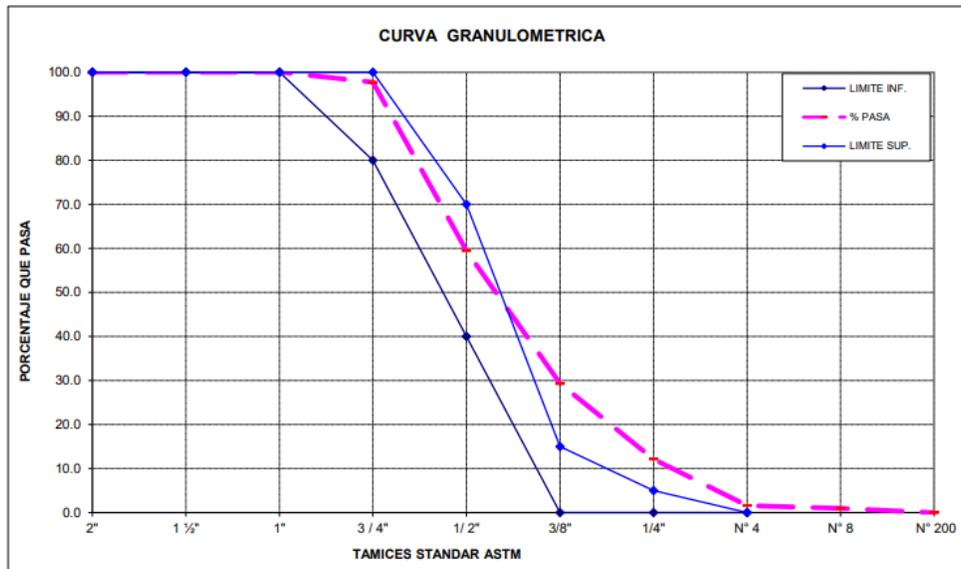


Figura 23. Curva granulométrica del agregado grueso (Adaptado de la tabla 16 de granulometría gruesa).

Peso específico y absorción del agregado fino. Cuando se realizó este ensayo se usó como guía las normas NTP 400.022, MTC E – 205 y ASTM C – 128, primero se tiene que introducir la muestra al horno y dejarlo que se seque a temperatura ambiente, después se sumerge el agregado en agua para dejarlo reposando un periodo de 24 horas. Una vez pasado el tiempo debe retirarse el agua cuidadosamente de manera que las partículas más finas no se pierdan, una vez que se encuentre con mucho menor cantidad de agua la muestra se extiende en una bandeja y se procede a la desecación del material. Cuando el material pierda la humedad se procede a echarlo en un molde cónico y se apisona con 25 golpes, estos golpes tienen que ser ligeros, es necesario repetir este proceso hasta que el material encuentre seco superficialmente, luego se procede a introducir una cantidad de 500 gramos de este material en el picnómetro y se debe añadir agua hasta un 90 % de la capacidad del envase, luego se gira el envase para remover el aire que está atrapado, se vuelve a poner de frente y se llena con agua hasta el nivel superior, luego se pesa. Para finalizar se retira el material y se deseca en un horno con la temperatura promedio de 100 a 110°C, finalmente cuando se enfría, se obtiene el peso seco de este material.



Figura 24. Material fino en una probeta.



Figura 25. Ensayo de Absorción.

Los resultados del ensayo peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino se muestran a continuación.

**Tabla 16.** Resultados del peso específico del agregado fino

Datos	Agre. Grueso – Cantera Pisac
Peso material seco al horno 105 °C	490.55
Peso probeta más agua	1296.43
Peso material SSS (sumergido en agua)	501.78
Peso material saturado superficialmente seco (SSS)	1606.62
Resultados	
Gravedad específica Bulk (seco)	2.560
Gravedad específica Bulk (saturado)	2.619
Gravedad específica aparente	2.720
Porcentaje de Absorción %Abs.	2.29%

Fuente: elaboración propia

Los cálculos que se realizan son mediante las ecuaciones de las normas previamente mencionadas.

$$\text{Peso específico aparente} = \frac{A}{B + S - C}$$

$$\text{Peso específico nominal} = \frac{A}{B + A - C}$$

$$\text{Absorción} = \frac{S - A}{A} * 100$$

- Donde:
- A: peso del aire de la muestra desecada en gr.
  - S: peso de la muestra saturada
  - B: peso del picnómetro lleno de agua
  - C: peso total del picnómetro con la muestra y agua

Para la realización de los ensayos antes mencionados P.U, Cont. de Humedad, y granulometría del A.F, se realizan los mismos pasos que en el caso del agregado grueso. Las siguientes tablas muestran los resultados obtenidos.

**Tabla 17.** *Contenido de humedad del agregado Fino*

P.E. Bulk (base seca)	2.56
P.E. Bulk (base saturada)	2.62
P.E. Aparente	2.72
Contenido de Humedad (%)	3.05

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 18.** *Granulometría del Agregado Fino*

NTP 400.012				
Malla	Peso Retenido (gr)	(%) Retenido	(%) Retenido Acum.	(%) Pasa Acum.
3 / 8"	7.21	0.43	0.43	99.57
N°4	249.75	15.07	15.50	84.50
N°8	288.56	17.41	32.91	67.09

N°16	245.34	14.80	47.71	52.29
N°30	278.66	16.81	64.52	35.48
N°50	339.35	20.47	85.00	15.00
N°100	119.91	7.23	92.23	7.77
N°200	69.86	4.21	96.45	3.55
<N°200	58.89	3.55	100.00	0.00
TOTAL	1657.53	100.00		

Fuente: Elaboración propia.

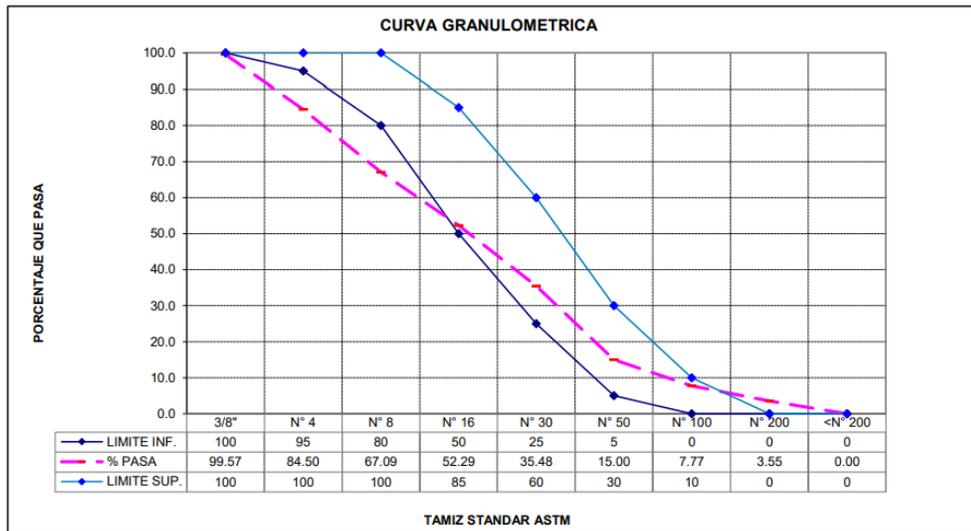


Figura 26. Gráfico de la granulometría del agregado fino (adaptado de la tabla 19 de granulometría de agregado fino).

Diseño de mezcla. Cuando se realizó el diseño de mezcla del concreto modificado con adición de microsilíce y biopolímero, primero tuvo que realizar un diseño de mezcla de concreto convencional según las especificaciones del ACI 211.1.

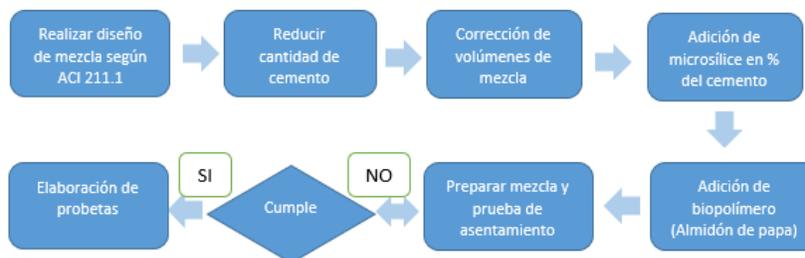


Figura 27. Diagrama de flujo del diseño de mezcla.

Para elaborar el diseño de mezcla se tomó en cuenta la norma ACI-211.1 en la cual se basa y resume lo siguiente:

**Tabla 19.** *Criterios para el diseño de mezcla*

Columnas y vigas de edificios	Slump 4"
Resistencia del concreto	210 kg/cm <sup>2</sup>
Factor de incremento	1.4
Pe (Cemento Portland tipo IP)	2.85 gr/cm <sup>3</sup>
F'cr	295 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra los datos necesarios para elaborar el diseño.

**Tabla 20.** *Datos de la elaboración del diseño de mezcla*

Agua	219.812 lt
Relación agua/cemento	0.526
Aire incorporado	2.5 %
Peso Agregado Grueso	824.571 kg
Peso Agregado Fino	753.851 kg

Fuente: Elaboración propia.

Luego de obtener nuestras primeras cantidades, se procede a realizar la corrección de porcentajes por ajuste de humedad correspondiente al agregado y se tiene:

**Tabla 21.** *Diseño de mezcla con ajuste de humedad*

Agua	208.89 lt
Cemento	417.93 kg
Aire incorporado	2.5 %
Peso Agregado Grueso	824.57 kg

Peso Agregado Fino	753.85 kg
--------------------	-----------

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 22.** *Cantidad de materiales para una bolsa de cemento*

Agua	21.24 lt
Cemento	42.5 kg
Peso Agregado Grueso	83.85 kg
Peso Agregado Fino	76.66 kg

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 23.** *Insumos para un molde cilíndrico y un prisma*

Molde cilíndrico	
Cemento	2.66 kg
Agua	1.33 kg
Agregado Grueso	5.25 kg
Agregado Fino	4.80 kg
Molde prisma 15x15x50	
Cemento	5.74 kg
Agua	11.55 kg
Agregado Grueso	10.56 kg
Agregado Fino	2.93 kg

Fuente: Elaboración propia

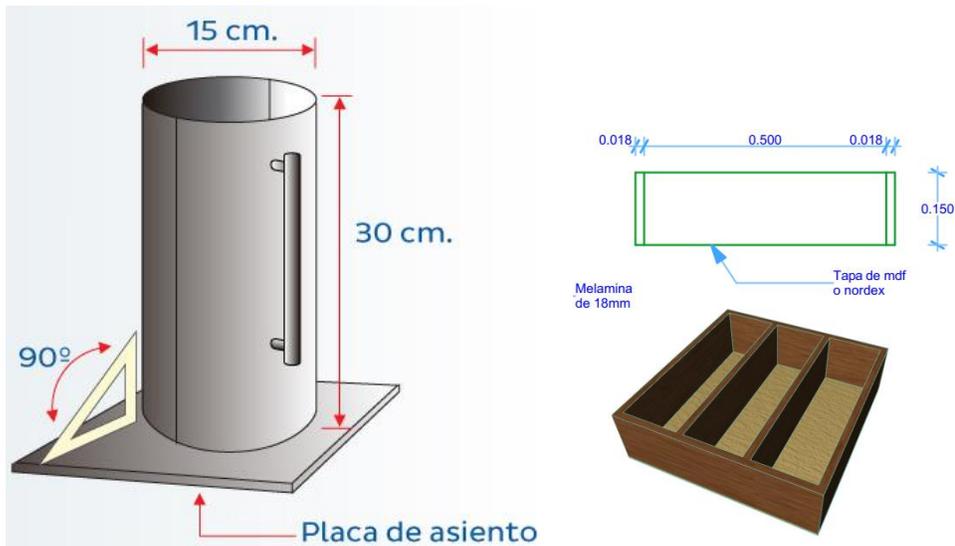


Figura 28. Dimensiones de moldes para el concreto (adaptado de NTP 334.034 Y NTP 334.078).

Luego de elaborado el diseño de mezcla se resume:

**Tabla 24.** Diseño de concreto patrón  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$  – proporción de  $1\text{m}^3$

Material	Cantidad
Cemento Yura tipo IP	417.78 kg
Agregado Grueso	907.03 kg
Agregado Fino	904.62 kg
Agua Efectiva	208.89 lt

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 25.** Diseño de concreto con adición 5% Microsílice y 1% biopolímero – proporción de  $1\text{m}^3$

Material	Cantidad
Cemento Yura tipo IP	220.80 kg
Agregado Grueso	997.19 kg
Agregado Fino	1003.64 kg

Agua Efectiva	147.18 lt
Microsílice	11.04 kg
biopolímero	2.208kg

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 26.** *Diseño de concreto con adición 10% Microsílice y 1% biopolímero – proporción de 1m3*

Material	Cantidad
Cemento Yura tipo IP	220.80 kg
Agregado Grueso	997.19 kg
Agregado Fino	1003.64 kg
Agua Efectiva	147.18 lt
Microsílice	22.08 kg
biopolímero	2.208 kg

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 27.** *Diseño de concreto con adición 15% Microsílice y 1% biopolímero – proporción de 1m3*

Material	Cantidad
Cemento Yura tipo IP	220.80 kg
Agregado Grueso	997.19 kg
Agregado Fino	1003.64 kg
Agua Efectiva	147.18 lt
Microsílice	33.12 kg
biopolímero	2.208 kg

Fuente: Elaboración propia

Elaboración del concreto, después de calcular lo necesario del diseño de cada dosificación del material, se procede a la elaboración del concreto, para ello

se utilizan equipos como pala, mezcladora de 1m<sup>3</sup>, espátula, etc. El procedimiento de fabricación es el siguiente:

- Primero se humedece el lugar donde se va a mezclar el concreto, para evitar que absorba agua al momento de mezclar el material.
- Luego se agregan los materiales (agregados finos, agregados gruesos) y dejar que se mezclen.
- Añadir el cemento previamente combinado con el microsílíce.
- Adicionar agua a la mezcla en un porcentaje del 80%.
- Por último, añadir el 20% del agua faltante combinado con el de almidón de papa y se deja mezclar por alrededor de 90 segundos.



*Figura 29.* Agregado fino, grueso, cemento y microsílíce mezclados.



*Figura 30.* Almidón combinado con agua para ser vertido.

Fabricación de probetas de concreto. Para su correcta fabricación se tomó en cuenta las normas ASTM C – 192 y la MTC E 702, las cuales indican el procedimiento adecuado para el llenado de este material, en este ensayo se elaboraron 2 tipos de especímenes de concreto, uno de características cilíndricas y otro de forma rectangular lo más parecido a una viga, el primero será para el ensayo de compresión y los especímenes rectangulares para las pruebas de flexión. Antes de introducir el material al envase se lubricó la superficie interior con petróleo para evitar que la mezcla se pegue al recipiente

y facilitar su extracción, la norma ASTM C192 indica que se debe vaciar la mezcla en 2 capas las cuales fueron apisonadas con 25 golpes respectivamente, luego de unos minutos se procede a enrazar la superficie del recipiente y se puso su respectiva etiqueta de identificación.



*Figura 31.* Briquetas de concreto.



*Figura 32.* Elaboración de briquetas de concreto.

Para la elaboración de los especímenes rectangulares se tomó en cuenta la norma ASTM C172, la cual indica cual es el procedimiento correcto para la elaboración de este tipo de especímenes, el llenado del material en sus respectivos envases no es diferente al de las muestras cilíndricas, se coloca

el material en 2 capas y se apisona 25 veces, además se golpea con un martillo de goma los contornos del molde para hacer que el concreto se disperse.



Figura 33. Vigas de concreto en molde.



Figura 34. Vigas y briquetas.

Curado de las muestras. Para el curado de las muestras se extraen del molde después de 24 horas de la elaboración del concreto y se sumergen en agua en las pozas de curado respectivas del laboratorio.



Figura 35. Briquetas a 7 días.



Figura 36. Briquetas a los 28 días.

Para el desarrollo del objetivo específico 1, el demostrar la influencia de la adición de microsílíce con biopolímero en la trabajabilidad y temperatura del

concreto estructural, Se emplea el ensayo de revenimiento y se tomó en cuenta la norma NTP 339.035 y la ASTM C 143, estas normas nos muestran el procedimiento por el cual se determina el revenimiento del material, los equipos usados son una espátula, cono de Abrams, varilla metálica lisa de 16 mm, base metálica, regla metálica, badilejo, elementos de seguridad. Primero se obtiene una muestra del mortero de concreto de cada dosificación que se elabore se coloca el cono de Abrams, sobre la base metálica, ambos tienen que ser secados previamente para evitar añadir agua al mortero, se procede a rellenar con el material hasta la altura de 1/3 del cono y se apisona con 25 golpes, de igual modo se realiza este paso hasta completar el llenado del cono, luego de llenar el cono se tiene que enrazar para quitar excedente de material, se procede a retirar el cono, se ubica junto a la muestra, finalmente se mide cual es la diferencia de alturas del molde y en mortero con una regla.



Figura 37. Ensayo del cono de Abrams.



Figura 38. Slump de mortero.

A continuación, tenemos los diferentes slump de cada concreto elaborado para esta investigación.

**Tabla 28.** *Slump de cada concreto elaborado*

Concreto sin sustitución de microsílíce (grupo de control)	Concreto con sustitución de microsílíce y biopolímero		
	5%	10%	15%

unidades	Pulgadas			
Slump	3.95	2.97	2.74	2.45

Fuente: Elaboración propia.

Cuando se realizó ensayo que determina la temperatura se tomó en cuenta la norma ASTM C 1064, el cual indica los equipos y procedimiento de este ensayo, los equipos son recipientes para el concreto, badilejo, termómetro. Se llena a llenar el molde, en este caso, se vacía el material en una carretilla, con el mortero de concreto y se introduce el termómetro a una altura de 75 mm, el termómetro debe estar sumergido por al menos 2 minutos, pero no más de 5 minutos, cuando pase este periodo se retira del mortero, se lee y anota al 0.5°C más cercano.



Figura 39. Termómetro sumergido en el concreto.

**Tabla 29.** *Temperatura de cada concreto elaborado*

Concreto sin sustitución de microsílíce (grupo de control)	Concreto con sustitución de microsílíce y biopolímero			
	5%	10%	15%	
unidades	Grados centígrados			
Temperatura	20.5	21.33	22.5	22.53

Fuente: Elaboración propia.

Para el desarrollo del objetivo específico 2, demostrar la influencia de la adición de microsílíce con biopolímero en la resistencia a la compresión del concreto estructural, para el desarrollo de este objetivo se realiza el ensayo de resistencia a la compresión, este ensayo tiene como finalidad determinar cuánto es la capacidad que tienen las briquetas cilíndricas de concreto al ser sometidas a cargas, las normas de referencia empleadas en este ensayo son: NTP 339.034, ASTM C39-39M y MTC E 704. Los equipos empleados en este ensayo son una máquina de compresión axial y un cabezal metálico para cubrir el espécimen de concreto, el procedimiento por el cual se realizó esta descrito en las normas anteriores, primeramente, se retiran las probetas de concreto del pozo de curado horas antes del ensayo, al momento de ubicar las probetas en la maquina se le coloca el cabezal en la parte superior para uniformizar la carga que la maquina aplique. Después se aplica la carga hasta observar la falla en la probeta, finalmente se anotan los datos en el instrumento para recolectar datos.



Figura 40. Briquetas para el ensayo.



Figura 41. Briqueta en la máquina.



*Figura 42.* Briqueta después de aplicada la carga que la rompa.

Para el desarrollo del objetivo específico 3, demostrar la influencia de la adición de microsílíce con biopolímero en la resistencia a la flexión del concreto estructural, el desarrollo de este objetivo se realiza el ensayo de resistencia a la flexión de concreto y determina cual es la capacidad de carga que soporta una viga de concreto, las normas de referencia para la realización de este ensayo son: ASTM C293/C293M , estas normas indican cuales son los equipos necesarios, como la máquina de compresión axial o pórtico de flexión, balanza, regla metálica. Como procedimiento primero se coloca la viga en una superficie para poder medir distancias sobre las que se aplicara la carga, se comprueba que la viga cumpla con los requisitos de la norma, se mide la viga en largo, ancho, profundidad y se anota; se coloca la viga en la maquina y se aplica la carga a los 1/2 de la viga y se anotan los resultados.



Figura 43. Prismas de concreto



Figura 44. Prisma de concreto en el ensayo



Figura 45. Prisma de concreto ensayado.

Para el desarrollo del objetivo específico 4, demostrar la influencia de la adición de microsíllice con biopolímero en el costo por metro cubico del concreto, Para determinar el costo de elaboración por metro cubico de este material, mediante un análisis de costos para cada diseño utilizado, se puede calcular mediante un programa de computadora o manualmente.

**Tabla 30.** *Costos de los concretos elaborados*

	Costo en soles / m3
Diseño Concreto patrón	464.60
Diseño Concreto 5% Microsílice, 1% biopolímero	411.51
Diseño Concreto 10% Microsílice, 1% biopolímero	456.13
Diseño Concreto 15% Microsílice, 1% biopolímero	490.26

Fuente: Elaboración propia

### **3.6 Análisis de datos.**

El análisis de datos correspondiente a la investigación se realizará mediante el uso de programas de computadora o software como: Word, Excel, SPSS (Statistical Package for the Social Science), este último programa tiene la finalidad de tabular los datos estadísticos recogidos mediante las pruebas realizadas, y puede gestionar grandes volúmenes de datos y su correcta tabulación. Según (BERNAL, 2016 pág. 198), el procesamiento y análisis de datos se debe realizar mediante herramientas estadísticas mediante los siguientes pasos:

- Recopilar los datos de la muestra
- Precisar y ordenar los resultados de las variables obtenidos en los ensayos
- Definir las herramientas y programas que se usaran para procesar los datos
- Introducir los resultados en el programa estadístico para procesar la información

También se utilizarán los siguientes ensayos para determinar los cambios en las distintas muestras que se obtendrán y se detallan en el siguiente cuadro.

**Tabla 31.** *Tabla de ensayos, normas aplicadas en la investigación*

Prueba	Norma	Reseña
Contenido de Humedad	NTP 339.127	Cantidad de humedad y agua retenida en el agregado o suelo. Se mide en porcentaje de la masa del material.
Granulometría	NTP 339.128	Método por el cual se determina cual es el tamaño de partículas que componen el agregado.
Ensayo para determinar el asentamiento	NTP 339.035	Consiste en determinar cuál es el asentamiento que se produce en el hormigón en estado fresco.
Ensayo de compresión	NTP 339.034	Determinar la resistencia de un elemento sometido a cargas respecto a su área y se expresa en kg/cm <sup>2</sup> .
Ensayo de flexión	NTP 339.078	Consiste en aplicar fuerzas diametrales en vigas de concreto.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.7 Aspectos Éticos

Validez. Según (HERNANDEZ, 2018 pág. 304), indica que es un contenido obtenido por medio de la recopilación de opiniones de expertos, además se tiene que asegurar que los instrumentos utilizados en la investigación cumplan con muestras representativas del universo o las dimensiones de las variables a estudiar. En ese mismo contexto (BERNAL, 2016 pág. 285) señala que la validez es la precisión que los resultados representan, estos son hallazgos que reproducen la realidad. en la presente investigación estos instrumentos muestran los resultados obtenidos y son cuantitativos es decir medibles que representan los datos de la investigación y las pruebas o ensayos realizados para definir la validez o no de la hipótesis, los ensayos realizados en esta

investigación fueron realizados en laboratorios que cuentan con la adecuada acreditación y respectivamente normalizados por las entidades correspondientes. Finalmente, los datos recogidos en los instrumentos, es decir las fichas técnicas elaboradas, serán enviadas a los profesionales correspondientes para una verificación visual y su respectiva aprobación. Para esto se tiene a los ingenieros civiles:

Mgt. Ing. Miguel Ángel Ccorihuaman Quispe

Mgt. Ing. Emiliano Álvarez Escalante

Mgt. Ing. Juvenal Allca Ccarhuas

Confiabilidad. Para (HERNANDEZ, 2018 pág. 204), un instrumento puede ser confiable pero no válido, para esto necesita garantizar que este tenga una adecuada verificación, esta se da por medio de una calibración al instrumento a utilizar por la institución encargada o en su defecto la empresa correspondiente, en la presente investigación, las máquinas que se emplean para realizar los ensayos, están debidamente calibradas y su certificado se muestra en los anexos, es de vital importancia que tanto los datos como las máquinas sean confiables de acuerdo con los ensayos realizados y las mediciones deben estar bajo los criterios normados de manera rigurosa y correcta.

## IV. RESULTADOS

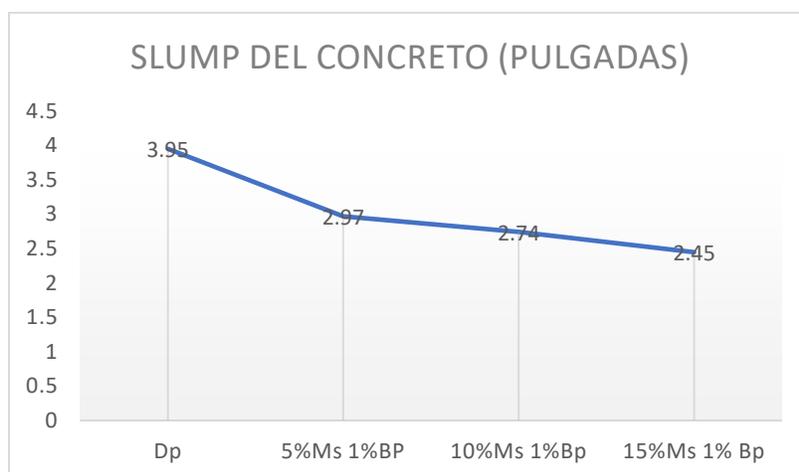
Propiedades físicas del concreto. Trabajabilidad y Temperatura.

Referido a la trabajabilidad, en la tabla 32 se observa cada resultado obtenido mediante el ensayo del cono de Abrams para determinar la trabajabilidad del concreto, las medidas del cono están debidamente normadas y en las dosificaciones que se realizan son el mortero de concreto patrón, morteros de concreto con adición de microsilíce 5% con biopolímero 1%, microsilíce 10% con biopolímero 1% y microsilíce 15% con biopolímero 1%.

**Tabla 32.** *Resultados del ensayo de revenimiento*

Unidades	Diseño patrón	Ms 5%, Bp 1%	Ms 10%, Bp 1%	Ms 15%, Bp 1%
	Pulgadas (")			
7 días	3.95	2.99	2.73	2.48
14 días	3.98	2.97	2.75	2.45
28 días	3.92	2.95	2.74	2.41
Promedio	3.95	2.97	2.74	2.45

Fuente: Elaboración propia



*Figura 46.* Cuadro de comparaciones del slump.

Después de observar la figura 46 y la tabla 32 se puede apreciar que la trabajabilidad del concreto se ve influenciada cuando se añade el microsílíce con biopolímero al mortero de la mezcla del mortero de concreto, en la parte izquierda se aprecia el rango de valores en pulgadas, respecto al diseño del concreto patrón que no llega al slump de diseño requerido por 0.05 pulgadas, sin embargo; se toma en referencia para hacer la comparación con los diseños de morteros con microsílíce y biopolímero, en la primera dosificación de 5%Ms con 1% Bp, se muestra una reducción del slump de 75.2%, la segunda dosificación de 10% Ms con 1%Bp, muestra una disminución de 69.4% si se compara al mortero de concreto patrón y finalmente la dosificación de 15%Ms con 1%Bp se muestra una reducción del 61.9% de su slump.

#### Contrastación de la hipótesis

Para contrastar la hipótesis de la investigación fue necesario realizar una prueba estadística en la cual primero es determinar la normalidad de los datos, a partir de este punto se calcula la prueba paramétrica ANOVA más adecuada basados en los resultados obtenidos por la normalidad. El resultado de esta prueba fue que los datos tienen una distribución normal debido a esto se realiza la prueba de Shapiro-Wilk con un nivel de confianza de 95%.

Ho: La propiedad del concreto en estado fresco: la trabajabilidad tiene una distribución normal

Ha: La propiedad del concreto en estado fresco: la trabajabilidad no tiene una distribución normal.

**Tabla 33.** Prueba de normalidad Shapiro-Wilk

	estadístico	gl	P
Resistencia	.876	12	.078
porcentaje	.813	12	.013

Fuente: Elaboración propia

La significancia o el valor de “P” > 0.05 quiere decir que datos tienen distribución normal.

Criterio de decisión

- Si  $p > 0.05$  aceptamos la  $H_0$  y rechazamos la  $H_a$ .

Como  $p > 0.05$  aceptamos la  $H_0$  y rechazamos la  $H_a$ , es decir los datos de las propiedades en estado fresco del concreto: la trabajabilidad, tienen una distribución normal.

Prueba ANOVA

- $H_0$ : Adición de microsilíce con biopolímero no influye en la trabajabilidad del concreto estructural para edificaciones.
- $H_a$ : Adición de microsilíce con biopolímero si influye en la trabajabilidad del concreto estructural para edificaciones.

Para la decisión:

- $p < 0.05$  rechazamos la  $H_0$  y aceptamos la  $H_a$ .
- $p \geq 0.05$  aceptamos la  $H_0$  y rechazamos la  $H_a$ .

**Tabla 34.** Prueba ANOVA

F	p
1935.696	0.000

Fuente: Elaboración propia

Después de observar los resultados de la prueba se ve que el valor F es alto, por lo tanto, significa que hay más diferencias entre las medias de las variables, es decir que la variable independiente adición de microsilíce con biopolímero si influye de en la variable dependiente trabajabilidad del concreto. Como conclusión, después de realizar la prueba ANOVA nos muestra que la significancia del valor  $P < 0.05$ , por lo tanto, se acepta la  $H_a$ , la adición de

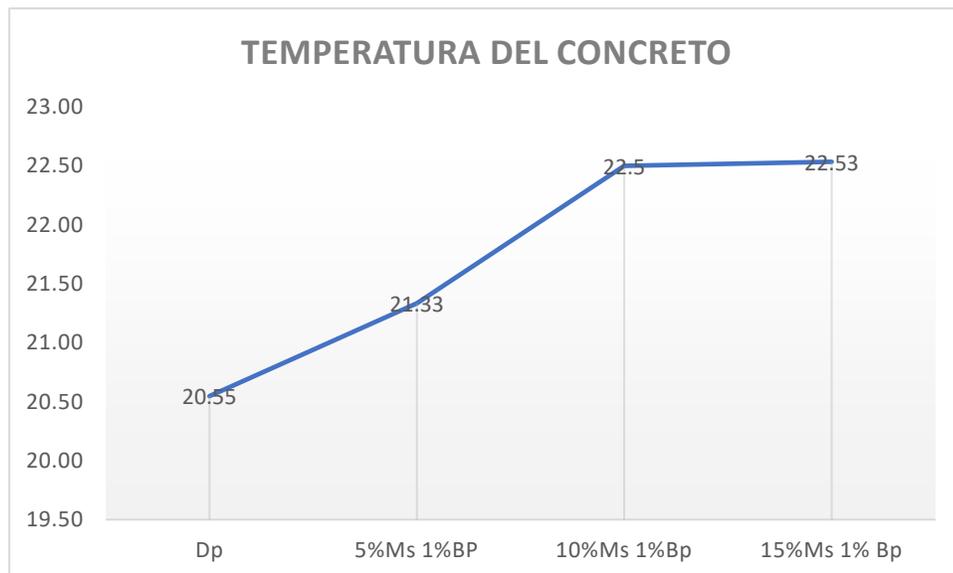
microsílice con biopolímero si influye en la trabajabilidad del concreto estructural para viviendas.

En relación con la temperatura, después de realizar los ensayos se muestran los resultados de la temperatura del mortero de concreto del diseño de concreto patrón y los morteros con microsílice y biopolímero.

**Tabla 35.** *Resultados del ensayo de temperatura para los diferentes morteros elaborados*

	Diseño patrón	Ms 5%, Bp 1%	Ms 10%, Bp 1%	Ms 15%, Bp 1%
Unidades	Grados centígrados (°C)			
7 días	20.55	21.1	22.7	22.3
14 días	20.57	21.4	22.2	22.5
28 días	20.52	21.5	22.6	22.8
Promedio	20.5	21.3	22.5	22.5

Fuente: Elaboración propia



**Figura 47.** Cuadro de comparación de la temperatura del mortero de concreto.

Después de observar la figura 47 y la tabla 35 se aprecia que la temperatura del concreto se ve influenciada cuando se añade el microsílíce con biopolímero al mortero de la mezcla del mortero de concreto, en la parte izquierda se aprecia el rango de valores en grados centígrados, respecto al diseño del concreto patrón que llega una temperatura promedio de 20.5 °C y se toma en referencia para hacer la comparación con los diseños de morteros con adición de microsílíce y biopolímero, en la primera dosificación de 5%Ms con 1% Bp, se muestra un incremento de la temperatura de 103.8%, la segunda dosificación de 10% Ms con 1%Bp, muestra un incremento de la temperatura de 109.5% respecto al mortero de concreto patrón y finalmente la dosificación de 15%Ms con 1%Bp se muestra un incremento de temperatura del 109.7%.

#### Contrastación de la hipótesis

Para contrastar la segunda hipótesis de la investigación que se realiza, se hace un análisis datos recogidos en la tabla 35, y al igual que en la primera contrastación es necesario realizar la prueba de normalidad, se aplica la prueba de Shaphiro-Wilk, , con nivel de confianza es de 95%, posteriormente se realiza la ANOVA.

Ho: La propiedad del concreto en estado fresco: la temperatura tiene una distribución normal

Ha: La propiedad del concreto en estado fresco: la temperatura no tiene una distribución normal.

**Tabla 36.** *Prueba de normalidad Shapiro-Wilk*

	estadístico	gl	P
Resistencia	.876	12	.078
porcentaje	.875	12	.076

Fuente: Elaboración propia

### Criterio de decisión

- Si  $p > 0.05$  aceptamos la  $H_0$  y rechazamos la  $H_a$ .

Decisión y conclusión. Como  $p > 0.05$  aceptamos la  $H_0$  y rechazamos la  $H_a$ , es decir La propiedad del concreto en estado fresco: la temperatura tiene una distribución normal.

### Prueba ANOVA

- $H_0$ : La adición de microsilíce y biopolímero no influye en la temperatura del concreto estructural para edificaciones.
- $H_a$ : La adición de microsilíce y biopolímero si influye en la temperatura del concreto estructural para edificaciones.

### Criterio de decisión.

- $p < 0.05$  rechazamos la  $H_0$  y aceptamos la  $H_a$ .
- $p \geq 0.05$  aceptamos la  $H_0$  y rechazamos la  $H_a$ .

**Tabla 37.** Prueba ANOVA

F	p
63.076	0.000

Fuente: Elaboración propia

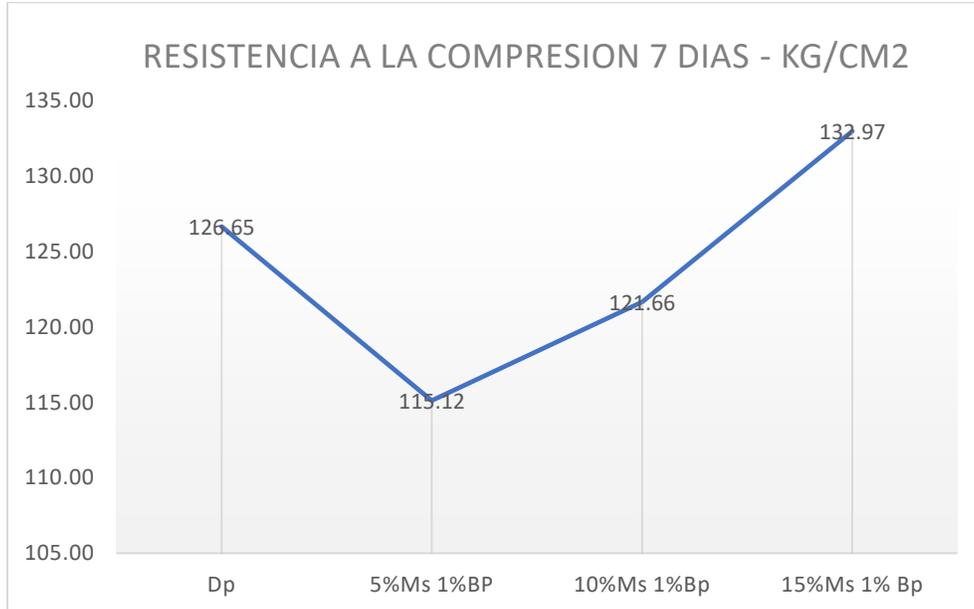
Se observa que F tiene un valor elevado, lo cual indica que la variable dependiente, en este caso la temperatura se ve influenciada de manera leve por la adición de microsilíce y biopolímero. Como conclusión después de realizar la prueba ANOVA nos muestra que la significancia del valor P es menor a 0.05, por lo tanto, se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_a$ , la adición de microsilíce con biopolímero si influye en la temperatura del concreto estructural para viviendas.

A continuación, se muestran la resistencia a la compresión del concreto en las tablas 38, 39 y 40 y las figuras 48, 49 y 50, se muestran los resultados de los ensayos realizados en las briquetas de concreto de dimensione 15x30 cm, de los cuatro tipos de concretos elaborados, concreto patrón, concreto de 5%Ms con 1%Bp de adición, concreto de 10%Ms con 1%Bp y concreto de 15%Ms con 1%Bp. Las edades del ensayo son 7 días, 14 días y 28 días.

**Tabla 38.** *Resultados de ensayo de compresión a los 7 días de edad*

Codigo	Diseño Patrón	Diseño 5%Ms y 1%Bp	Diseño 10%Ms y 1%Bp	Diseño 15%Ms y 1%Bp
Unidades	Kg/cm2			
PIMSBPE7-1	101.07	90.48	95.33	107.20
PIMSBPE7-2	102.50	89.60	93.50	107.11
PIMSBPE7-3	97.83	86.72	97.59	106.06

Fuente: Elaboración propia.



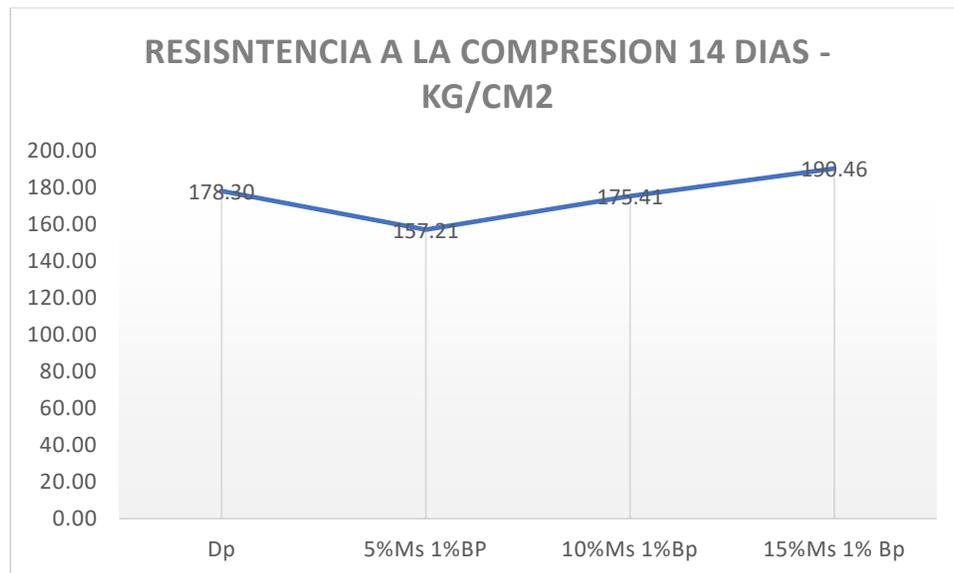
*Figura 48.* Resultados resistencia a la compresión 7 días.

Se observa en la figura 48 y la tabla 38 los resultados de la resistencia a la compresión a la edad de 7 días, en la cuales se observa la resistencia alcanzada por las briquetas de concreto sometidas a carga aplicada en la superficie superior, alcanzando un 60.1% de la resistencia requerida de 210 kg/cm<sup>2</sup> en el concreto patrón, el concreto de 5%Ms con 1%Bp se muestra una disminución a 90.9% de resistencia respecto al concreto patrón, el concreto 10%Ms con 1%Bp tiene una disminución a 96.6% del concreto patrón y finalmente el concreto 15%Ms con 1%Bp que incremento su resistencia hasta el 105% de la resistencia del concreto del grupo de control.

**Tabla 39.** Resultados de ensayo de compresión a los 14 días de edad

Codigo	Diseño Patrón	Diseño 5%Ms y 1%Bp	Diseño 10%Ms y 1%Bp	Diseño 15%Ms y 1%Bp
Unidades	Kg/cm <sup>2</sup>			
PIMSBPE14-1	110.08	104.72	112.04	120.50
PIMSBPE14-2	115.90	108.06	112.52	124.75
PIMSBPE14-3	112.56	101.76	106.63	129.78

Fuente: Elaboración propia.



*Figura 49.* Resultados resistencia a la compresión edad 14 días.

Se observa en la figura 49 y la tabla 39, los resultados de la resistencia a la compresión de las briquetas de concreto a la edad de 14 días, el grupo de control obtuvo un 84.9% de la resistencia de diseño del concreto patrón requerida de 210 kg/cm<sup>2</sup>, en concreto de 5%Ms con 1%Bp muestra una reducción hasta 88.2% de la resistencia de concreto patrón, el concreto de 10%Ms con 1%Bp presenta una reducción hasta 98.4% de la resistencia respecto del concreto patrón, sin embargo el concreto de 15%Ms con 1% Bp incremento su resistencia hasta el 106.8% de la resistencia del concreto patrón.

**Tabla 40.** *Resultados de ensayo de compresión a los 28 días de edad*

Codigo	Diseño Patrón	Diseño 5%Ms y 1%Bp	Diseño 10%Ms y 1%Bp	Diseño 15%Ms y 1%Bp
Unidades	Kg/cm <sup>2</sup>			
PIMSBPE28-1	207.81	183.68	221.15	232.72
PIMSBPE28-2	212.13	182.66	215.73	242.15
PIMSBPE28-3	210.88	174.23	219.25	237.65

Fuente: Elaboración propia.

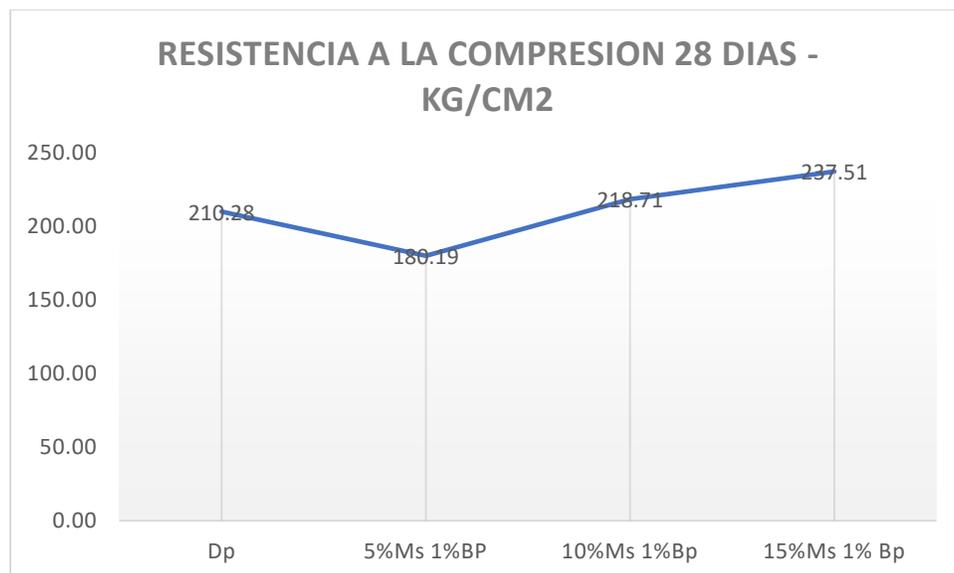


Figura 50. Resultados de la resistencia a la compresión edad 28 días.

Se observa en la figura 50 y la tabla 40 los resultados de la resistencia a la compresión del concreto a la edad de 28 días, las briquetas del concreto patrón obtuvieron a una resistencia promedio de 210.28 kg/cm<sup>2</sup>, el siguiente concreto de 5%Ms con 1%Bp muestra una reducción hasta el 85.6% de la resistencia del concreto patrón, el concreto de 10%Ms con 1%Bp, muestra un incremento hasta el 104% de la resistencia del concreto patrón y el concreto de 15%Ms con 1%Bp muestra un incremento de hasta el 113% de la resistencia del concreto del grupo de control.

#### Contrastación de la hipótesis

Para contrastar la tercera hipótesis de la investigación, se hace análisis de los resultados del ensayo a la compresión de los 28 días de la tabla 40, primero se realiza la prueba de normalidad Shaphiro-Wilk al tener un numero de datos menos a 50 y su nivel de confianza es de 95%. luego la prueba paramétrica ANOVA

Ho: La propiedad del concreto en estado endurecido: la resistencia a la compresión tiene una distribución normal

Ha: La propiedad del concreto en estado endurecido: la resistencia a la compresión no tiene una distribución normal.

**Tabla 41.** Prueba de normalidad Shapiro-Wilk

	estadístico	gl	P
Resistencia	.932	12	.402
porcentaje	.876	12	.078

Fuente: Elaboración propia

#### Criterio de decisión

- Si  $p > 0.05$  aceptamos la Ho y rechazamos la Ha.

## Decisión y conclusión

Como  $p > 0.05$  aceptamos la  $H_0$  y rechazamos la  $H_a$ , es decir La propiedad del concreto en estado endurecido: la resistencia a la compresión tiene una distribución normal.

## Prueba ANOVA

- $H_0$ : La adición de microsílíce y biopolímero no influye en la resistencia a la compresión del concreto estructural para edificaciones.
- $H_a$ : La adición de microsílíce y biopolímero si influye en la resistencia a la compresión del concreto estructural para edificaciones.

## Criterio de decisión

- $p < 0.05$  rechazamos la  $H_0$  y aceptamos la  $H_a$ .
- $p \geq 0.05$  aceptamos la  $H_0$  y rechazamos la  $H_a$ .

**Tabla 42.** Prueba ANOVA

F	p
110.947	0.000

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 42 se observa que el valor de F es elevado, es decir que la relación que existe entre la adición de microsílíce con biopolímero sin influye en la resistencia a la compresión del concreto. Como  $p < 0.05$  rechazamos la  $H_0$  y aceptamos la  $H_a$ , es decir La adición de microsílíce y biopolímero si influye en la resistencia a la compresión del concreto estructural para edificaciones. Sin embargo, si se realiza una prueba estadística como la prueba de Scheffé, indica cual es el grupo de concreto que más se asemeja al concreto patrón pues su nivel de significancia es mayor a 0.05 y se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 43.** *Prueba Post Hoc de Scheffé*

	Diferencia de medias	p
15 % - 10%	18.797	0.002
15 % - 5 %	57.316	0.000
15 % - 0 %	27.233	0.000
10 % - 5 %	38.520	0.000
10 % - 0 %	8.437	0.112
5 % - 0 %	-30.087	0.000

Fuente: Elaboración propia

### Conclusión

Entre las medias de cada grupo son significativas ( $p < 0.05$ ), a excepción de 10 % y 0% ( $p = 0.112$ ). Por lo tanto, se concluye las diferencias de adición en el concreto de microsílíce y almidón de papa son significativas, a excepción de la dosificación del 10 % de microsílíce, que tiene características similares al concreto patrón.

En relación con la resistencia a la flexión, esta parte de los resultados se encuentra la resistencia a la flexión del concreto a la edad de 28 días, en la tabla 44 y el figura 51 se muestran los resultados del ensayo realizado en las vigas de concreto de dimensiones 15x15x50 cm, de los cuatro tipos de concretos elaborados, concreto patrón, concreto de 5%Ms con 1%Bp de adición, concreto de 10%Ms con 1%Bp y concreto de 15%Ms con 1%Bp.

**Tabla 44.** *Resultados de ensayo de flexión a los 28 días de edad*

Codigo	Diseño Patrón	Diseño 5%Ms y 1%Bp	Diseño 10%Ms y 1%Bp	Diseño 15%Ms y 1%Bp
Unidades	Kg/cm <sup>2</sup>			
PIMSBPE28F-1	27.61	22.92	30.28	34.87

PIMSBPE28F-2	29.28	22.22	28.93	35.76
PIMSBPE28F-3	27.39	25.67	27.19	35.23

Fuente: Elaboración propia.

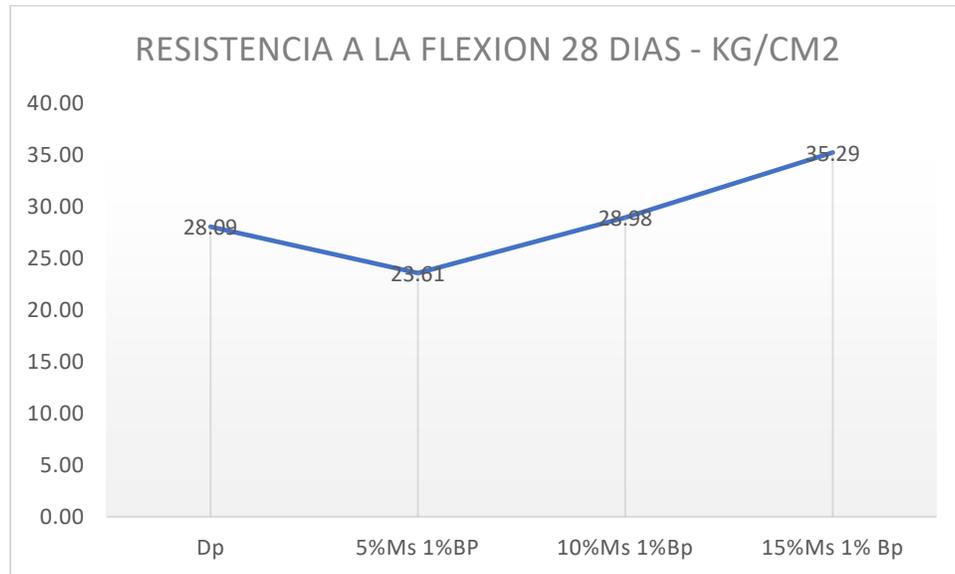


Figura 51. Resistencia a la flexion 28 dias.

Se observa en figura 51 y la tabla 44 los resultados promedios que alcanzaron las vigas en el ensayo de flexión, la resistencia alcanzada en este ensayo es el equivalente entre el 10% y 25% del ensayo de compresión del concreto en cada dosificación. La resistencia del concreto Ms5% con 1%Bp, presenta una reducción respecto al concreto patrón en un 84% de su resistencia, el concreto 10%Ms con 1%Bp tiene una resistencia superior al concreto patrón en 103.2% y el concreto 15%Ms con 1%Bp tiene un incremento hasta 125.6% respecto al concreto patrón.

#### Contrastación de la hipótesis

Para contrastar la cuarta hipótesis de la investigación, es necesario realizar un análisis estadístico de los resultados del ensayo a la flexión de los 28 días de la tabla 43, primero se realiza la prueba de normalidad Shaphiro-Wilk al tener un numero de datos menos a 50 y su nivel de confianza es de 95%, luego la prueba paramétrica ANOVA.

Ho: La propiedad del concreto en estado endurecido: la resistencia a la flexión tiene una distribución normal.

Ha: La propiedad del concreto en estado endurecido: la resistencia a la flexión no tiene una distribución normal.

**Tabla 45.** *Prueba de normalidad Shapiro-Wilk*

	estadístico	gl	P
Resistencia	.932	12	.403
porcentaje	.876	12	.078

Fuente: Elaboración propia

Criterio de decisión

- Si  $p > 0.05$  aceptamos la Ho y rechazamos la Ha.

Decisión y conclusión

Como  $p > 0.05$  aceptamos la Ho y rechazamos la Ha, es decir la propiedad del concreto en estado endurecido: la resistencia a la flexión tiene una distribución normal.

Prueba ANOVA

- Ho: La adición de microsílíce y biopolímero no influye en la resistencia a la flexión del concreto estructural para edificaciones.
- Ha: La adición de microsílíce y biopolímero si influye en la resistencia a la flexión del concreto estructural para edificaciones.

Criterio de decisión

- $p < 0.05$  rechazamos la Ho y aceptamos la Ha.
- $p \geq 0.05$  aceptamos la Ho y rechazamos la Ha.

**Tabla 46.** *Prueba ANOVA*

F	p
35.216	0.000

Fuente: Elaboración propia

Se observa que el valor de F es elevado, lo cual indica que las variables están relacionadas entre sí, es decir que la variable independiente que es la adición de microsilíce con biopolímero si afecta a la variable dependiente, resistencia a la flexión. Como  $p < 0.05$  rechazamos la  $H_0$  y aceptamos la  $H_a$ , es decir la adición de microsilíce y biopolímero si influye en la resistencia a la flexión del concreto estructural para edificaciones. Al igual que en el ensayo de compresión se aplica la prueba de Scheffé, para determinar cuál es el grupo que tenga características parecidas al concreto patrón.

**Tabla 47.** *Prueba Post Hoc de Scheffé*

	Diferencia de medias	p
15 % - 10%	6.307	0.003
15 % - 5 %	11.683	0.000
15 % - 0 %	7.193	0.001
10 % - 5 %	5.377	0.007
10 % - 0 %	0.887	0.864
5 % - 0 %	-4.490	0.019

Fuente: Elaboración propia

### Conclusión

Entre las medias de cada grupo son significativas ( $p < 0.05$ ), a excepción de 10 % y 0% ( $p = 0.864$ ). Por lo tanto, se concluye las diferencias de adición en el concreto de microsilíce y almidón de papa son significativas, a excepción de la dosificación del 10 % de microsilíce, que tiene características similares al concreto patrón.

En relación con los resultados de comparación de costos, en esta parte se realiza una comparación donde costos unitarios de los precios de elaboración de cada concreto por metro cúbico y su respectiva dosificación.

**Tabla 48.** Costo unitario por metro cuadrado de concreto patrón  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>

ITEM	Cuadrilla	Cantidad	Und.	Precio S/.	Parcial S/.
Personal - Mano de obra					
peón	8	2.714	hh	16.78	45.54
Oficial	4	0.691	hh	17.84	12.33
Operario	2	0.173	hh	25.72	4.45
Materiales					
Agregado grueso (piedra chancada 1/2")		0.61	m3	80	48.8
Agregado fino		0.55	m3	80	44
Cemento Portland tipo ip		10	bolsas	29	290
Agua		0.208	m3	5	1.04
Equipos					
Mezcladora de concreto 11p3	1	0.63		5.46	3.44
Vibrador de concreto	1	1		10	10
Otras herramientas		3		5	5
<b>TOTAL</b>					<b>464.60</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 49.** Costo unitario por metro cuadrado de concreto con 5% de adición de microsílíce y 1% biopolímero

ITEM	Cuadrilla	Cantidad	Und.	Precio S/.	Parcial S/.
Personal - Mano de obra					
peón	8	2.714	hh	16.78	45.54
Oficial	4	0.691	hh	17.84	12.33
Operario	2	0.173	hh	25.72	4.45
Materiales					
Agregado grueso (piedra chancada 1/2")		0.69	m3	80	55.2
Agregado fino		0.64	m3	80	51.2
Microsílíce		12.75	kg	3.5	44.63
Almidón de papa		2.55	kg	2	5.1

Cemento Portland tipo ip		6	bolsas	29	174
Agua		0.125	m3	5	0.625
Equipos					
Mezcladora de concreto 11p3	1	0.63		5.46	3.44
Vibrador de concreto	1	1		10	10
Otras herramientas		3		5	5
TOTAL					411.51

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 50.** Costo unitario por metro cuadrado de concreto con 10% de adición de microsílíce y 1% biopolímero

ITEM	Cuadrilla	Cantidad	Und.	Precio S/.	Parcial S/.
Personal - Mano de obra					
peón	8	2.714	hh	16.78	45.54
Oficial	4	0.691	hh	17.84	12.33
Operario	2	0.173	hh	25.72	4.45
Materiales					
Agregado grueso (piedra chancada 1/2")		0.69	m3	80	55.2
Agregado fino		0.64	m3	80	51.2
Microsílíce		25.5	kg	3.5	89.25
Almidón de papa		2.55	kg	2	5.1
Cemento Portland tipo ip		6	bolsas	29	174
Agua		0.125	m3	5	0.625
Equipos					
Mezcladora de concreto 11p3	1	0.63		5.46	3.44
Vibrador de concreto	1	1		10	10
Otras herramientas		3		5	5
TOTAL					456.13

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 51.** Costo unitario por metro cuadrado de concreto con 10% de adición de microsílíce y 1% biopolímero

ITEM	Cuadrilla	Cantidad	Und.	Precio S/.	Parcial S/.
Personal - Mano de obra					

peón	8	2.714	hh	16.78	45.54
Oficial	4	0.691	hh	17.84	12.33
Operario	2	0.173	hh	25.72	4.45
<b>Materiales</b>					
Agregado grueso (piedra chancada 1/2")		0.69	m3	80	55.2
Agregado fino		0.64	m3	80	51.2
Microsílice		38.25	kg	3.5	123.38
Almidón de papa		2.55	kg	2	5.1
Cemento Portland tipo ip		6	bolsas	29	174
Agua		0.125	m3	5	0.625
<b>Equipos</b>					
Mezcladora de concreto 11p3	1	0.63		5.46	3.44
Vibrador de concreto	1	1		10	10
Otras herramientas		3		5	5
<b>TOTAL</b>					<b>490.26</b>

Fuente: Elaboración propia

Luego de presentar individualmente el precio de elaboración de cada concreto, se muestra un resumen de costos:

**Tabla 52.** *Resumen de costos*

	Costo en soles / m3
Diseño Concreto patrón	464.60
Diseño Concreto 5% Microsílice, 1% biopolímero	411.51
Diseño Concreto 10% Microsílice, 1% biopolímero	456.13
Diseño Concreto 15% Microsílice, 1% biopolímero	490.26

Fuente: Elaboración propia

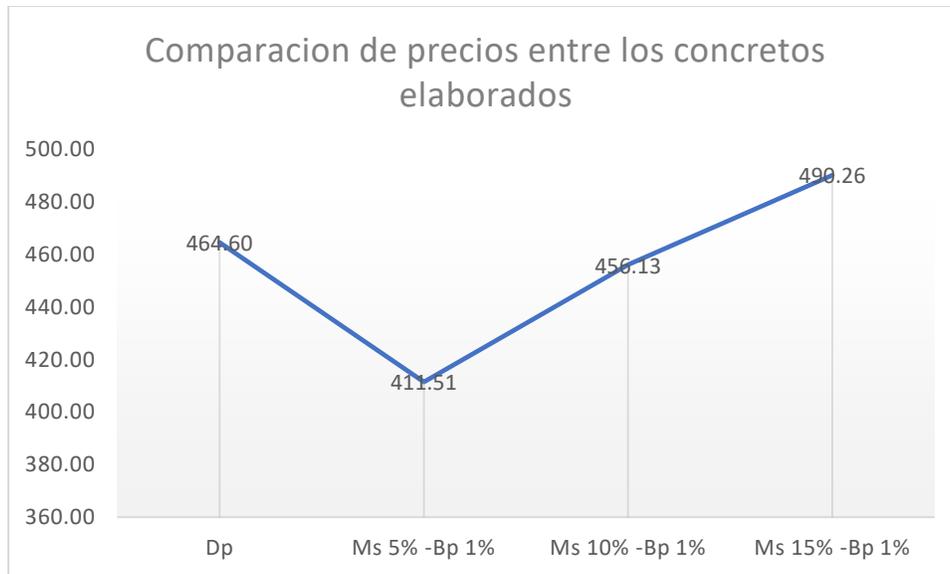


Figura 52. Comparación de precios de los concretos elaborados.

Como conclusión se observa que la adición de microsílíce y biopolímero si influye en el costo de elaboración de concreto por metro cubico, obteniendo una reducción del precio del concreto 5%Ms con 1%Bp en un 11.4% pero entra en el rango de aceptación requerida en la investigación, el precio del concreto 10%Ms con 1%Bp redujo el precio en un 1.8% del costo de elaboración del concreto patrón, por último el concreto 15%Ms con 1%Bp incremento el precio en un 5.5% del precio de elaboración del concreto patrón.

Finalmente, después de analizar y observar que los resultados de las hipótesis establecidas hasta este punto, se llega a la conclusión de acuerdo con las tablas 33, 36, 41 y 45 los datos de esta investigación presentan un grado de normalidad entre ellos, además que en las hipótesis establecidas se puede comprobar que la variable independiente “adición de microsílíce y biopolímero”, si influye en la variable dependiente “propiedades del concreto”, por ende, la hipótesis general se acepta.

## V. DISCUSIÓN

Discusión 1 del resultado 1 referido a la trabajabilidad y temperatura. Con base a la investigación realizada en relación con la trabajabilidad del concreto cuando este se encuentra en estado fresco se determinó que los valores del ensayo disminuyen con la adición de microsilíce con biopolímero en las dosificaciones de 5%, 10%, y 15%, en el primer caso se redujo en un 24.8% en referencia al slump del concreto patrón, en el segundo caso se redujo en un 30.6% y el tercer caso presenta una reducción de 38.1%, el nivel de trabajabilidad disminuye a medida que se añade más microsilíce en el mortero de concreto además de la reducción de agua, en el caso de (ACHAHUANCO, y otros, 2019 pág. 119), en su investigación la variación del slump se ve influenciada debido al uso de superplastificantes en su diseño de mezcla consiguiendo valores de 8.1 cm en el concreto patrón, 10 cm en el concreto con 4%Ms con 1.5%Sp lo que indica un incremento de 23.5% en su trabajabilidad , 8.2 cm en el concreto con 7%Ms con 1.5%Sp indicando un leve incremento de 1.2% y 5.3 cm en el concreto con 10%Ms con 1.5%Sp que reducen su trabajabilidad en un 34.6%. Ahora es necesario comparar los datos de ambas investigaciones, se observa una tendencia de disminución de la trabajabilidad, sin embargo, se debe tener en cuenta que el biopolímero añade características plastificantes al concreto con microsilíce y que los valores son comparables al concreto con superplastificantes hasta un 1.5% del peso total del cemento. En el caso de la temperatura del concreto se observó un incremento al añadir el microsilíce y biopolímero en el mortero de concreto, en la dosificación de concreto 5%Ms con 1%Bp se muestra un incremento de 3.9% en la temperatura respecto al concreto patrón, el mortero de concreto de 10%Ms con 1%Bp incremento su temperatura en un 9.8%, el mortero de concreto de 15%Ms con 1%Bp también incremento su temperatura en 9.8%. (GARCIA, 2018 pág. 151) en su investigación presenta los resultados en su concreto patrón una temperatura de 19.5°C y los distintos concretos con microsilíce y superplastificante son con la adición de 4% Ms y 1.6% superplastificante obtiene un incremento de 6.7%, en su mortero de 6%

Ms con 1%Bp presenta un incremento de 2.1% en su temperatura, y en el mortero de 8%Ms con 1%Bp un incremento 10.8%. Si realizamos una comparación entre los resultados de ambas investigaciones se observa que la adición de microsílíce incrementa la temperatura del concreto hasta en un 10%.

Discusión 2 del resultado 2 en relación con el ensayo de resistencia a la compresión. Respecto a la resistencia a la compresión del concreto los resultados demuestran que la reducción en un 40% del cemento en la mezcla y la adición de microsílíce y biopolímero influyen de manera positiva en el concreto, sin embargo no todas las dosificaciones de la mezcla llegan a cumplir los márgenes esperados, también se observa que el tiempo de fraguado es mayor en las mezclas con adición de microsílíce y biopolímero pues a la edad de 7 días el concreto de 5%Ms con 1%Bp solo alcanzo valores inferiores a los del diseño patrón, en cambio el concreto de 10%Ms con 1%Bp llego a resistencias similares al concreto patrón y el concreto 15%Ms con 1%Bp incremento su resistencia en un 5% respecto al concreto patrón, la resistencia a la compresión a la edad de 14 días se observa el incremento correspondiente al esperado, los concretos con dosificaciones de 5%Ms con 1%Bp, 10%Ms con 1%Bp y 15%Ms con 1%Bp, no presentan problemas al momento de los ensayos. Por último, la resistencia a la compresión a la edad de 28 días, lo resultados son los esperados y los concretos elaborados tienen la resistencia esperada, el concreto patrón llego a su resistencia de 210.9 kg/cm<sup>2</sup>, el concreto 5%Ms con 1%Bp disminuye el porcentaje de resistencia en 14.31% con respecto al concreto patrón, el concreto 10%Ms con 1%Bp la resistencia se incrementó en un 4% respecto al concreto patrón, y el concreto con 15%Ms con 1%Bp llego a incrementar su resistencia en un 13%. (ACHAHUANCO, y otros, 2019 pág. 122), en los resultados de su investigación muestran que la reducción de cemento en 30% y adición de microsílíce con superplastificantes incrementan considerablemente la resistencia del concreto a los 28 días, el concreto patrón tiene una resistencia de 307.33 kg/cm<sup>2</sup>, el concreto de 4%Ms con 1.5%Sp incrementa su resistencia en 317.03 kg/cm<sup>2</sup> lo cual indican un 3.2% más de resistencia, el concreto 7%Ms con 1.5%Sp tiene una resistencia de 321.10

kg/cm<sup>2</sup> que es un 4.5% más de resistencia y el concreto con 10%Ms con 1.5%Bp tiene 339.49 kg/cm<sup>2</sup> lo cual indica un incremento de resistencia del 11%. Al comparar los resultados de ambas investigaciones se observa patrones similares en cuanto a la resistencia a la compresión a la edad de 28 días, el incremento se aprecia mejor en porcentajes, este incremento se debe a la reducción del cemento y posterior adición del microsílíce con superplastificantes y biopolímeros en este caso el almidón de papa. En el caso de la presente investigación la resistencia del concreto 5%Ms con 1%Bp se vio afectada debido al porcentaje de microsílíce que resulta insuficiente, sin embargo, podría ser utilizado en otras estructuras si el precio es adecuado.

Discusión 3 del resultado 3 con relación al ensayo de resistencia a la flexión. Respecto a la resistencia a la flexión del concreto, los resultados de la investigación muestran que la adición de microsílíce al concreto lo beneficia de manera que adquiere resistencia, los resultados muestra una resistencia del concreto patrón de 28.09 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, el concreto de 5%Ms con 1%Bp presenta una reducción de 16% en su resistencia, el concreto de 10%Ms con 1%Bp muestra un incremento de 3.17% en su resistencia, finalmente en el concreto de 15%Ms con 1%Bp la resistencia se ve incrementada en un 25.63%, cabe mencionar que una de las viguetas del ensayo presentó una superficie con muchos poros, por otro lado (CRUZ, 2017 pág. 145), presento resultados de la resistencia a la flexión de viguetas de concreto de 15x15x50 en los cuales el concreto patrón alcanza una resistencia de 57.74 kg/cm<sup>2</sup>, el concreto de 5%Ms con 1.5%Vc incrementa su resistencia en 19.7%, el concreto de 7.5%Ms con 1.5Vc incrementa su resistencia en 30.6% y el concreto de 10%Ms con 1.5%Vc incrementa el 41% de resistencia respecto del concreto normal, en el caso de (GARCIA, 2018 pág. 1665), en su investigación los resultados que obtiene para el concreto elaborado con relación a/c = 0.40, obtiene que el concreto patrón obtiene una resistencia de 6.4 kg/cm<sup>2</sup>, el concreto de 4%Ms con 1.6%Sp incrementa su resistencia un 220.3% llegando a 14.1 kg/cm<sup>2</sup>, el concreto 6%Ms con 1.6%Sp también incrementa su resistencia hasta un 225% del concreto patrón, por último el concreto de 8%Ms con 1.6%Sp llego a obtener hasta

228.3% de resistencia del concreto patrón. Después de observar y comparar las 3 investigaciones, se llega a determinar que el uso de microsílíce incrementa la resistencia del concreto, sin embargo, en la investigación donde se puede observar los incrementos más significativos de la resistencia a la flexión es debido a la adición de microsílíce sin quitarle el cemento.

Discusión 4 del resultado 4 con relación al costo por metro cubico de concreto. En lo que se refiere al costo por la elaboración del concreto por metro cubico, se observa un incremento leve de acuerdo a la cantidad de microsílíce que se adicione a la mezcla, además de la variación de costos de los materiales y mano de obra para realizar este trabajo, para la elaboración de 1m<sup>3</sup> de concreto del diseño patrón, se tiene un costo de 464 soles, el concreto de 5%Ms con 1%Bp reduce el costo de elaboración por metro cubico en un 11.4%, el concreto de 10%Ms con 1%Bp también reduce el costo de elaboración de este material pero solo en un 2%, por último el concreto de 15%Ms con 1%Bp muestra un incremento en el precio de 5.6% del precio del concreto patrón. En el caso de (ACHAHUANCO, y otros, 2019 pág. 128), el precio de elaboración del concreto patrón es de 369.84 soles, el concreto de 4%Ms con 1.5%Sp presenta una reducción de 6% en el costo, el concreto de 7%Ms con 1.5% muestra un incremento en el precio de 1% del costo del concreto patrón, por último, el concreto de 10%Ms con 1.5%Sp se observa un incremento del 16% del precio de elaboración del concreto patrón. Por otro lado (CRUZ, 2017 pág. 161), muestra en su investigación que la elaboración de su concreto patrón tiene un costo de 407.25 soles por metro cúbico, el promedio de los concretos elaborados con las dosificaciones para la sustitución de cemento con 5%Ms con 1.5%Vc, 10%Ms con 1.5%Vc y 15% tiene un incremento en el costo de 223.45 del precio de elaboración de concreto patrón. Cuando comparamos las 3 investigaciones, se observa que el precio de la sustitución de concreto por microsílíce tiene un precio elevado, en cambio cuando se reduce la cantidad de cemento en porcentajes que varía de 30% y 40% del peso del cemento, se muestra que el incremento de los precios es similar si los comparamos en

porcentajes, el detalle es que debemos que tener en cuenta el incremento del precio unitario anualmente.

## VI. CONCLUSIONES

Conclusión 1, respecto a la trabajabilidad y temperatura del concreto se concluye que a un nivel de significancia del 5% mediante la prueba inferencial ANOVA, que la variable adición de microsílíce con biopolímero si influye en las propiedades del concreto puede decir que la adición del biopolímero, en este caso el almidón de papa resulto beneficioso para la mezcla del mortero de concreto con relación agua/cemento adecuada, le permitió mejorar este aspecto como se menciona en artículos de investigación en los cuales se basó para determinar su porcentaje óptimo de 1% del peso del cemento, este uso del biopolímero no brinda las características de un superplastificante al concreto sin embargo tiene buenos resultados, el slump del mortero se ve influenciado por la adición de microsílíce y disminuyen su trabajabilidad en más de una pulgada llegando a obtener valores mayores a 2.45" o 6 cm y menores a 2.75" o 7 cm, lo cual hace que sea de difícil colocación si el personal no está debidamente capacitado, pero aún se encuentran en el rango aprobado por el comité ACI 211.1.

Respecto a la temperatura del mortero de concreto, la adición de microsílíce en la mezcla, modifica la temperatura incrementándola a partir del 5% de adición de microsílíce, sin embargo, la dosificación de 10% y 15% no presenta incrementos y se mantiene estable.

Conclusión 2, referido a los ensayos de resistencia a la compresión a la edad de 7 días, el concreto no parece alcanzar la resistencia requerida, esto se puede deber al uso del biopolímero, que según algunos artículos consultados retarda el tiempo de fraguado. A la edad de 14 días es donde el concreto empieza a mostrar mejores características y posteriormente a los 28 días, la adición del 5%, 10% y 15% de microsílíce, del peso del cemento, incrementa su resistencia, debido a esto se concluye que las dosificaciones de 10% y 15% de microsílíce con 1% biopolímero incrementan su resistencia, respecto al concreto patrón, además mencionar que después de realizar la prueba ANOVA, se realizó la prueba Post-Hoc de Sheffé, con una significancia de significancia del 5% que

se puede observar en la tabla 42, nos indica que el concreto de 10%Microsilice con 1%Bp es el que más se asemeja al concreto patrón, por otro lado del total de 48 especímenes de concreto, cuatro de estos presentaron poros en parte de la superficie y otro que presento un fisuramiento a lo largo de su sección, esto puede deberse a que estuvo sometido a una temperatura no recomendable en el momento de fraguado

Conclusión 3, respecto al ensayo de resistencia a la flexión se menciona que la resistencia que se obtiene en este ensayo oscila entre el 10% y 20% de resistencia con respecto al ensayo de resistencia a la compresión, la rotura de las vigas a los 28 días indica un incremento de resistencia de los concretos con dosificación de 10% y 15% microsilíce y al igual que en el ensayo de compresión, después de realizar la prueba ANOVA se realizó la prueba Post-Hoc de Sheffé en la cual se observa en la tabla 46, que el concreto elaborado con 10% microsilíce y 1% biopolímero es el que presenta similares características al concreto patrón.

Conclusión 4, de acuerdo al análisis de costos de elaboración de los diferentes concretos se obtiene valores que varían desde el concreto patrón con un costo de 464.60 soles por metro cubico de material, el concreto con adición de 5%Ms con 1%Bp no entra en el rango deseado de resistencia, por lo que se descarta, los concretos elaborados con 10%Ms con 1%Bp y 15%Ms con 1%BP, sobrepasan la resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo el concreto que entra en el rango de reducción de precios esperado es el de 10% microsilíce con 1% biopolímero, con un precio de 456.13 soles, lo cual indica un ahorro de 8.46 soles por metro cubico de concreto elaborado.

## VII. RECOMENDACIONES

Recomendación 1. El microsílíce es un material reactivo y posee partículas más finas que el cemento, debido a esto se puede inhalar fácilmente así que es necesario el uso de los Equipos de Protección para el Personal además de cuidado al momento de utilizarlo.

Es recomendable el correcto almacenamiento de los agregados para que no pierdan su contenido de humedad y no alteren el diseño y la relación a/c, además para la elaboración de este concreto es necesario que estos agregados no tengan impurezas y estén libres de limos, pues se necesitaría más material cementante para recubrir la superficie de los agregados, también se debe tener en cuenta el uso de agregados de diferentes canteras y otros tipos de cemento.

Recomendación 2. Se debe tener en cuenta el tiempo en el cual se prepara y coloca el mortero de concreto pues, la adición de microsílíce sin el uso de superplastificantes hace que pierda humedad, lo cual resta plasticidad al mortero.

Recomendación 3. Realizar un estudio de otras propiedades como la resistencia a las heladas, porosidad, fisuramiento, permeabilidad, absorción; para poder conocer la aplicación de este tipo de cemento en distintas obras civiles y su respuesta antes algunos factores climáticos.

Se recomienda evaluar si este tipo de concreto puede reducir las dimensiones de elementos estructurales debido a las altas cargas que pueden soportar, esto implica que a futuras investigaciones sea necesario el evaluar y comparar el peso unitario de este material, además de realizar pruebas en la elaboración de concreto armado y si el acero presenta algún grado de reacción al ser expuesto a este material.

Recomendación 4. Por último, es recomendable la realizar un estudio en el que se profundice la aplicación de este material en obras que se realicen en la vida real.

## REFERENCIAS

*A Time Series Classification Dataset Based on the Average Price of Concrete in major Cities in China.* **QING, Liu, WOON-SEEK, Lee y MIN, Du. 2022.** s.l. : Authorea Preprints, 2022, Engineering Reports, págs. 1-9.

**ACHAHUANCO, Gary. y GUTIERREZ, Alex. 2019.** *Optimizacion de Concretos Estructurales  $F'c = 210\text{kg/cm}^2$  y  $F'c=280\text{kg/cm}^2$ , Sobre sus Propiedades Mecanicas con Adicion de Microsilice en la Ciudad del Cusco.* Cusco : Universidad San Antonio Abad, 2019. Tesis Profesional.

*Análisis macroeconómico del sector construcción en el Peru.* **PALOMINO, Julio, HENNING, Julio y ECHEVARRIA, Victor. 2017.** Lima : Facultad de Ciencias Contables - UNMSM, 2017, Quipukamayoc, Vol. 25, págs. 95-96.

*ASOCEM - Indicadores Internaciones de cemento.* **ASOCEM. 2019.** Lima : s.n., 2019, Asociacion de Productores de Cemento, págs. 1-11.

**ASTM 1064. 2018.** *ASTM1064 - Temperatura del concreto.* West Conshohocken : American Society for Testing and Materials o ASTM International, 2018.

**ASTM 2216. 2018.** *ASTM 2216.* West Conshohocken : American Society for Testing and Materials, 2018.

**ASTM C293/C293M. 2018.** *ASTM C293/C293M - Resistencia a la Flexion.* West Conshohocken : American Society for Testing and Materials o ASTM International, 2018.

**BAENA, Guillermina. 2017.** *Metodologia de la investigacion: serie integral por competencias.* Mexico : Editorial Patria, 2017. Vol. 3.

**BANERJEE, Sulaj y MONDAL, Arijit. 2017.** *High Strenght and High Performance Concrete Book.* New Delhi : Lambert Academic Publishing, 2017. págs. 1-98.

**BEDON, Jorge. 2016.** *Diseño óptimo para obtener concreto de alta resistencia para obras civiles en zonas altoandinas del Perú.* Universidad Nacional del Santa - Escuela Postgrado. Chimbote : Aporte Santiaguino, 2016. págs. 205-216, Tesis doctoral.

**BERNAL, Cesar. 2016.** *Metodologia de la Investigacion.* 4. Bogota : PEARSON, 2016.

*Biopolymers to improve physical properties and leaching characteristics of mortar and concrete: A review.* **OLIVIA, M, et al. 2018.** Pekanbaru : Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Riau, 2018, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, pp. 1-8.

**BLAS, Alexander y FLORES, Cesar. 2015.** *Influencia de la Adicion de Microsilice y Superplastificante en las Propiedades de un Concreto de Alta Resistencia.* Arequipa : Universidad Catolica Santa Maria, 2015. Tesis para optar para el grado profesional.

**CAJILEMA, Jairo, MORALES, Luis y MORALES, Jerson. 2020.** *Incidencia del microsilice en el diseño de hormigon de alta resistencia.* Quito : Universidad Central del Ecuador, 2020. págs. 1-230.

**CAMAC, Jesus. 2018.** *Influencia al incorporar vidrio de sosa cal y sílice en la resistencia del concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$* . Huancayo : Universidad Peruana de los Andes, 2018. Tesis para optar el título de ingeniero civil.

*Cement Paste Mixture Proportioning with Particle Packing*. **NIWELADOMSKIL, P, y otros. 2021.** [ed.] Jeong Gook Jang. Polonia : MDPI, 2021, Materials, págs. 1-18.

*Combined effects of microsilica, steel fibre and artificial lightweight aggregate on the shrinkage and mechanical performance of high strength cementitious composite.* **KASIM, M, et al. 2020.** Bingul : s.n., 2020, Construction and Building Materials, pp. 1-17.

*Contributing Factors of Poor Construction Project Performance.* **YAMANI, Mohd, et al. 2019.** Nigeria : Department of Construction Management, Faculty of Technology Management and Business, 2019, International Journal of Property Science, Vol. 9, pp. 1-10.

*Critical factors affecting quality of building projects: professionals service providers perspectives.* **ALUKO, Olusola, and MEWOMO, Modupe. 2021.** Ogun : Sustainable Human Settlement and Construction Research Centre, 2021, Journal of Construction Project Management and Innovation, Vol. 11, pp. 1-16.

**CRUZ, Shirley. 2017.** *Concreto de alto desempeño, con reemplazo parcial del cemento por microsilice, utilizando aditivo superplastificante en la region Puno.* Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez. Puno : Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez, 2017. Tesis para optar por el título de ingeniero Civil.

*Dependencies between Cracking Patterns and the Physico Mechanical Properties of Microsilica Modified Cement Matrix.* **SZELYG, M y SZEWCZAK, A. 2019.** [ed.] Lublin University of Technology. Lublin : s.n., 2019, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, págs. 1-6.

*Development of Cracking Patterns in Modified Cement Matrix with Microsilica.* **SZELAG, Maciej. 2018.** Lublin : s.n., 2018, Materials, págs. 1-19.

*EBR Strengthening Technique for Concrete, Long-Term Behaviour and Historical Survey.* **CZADERSKI, Christoph y MEIER, Urs. 2018.** Dubendorf : Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology, 2018, Polymers, Vol. 25, págs. 1-25.

*Effect of silica-based nano and micro additions on SCC at early age and on hardened porosity and permeability.* **PUENTES, Javier, BARLUENGA, Gonzalo y PALOMAR, Irene. 2017.** Alcalá : Department of Architecture, School of Architecture, University of Alcalá, Spain, 2017, Construction and Building Materials, págs. 1-18.

*Effect of using corn starch as concrete admixture.* **SUHAD, Abd, et al. 2016.** Iraq : Department of Civil Engineering, College of Engineering, University of Diyala, 2016, Int. J. Engg. Res. & Sci. & Tech, Vol. 9, pp. 34-45.

*Effects of Poor Workmanship on Building Construction and Its Implication to Project Management Practice: A Case Study in Addis Ababa City.* **FROMSA, Alsen, ARARSA, Woyesa and QUEZON, Emer. 2020.** Ambo : Ambo University, 2020, Journal of Xidian University, pp. 1174-1188.

*Effects of rice straw ash and micro silica on mechanical properties of pavement quality concrete.* **PANDEY, Arunabh y KUMAR, Brind.** 2019. Varanasi : Department of Civil Engineering, IIT (BHU), Varanasi, India, 2019, Journal of Building Engineering, Vol. 26, págs. 1-12.

**FERNANDEZ, Denis y RAMOS, Hector.** 2019. *Influencia de la microsilice sobre la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 Y 0.40.* Trujillo : Universidad Privada del Norte, 2019. págs. 1-151.

—. 2019. *Influencia de la Microsilice Sobre la Resistencia a la Compresion de Concretos con relaciones Agua/Cemento 0.30;0.35 y 0.40.* Trujillo : Universidad Privada del Norte, 2019. págs. 1-151, Tesis de Titulacion.

**FILIAN, Belkis and MONTERO, Domenica.** 2016. *Effects of Poor Construction Practices on Compressive Strength of Concrete; an Insight of the 2016 Ecuador Earthquake.* Quito : Universidad de San Francisco de Quito, 2016. pp. 1-8, Informe científico.

**Fondo Mivivienda.** 2018. *Estudio de Demanda de Vivienda a Nivel Nacional.* Lima : Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2018.

*Functional Properties of Potato (Solanum tuberosum) Starch and its Chemical Modification by Acetylation.* **VARGAS, G., MARTINEZ, P. and VELEZMORO, C.** 2016. Lima : Universidad Nacional de Trujillo, 2016, Scientia Agropecuaria, pp. 223-230.

**GARCIA, Luis.** 2018. *Concreto de Alto Desempeño Utilizando Hormigon con Adicion de Microsilice y Superplastificante.* Universidad Nacional del Centro del Peru. Huancayo : s.n., 2018.

**HERNANDEZ, Roberto.** 2018. *Metodologia de la Investigacion: Las Rutas Cuantitativa, Cualitativa y Mixta.* Mexico : Edamsa Impresiones, 2018. pág. 744.

*High-strength Concrete (HSC) Material For High Rise Buildings.* **KOVACEVIC, Ilda y DZIDIC, Sanin.** 2018. Bosnia y Herzegovina : s.n., 2018, 12th Scientific/Research Symposium with International Participation -METALLIC AND NONMETALLIC MATERIALS, págs. 1-11.

*Identifying factors affecting schedule and cost performance on building project.* **WIDOWATI, E and RACHMAWATI, F.** 2020. Indonesia : Department of Civil Engineering, Sepuluh Nopember Institute of Technology, 2020, Conf. Series: Materials Science and Engineering 930, pp. 1-8.

*Improvement of concrete and manufacture of reinforced cocnret structure saving up yo 40–50 % cement using microsilica.* **KISELMAN, A., y otros.** 2018. Abakan : s.n., 2018, Science And Business: Development Ways, págs. 61-65.

**INDECOPI.** 2006. *Reglamento Nacional de Edificaciones.* Lima : s.n., 2006.

**KUROIWA, Julio.** 2016. *Manual para la reducción de riesgos sísmicos de viviendas en el Perú.* Lima : Ministerio de construcción, vivienda y saneamiento, 2016. Manual de construcción.

*La Autoconstrucción en la Periferia de Cusco. Un Estudio de Enfoque Mixto.* **VARGAS, Carlos.** 2019. Cusco : Universidad Andina, 2019, Area, Vol. 5, págs. 1-12.

*Micromechanical characteristics of high-performance concrete subjected to modifications of composition and homogenization.* **BILLY, P, et al. 2020.** 2020, Magazine of Civil Engineering, pp. 145-157.

*Modification of fine-grained polymer concrete with microsilica.* **BALAVANOV, Vladic and PUTSENKO, Ksenia. 2018.** Irkutsk : Irkutsk National Research Technical University, 2018, MATEC Web Conf., Vol. 212, pp. 2-9.

**National Ready Mixed Concrete Association. 2018.** *Concrete in Practice - What, why&how?* North Caroline : s.n., 2018.

**NTP 339.034. 2018.** *NTP 339.034 - Resistencia a la Compresion.* Lima : INDECOPI, 2018.

**NTP 339.035. 2018.** *NTP 339.035 - Asentamiento del concreto.* Lima : INDECOPI, 2018.

**NTP 400.012. 2018.** *NTP 400.012 - Ensayos Granulometria.* Lima : INDECOPI, 2018.

**NTP 400.017. 2018.** *NTP 400.017 - Ensayos Peso Unitario, Peso Especifico.* Lima : INDECOPI, 2018.

**NTP 400.021. 2018.** *NTP 400.021 - Ensayo de Absorcion.* Lima : INDECOPI, 2018.

**PADILLA, Jhon y URBINA, Mario. 2020.** *Propiedades mecánicas del mortero de cemento con la inclusión del almidón de papa como aditivo para viviendas unifamiliares en Moyobamba.* Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2020. págs. 1-127, Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil.

**PINARGOTE, Esteban y Vera, Brian. 2019.** *Analisis Comparativo del Metodo Estadistico de Gumbel con el Metodo de Energia Liberada Para la Determinacion del Comportamiento Sismico en Paises de Sudamerica.* Guayaquil : Universidad de Guayaquil, 2019. págs. 1-114, Tesis profesional.

*Problemas en la gestión de calidad e inspección técnica de obra: un estudio aplicado al contexto chileno.* **SANTELICES, C, HERRERA, R y MUÑOZ, F. 2019.** Caldas : Pontificia Universidad Católica de Chile-Universitat Politècnica de Catalunya, 2019, Revista Ingeniería de Construcción RIC, Vol. 34, págs. 242-251.

**SANES, Daniel. 2017.** *Influencia de microfibras de polipropileno y microsiliceen la resistencia de concretos de 4000 y 3000 PSI.* Cartagena : UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR, 2017. pág. 106, Tesis para optar el titulo de magister en ingenieria.

**STEHLK, Michal and STAVAR, Thomas. 2014.** Carbonation Depth vs. Physical-Mechanical Properties of Concretes with Alternative Additions of Concrete Recyclate and Silicate Admixtures. [book auth.] A. Sabea. *Advanced Material Research.* Suiza : Trans Tech Publications, 2014, Vol. 897, pp. 1-350.

*Structural Survey and Empirical Seismic Vulnerability Assessment of Dwellings in the Historical Centre of Cusco, Peru.* **BRANDO, Giuseppe, et al. 2019.** s.l. : Taylor&Francis, 2019, International Journal of Architectural Heritage, Vol. 15, pp. 1395-1423.

**TAGLE, Claudia. 2017.** *Análisis comparativo de las propiedades Físico - Mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del cemento con ceniza volante en porcentajes de 5%, 10 % y 15%, elaborado con agregados de Cunyac y Pisac.* Cusco : Universidad Andina del Cusco, 2017. págs. 1-198.

**TOXEMENT. 2016.** *Microsilice*. Barranquilla : Euclid Group - Toxement, 2016. págs. 1-184, Tesis para optar el grado profesional.

**VARGHESE, Lindsay. 2019.** Effect of Nanosilica and Microsilica on Bond and Flexural Behaviour of Reinforced Concrete. [book auth.] A. Rama Mohan Rao and K. Ramanjaneyulu. *Recent Advances in Structural Engineering*. Singapore : s.n., 2019, pp. 1-856.

**ZUÑIGA, Mariela y CONDORI, Yudit. 2019.** *Influencia de la adición de microsilice en la resistencia a la compresión del concreto producido con agregados de la cantera de Arunta de la ciudad de Tacna*. Tacna : Universidad Privada de Tacna, 2019. págs. 1-151.

# ANEXOS

## ANEXO: MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

TITULO: EFECTOS DE LA ADICION DE MICROSILICE CON BIOPOLIMERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUTURAL (F'C=210KG/CM2) PARA VIVIENDAS, CUSCO, 2022.

AUTOR: BERRIOS CACERES, PAVEL ANTONY

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
VARIABLE DEPENDIENTE PROPIEDADES DEL CONCRETO	Son las propiedades que se pueden observar a simple vista o mediciones simples	Para la medicion de este punto se opto por los ensayos NTP 339.035 y ASTM C 1064	PROPIEDADES FISICAS	TRABAJABILIDAD (SLUMP)	pulgadas
				TEMPERATURA	grados centigrados
	Son las propiedades del concreto cuando se encuentra en estado endurecido	Para la medicion se basa en la norma NTP 339.034 Compresion y ASTM C193 FLEXION	PROPIEDADES MECANICAS	RESISTENCIA A LA COMPRESION	kg/cm2
				RESISTENCIA A LA FLEXION	kg/cm2
VARIABLE INDEPENDIENTE ADICION DE MICROSILICE CON BIOPOLIMERO	Se opta por las dosificaciones en base a las investigaciones previas.	La adicion de microsiline en el concreto se calcula de acuerdo al peso del	DOSIFICACION DE MICROSILICE	5 % 10% 15%	kg kg kg
	Se elige la dosificacion optima de acuerdo con las referencias de	La adicion de biopolimero en el concreto se realiza de acuerdo al peso del cemento	ADICION DE MICROSILICE	1%	kg

## ANEXO: MATRIZ DE CONSISTENCIA

EFECTOS DE LA ADICIÓN DE MICROSÍLICE CON BIOPOLÍMERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL (F'c=210 KG/CM2) PARA VIVIENDAS EN LA REGIÓN CUSCO, 2022									
MATRIZ DE CONSISTENCIA									
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES	INSTRUMENTOS	METODOLOGIA	
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	V. INDEPENDIENTE ADICION DE MICROSILICE TRATADO CON BIOPOLIMERO	DOSIFICACION	5% MICROSILICE	kg	Fiche tecnica, Normativa tecnica, Procedimientos experimentales, Intrumentos de medicion	<b>Tipo de investigacion:</b> Aplicada (Hernandez R. , 2018)  <b>Nivel de investigacion:</b> Explicativo (Hernandez R. , 2018)  <b>Enfoque de investigacion:</b> Cuantitativa (Hernandez R. ,2018)  <b>Diseño de investigacion:</b> Cuasiexperimental (Hernandez R. ,2018)	
¿Qué efecto tiene la adición de microsilíce con biopolímero en las propiedades del concreto estructural con la F'c=210 kg/cm2 en la región Cusco 2022?	Demostrar la influencia de la adición de microsilíce con biopolímero en las propiedades del concreto estructural con la F'c=210 kg/cm2 en la región Cusco 2022.	La adición de microsilíce con biopolímero si influye en las propiedades del concreto estructural F'c=210 kg/cm2 en la región Cusco, 2022.			10% MICROSILICE	kg			
					15% MICROSILICE	kg			
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVO ESPECIFICO	HIPOTESIS ESPECIFICOS	V. DEPENDIENTE PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2	PROPIEDADES FISICAS	TRABAJABILIDAD	pulgadas			
					TEMPERATURA	grados centigrados			
¿Qué efecto tiene la adición de microsilíce con biopolímero en la trabajabilidad y temperatura del concreto estructural F'c=210 kg/cm2 en la ciudad del Cusco 2022.	Demostrar la influencia de la adición de microsilíce con biopolímero en la trabajabilidad y temperatura del concreto estructural F'c=210 kg/cm2 en la ciudad del Cusco 2022.	La adición de microsilíce con biopolímero si influye en la trabajabilidad y temperatura del concreto estructural F'c=210kg/cm2.	V. DEPENDIENTE PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2	PROPIEDADES MECANICAS	RESISTENCIA A LA COMPRESION	kg/cm2			
¿Qué efecto tiene la adición de microsilíce con biopolímero en la resistencia a la compresión del concreto estructural F'c=210 kg/cm2 en la ciudad del Cusco 2022.	Demostrar la influencia de la adición de microsilíce con biopolímero en la resistencia a la compresión del concreto estructural F'c=210 kg/cm2 en la ciudad del Cusco 2022.	La adición de microsilíce con biopolímero si influye en la resistencia a la compresión concreto estructural F'c=210kg/cm2.			RESISTENCIA A LA FLEXION (kg/cm2)	kg/cm2			
¿Qué efecto tiene la adición de microsilíce con biopolímero en la resistencia a la flexión del concreto estructural F'c=210 kg/cm2 en la ciudad del Cusco 2022	Demostrar la influencia de la adición de microsilíce con biopolímero en la resistencia a la flexión del concreto estructural F'c=210 kg/cm2 en la ciudad del Cusco 2022.	La adición de microsilíce con biopolímero c si influye en la resistencia a la flexión del concreto estructural F'c=210kg/cm.							
¿Qué efecto tiene la adición de microsilíce con biopolímero en el costo por metro cubico del concreto estructural F'c=210 kg/cm2 en la ciudad del Cusco 2022	Demostrar la influencia de la adición de microsilíce con biopolímero en el costo por metro cubico del concreto estructural F'c=210 kg/cm2 en la ciudad del Cusco 2022.	La adición de microsilíce con biopolímero si influye en el costo por metro cubico de concreto estructural F'c=210kg/cm2.					COSTO UNITARIO	SOLES	S/.
<b>BIOPOLIMERO:</b> Almidon de papa									

## ANEXO: FICHA TÉCNICA DEL MICROSILICE QSI



# SILICA FUME®

## ADICIÓN PARA CONCRETO Y MORTEROS

### ○○○ Descripción:

SILICA FUME es un aditivo en polvo listo para usarse en concreto y mortero. Este producto reacciona químicamente con el hidróxido de calcio en la pasta de cemento, lo cual produce un gel de hidrato de silicato de calcio que mejora de manera significativa la resistencia y durabilidad. Por su alta finura, la microsíllica llena el vacío entre las partículas de cemento creando un concreto muy denso y menos permeable.

### ○○○ Aplicaciones principales:

- Concretos de altas resistencias.
- Concreto de alta densidad.
- Plataformas para puentes.
- Estructuras para estacionamientos.
- Ambientes marinos.
- Shotcrete (Concreto lanzado).
- Concretos de alta resistencia química.

### ○○○ Características / Beneficios:

- Concreto Plástico
- Aumenta al cohesión y compactación, facilitando la aplicación de concretos bombeados.
  - Reduce el lavado de finos.
  - Elimina la segregación.
  - Reduce el porcentaje de rebote en concreto o morteros lanzados.
- Concreto Endurecido
- Mejora las resistencias a la compresión tracción y flexión.
  - Le da al concreto una baja permeabilidad para una mejor resistencia a la penetración de agentes deletéreos.
  - Aumenta la durabilidad.
  - Los aceros de refuerzo tienen mayor protección a la corrosión.
  - Mejor resistencia a la abrasión y a químicos para un mayor tiempo de servicio.
  - Mayores resistencias a ciclos de hielo - deshielo.
  - Concretos de alta resistencia.

### ○○○ Información técnica:

Apariencia : Polvo fino.  
Color : Gris.  
Densidad : 2.2 (gravedad específica)

### ○○○ Dosificación:

SILICA FUME normalmente se dosifica a razón de 5 - 10% del peso del cemento.  
Se recomienda realizar ensayos previos en la obra para determinar la dosificación adecuada, lo cual puede ser diferente a las dosificaciones recomendadas.  
Los resultados varían debido a las diversas condiciones de cada obra y tipo de materiales empleados.  
Cualquier consulta contacte al departamento de Construcción de QSI Perú.

### ○○○ Presentación:

- Bolsa 25 kg



## SILICA FUME®

### ADICIÓN PARA CONCRETO Y MORTEROS

#### Normas / especificaciones:

Está formulado para cumplir con la especificación ASTM C- 1240.

#### Instrucciones de uso:

SILICA FUME viene lista para su uso, una buena distribución en la mezcla se logra dosificando directamente sobre la mezcladora cuando la mezcla de concreto se encuentra aun seca. Para obtener la consistencia adecuada se requiere usar un aditivo súper plastificante. Consulte con nuestro Departamento Técnico para mayor información.

Una secuencia de típica de la mezcla puede ser:

- Pesaje y colocación de los agregados en la mezcladora (piedra y arena).
- Pesaje y colocación del cemento en la mezcladora.
- Dosificación del 80% del agua de amasado.
- Pesaje y colocación de SILICA FUME.
- Dosificación del aditivo súper plastificante con el 20% de agua restante.
- La demanda de agua se incrementa cuando se usa microsíllica. La mezclas requieren el uso de un aditivo reductor de agua de alto poder para mantener la trabajabilidad y al relación baja de agua/cemento.
- Acabado: El concreto que contiene SILICA FUME presenta menor exudación el concreto convencional; el curado anticipado es crítico para prevenir fisuración por retracción plástica.
- Las fisuras por retracción plástica son más frecuentes cuando se presenta humedad baja, alta, velocidad de viento y temperatura ambientales altas. Cuando existen esas condiciones, debe utilizarse un retardante de evaporación como EUCOBAR.
- Se pueden utilizar métodos diferentes a EUCOBAR para ayudar a reducir la posibilidad de retracción plástica.
- Se puede minimizar los efectos ambientales construyendo rompe vientos, aplicación de rocío nebulizado entre cada operación de acabado, cubrir el concreto con yute mojado y reduciendo la temperatura del concreto con hielo o agregados enfriados. También se puede colocar el concreto en las últimas horas de la tarde para evitar los rayos directos del sol y las altas temperaturas.
- Curado: Todos los procedimientos de curado de concreto con SILICA FUME deben comenzar inmediatamente después que el procedimiento de acabado ha terminado.
- Puede utilizarse un curador químico de altos sólidos que forme una membrana líquida y flexible tal como el EUCOCURE.
- El compuesto para curado y el retardante de evaporación deben ser ordenados en forma separada.

#### Precauciones / restricciones:

- Se recomienda realizar ensayos previos en la obra para determinar la dosificación adecuada, de acuerdo al tipo de obra o proyecto a realizar.
- Limpie con agua las herramientas y el equipo antes que se endurezca el mortero y/o concreto.
- Durante la manipulación usar las medidas de seguridad apropiadas. Usar el equipo de protección personal apropiado.
- Durante la manipulación usar las medidas de seguridad apropiadas. Usar el equipo de protección personal apropiado.
- Evitar el contacto con la piel, ojos y vías respiratorias. En caso de contacto con la piel, lavar con abundante agua, para mayor información consultar la hoja de seguridad del producto.

#### Manejo y almacenamiento:

SILICA FUME debe almacenarse en su envase original herméticamente cerrado y bajo techo.

Vida útil de almacenamiento: 1año .

ESPECIALIDADES

## ANEXO: FICHA TÉCNICA DE CEMENTO YURA TIPO IP



FICHA TÉCNICA 2021 / V.1

# IP CEMENTO MULTI-PROPÓSITO Alta Durabilidad

### DESCRIPCIÓN

**EL CEMENTO MULTI-PROPÓSITO DE ALTA DURABILIDAD YURA IP** es un cemento elaborado bajo los más estrictos estándares de la industria cementera, colaborando con el medio ambiente, debido a que en su producción se reduce ostensiblemente la emisión de CO<sub>2</sub>, contribuyendo a la reducción de los gases con efecto invernadero.

Es un producto fabricado a base de Clinker de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico de alta reactividad y yeso. Esta mezcla es molida industrialmente en molinos de última generación, logrando un alto grado de finura. La fabricación es controlada bajo un sistema de gestión de calidad certificado con ISO 9001 y de gestión ambiental ISO 14001, asegurando un alto estándar de calidad.

Sus componentes y la tecnología utilizada en su fabricación, hacen que el CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA TIPO IP, tenga propiedades especiales que otorgan a los concretos y morteros cualidades únicas de ALTA DURABILIDAD, permitiendo que el concreto mejore su resistencia e impermeabilidad y también pueda resistir la acción del intemperismo, ataques químicos (aguas saladas, sulfatadas, ácidas, desechos industriales, reacciones químicas en los agregados, etc.), abrasión, u otros tipos de deterioro.

*Puede ser utilizado en cualquier tipo de obras de infraestructura y construcción en general. Especialmente para OBRAS DE ALTA EXIGENCIA DE DURABILIDAD.*

### DURABILIDAD

"Es aquella propiedad del concreto endurecido que define la capacidad de éste para resistir la acción agresiva del medio ambiente que lo rodea, permitiendo alargar su vida útil".

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

REQUISITOS	CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA TIPO IP		REQUISITOS NORMA NTP 334.090 ASTM C-595		REQUISITOS NORMA NTP 334.009 ASTM C-150 (CEMENTO TIPO II)	
REQUISITOS QUÍMICOS						
MgO (%)			6.00 Máx.			
SO <sub>3</sub> (%)	1.5 a 3.0		4.00 Máx.			
Pérdida por ignición (%)	1.5 a 4.0		5.00 Máx.			
REQUISITOS FÍSICOS						
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	2.75 a 2.85		-			
Expansión en autoclave (%)	0.07 a 0.03		-0.20 a 0.80			
Fraguado Vicat inicial (minutos)	170 a 270		45 a 420			
Contenido de aire	2.5 a 8.0		12 Máx			
Resistencia a la compresión	Kgf/cm <sup>2</sup>	MPa	Kgf/cm <sup>2</sup>	MPa	Kgf/cm <sup>2</sup>	MPa
3 días	175 a 200	17.1 a 19.6	133 Min	13	122 Min	12Min
7 días	225 a 255	22 a 25	204 Min	20	194 Min	19 Min
28 días	306 a 340	30 a 33.3	255 Min	25	-	-
Resistencia a los sulfatos	%		%			
% Expansión a los 6 meses	< 0.04		0.05 Máx			
% Expansión a 1 año	< 0.05		0.10 Máx			

**YURA**



## ALMACENAMIENTO

Para mantener el cemento en óptimas condiciones, se recomienda:

- Almacenar en un ambiente seco, bajo techo, separado del suelo y de las paredes.
- Protegerlos contra la humedad o corriente de aire húmedo.
- En caso de almacenamiento prolongado, cubrir el cemento con polietileno.
- No apilar más de 10 bolsas o en 2 pallet de altura.



## PRESENTACIONES DISPONIBLES

<b>Bolsas 25 Kg</b>	Ergonómico. Ideal para proyectos pequeños y pocas áreas de almacenamiento.
<b>Bolsas 42.5 Kg</b>	Ideal para proyectos medianos y pequeños, o con accesos complicados y pocas áreas de almacenamiento.
<b>Big Bag 1.0 TM</b>	Para proyectos de constructoras que tienen planta de concreto. Facilita la manipulación de grandes volúmenes.
<b>Big Bag 1.5 TM</b>	Para proyectos mineros y de gran construcción, requiere la utilización de equipos de carga.
<b>Granel</b>	Abastecido en bombonas para descargar en silos contenedores.

## NORMAS TÉCNICAS

NORMA DE PAIS	NORMA	DENOMINACIÓN	
NORMA TÉCNICA PERUANA	NTP 334.090	Cemento Portland Pozolánico	TIPO IP
NORMA CHILENA	NCh 148 Of.68	Cemento Pozolánico	GRADO CORRIENTE
NORMA AMERICANA	ASTM C595	Portland Pozzolan Cement	TYPE IP
NORMA BOLIVIANA	NB-011	Cemento Pozolánico	TIPO P 30
NORMA ECUATORIANA	NTE INEN 490	Cemento Portland Pozolánico	TIPO IP
NORMA BRASILEÑA	NBR 5736	Cimento Portland pozolánico	TIPO CP IV 32
NORMA COLOMBIANA	NTC 121 - 321	Cemento Portland	TIPO UG

## DURACIÓN

Almacenar y consumir de acuerdo a la fecha de producción utilizando el más antiguo. Se recomienda que el cemento sea utilizado antes de 60 días de la fecha de envasado indicada en la bolsa, luego de esa fecha, verifique la calidad del mismo.



*Cuidemos juntos el medio ambiente.*  
**Big Bag:** Se sugiere desechar como basura común.  
**Bolsas:** Se sugiere reciclar el envase.



## ANEXO: EXPEDIENTES DE VALIDACION DE INSTRUMENTOS

### CARTA DE PRESENTACION

Mg. Ing. Miguel Angel Corihuaman Quispe

**Presente:**

**Asunto:** Validación de instrumentos.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar la presente investigación y con lo cual optare el título de Ingeniero Civil.

El título del proyecto de investigación es: “Efectos de la adición de microsilice con biopolimero en las propiedades del concreto estructural  $F'c=210 \text{ kgcm}^2$ , para viviendas, Cusco, 2022.” y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado recurrir a usted, antes su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que se le hace llegar contiene:

- Carta de presentación
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de variables.
- Certificado de validez de contenido de instrumentos.

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Recib.  
  
C-20-03-2022  
CIP 30829

Mgt. Ing. Miguel Angel Corihuaman Quispe

## 1. DEFINICION CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

### 1.1. VARIABLE DEPENDIENTE

#### 1.1.1. VARIABLE: V1 – PROPIEDADES DEL CONCRETO

Según (Solís, R., Moreno, E. & Castro, P., 2017. Pág. 13) en su artículo “Durabilidad en la estructura de concreto de vivienda en zona costera”, México, estable que el concreto ha sido el material de construcción más utilizado en el mundo durante el último siglo; las dos ventajas que ha tenido sobre su principal competidor, el acero, han sido: un menor valor del costo inicial y un menor requerimiento de desarrollo industrial para su producción; lo anterior lo ha hecho especialmente ventajoso en los países de menor desarrollo. Durante muchos años se pensó que las construcciones hechas con concreto tendrían una vida ilimitada, y los diseñadores y constructores estuvieron principalmente interesados en las características asociadas con la resistencia mecánica del material. A partir de la década de los 80 se empezó a analizar con seriedad el hecho de que muchas construcciones no estuvieran manteniendo la seguridad y utilidad requeridas durante un tiempo suficientemente largo. Actualmente se puede considerar que el problema de las construcciones de concreto que más preocupa es la falta de durabilidad de las estructuras por cargas ambientales.

#### 1.1.2. Dimensiones de la variable:

- Dimensión 1. - PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO

Las propiedades físicas del concreto abarcan aquellas cualidades que se pueden identificar a simple vista y/o mediciones simples, a su vez son inherentes, es decir, que no depende si el tamaño de la mezcla es menor o mayor, sino depende del cuidado que se tenga con ella. (Instituto mexicano del cemento y del concreto A.C., 2015).

- Indicador 1. – Trabajabilidad

Cuando el concreto queda en reposo luego de ser compactado y colocado dentro del encofrado o cualquier tipo de contenedor, la gravedad da lugar a fenómeno natural mediante el cual los componentes más pesados los cuales son: el cemento, el agregado grueso y el agregado fino tienden a descender mientras que el agua, la cual es menos densa, tiende a ir a la parte superior de la mezcla; a este fenómeno se le conoce como asentamiento, el cual cuando se produce en exceso se le considera indeseable, debido a que provoca cierta estratificación en la mezcla del concreto, de tal manera que en la parte inferior se acumulan todos los componentes pesados y en la parte superior se forma una capa menos resistente y durable por su mayor concentración de agua. (Vera, 2019).

- Indicador 2. – Temperatura

Durante la hidratación de la mezcla se forman cristales microscópicos en la parte superior que aumentan de tamaño entrelazándose para encajar entre ellos de manera compacta; la formación de cristales va depender del tiempo que dure la reacción, mediante este proceso se forma la mezcla de cemento endurecida; la velocidad con la que se da la formación de los cristales es directamente proporcional al aumento de la temperatura, lo cual es beneficioso para la resistencia a la compresión inicial, por otra parte, mantener una alta temperatura del concreto fresco y durante el proceso de endurecimiento no es muy beneficioso ya que los productos reaccionantes tienen una estructura poco ordenada lo cual puede generar poros y la resistencia a la compresión a largo plazo (28 días) se vería comprometida, por lo tanto se recomienda mantener la temperatura del concreto fresco y durante su proceso de endurecimiento en los 20 °C aproximadamente; por otro lado, el tiempo de fraguado de la mezcla de concreto es tardío en climas extremadamente fríos, ya que la velocidad de crecimiento de los cristales se ve ralentizada debido a las bajas temperaturas, además este mismo puede sufrir agrietamientos debido al congelamiento del agua, fenómeno que genera grietas en el concreto endurecido al expandirse. (Gallo & Saavedra, 2015).

- Dimensión 2. – PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO

Las propiedades mecánicas del concreto son aquellas relacionadas con el comportamiento del concreto en estado endurecido sometido a sollicitaciones mecánicas sobre él, a su vez las propiedades mecánicas son parámetros más importantes para el diseño estructural del concreto. (Instituto mexicano del cemento y del concreto A.C., 2015)

- Indicador 3. – Resistencia a la compresión.

Según (Fernández, A., & Morales, J., & Soto, F., 2016, pág. 197-203) en su artículo "Evaluación del comportamiento de la resistencia a compresión del concreto con la aplicación del aditivo superplastificante PSP NLS, para edades mayores que 28 días". Revista INGENIERIA UC, Universidad de Carabobo, Venezuela, define que la resistencia depende de muchos factores como lo son la calidad de los agregados, las condiciones de elaboración de la mezcla, el asentamiento, la temperatura de fraguado, y las condiciones propias del ensayo, entre otras, así como la inclusión de aditivos que producen variaciones en algunas de sus propiedades.

La resistencia a la compresión es una propiedad mecánica del concreto y es la medida más común para el diseño de elementos estructurales, se mide fracturando especímenes cilíndricos de concreto y se calcula a partir de la medida de la carga dividida entre el área de la sección del espécimen que resiste la carga y se mide en kg/cm<sup>2</sup>, Mpa, psi, etc. Este ensayo se realiza principalmente para determinar si la mezcla de concreto cumple con las especificaciones adecuadas requeridas en la estructura. El resultado de la prueba de resistencia a la compresión se realiza mayormente a la edad de 28 días y se someten al menos 23 especímenes de

concretos curados de manera convencional. Para la elaboración de los especímenes de concreto se tiene que tomar en cuenta las normas establecidas en la ASTM C31, para el ensayo de resistencia a la compresión se someten a la norma ASTM C39, en esta última norma se establecen los parámetros adecuados en cuanto a los requisitos que debe tener el espécimen cilíndrico de concreto o si presentan fallas, además de recomendaciones a tomar en cuenta cuando se realice esta prueba. En el Perú, la norma que se tiene en cuenta es la NTP 339.034, esta norma nos indica cuales son los requisitos que tienen que cumplir los especímenes de concreto y el equipo a usar en este ensayo para romper los especímenes de concreto es la máquina de compresión axial.

- Indicador 4. – Resistencia a la flexión.

Esta propiedad del concreto es la que mide la resistencia a la falla por momento en la viga o losa de concreto y se mide mediante la aplicación de cargas sobre vigas de concreto de 6 x 6 pulgadas o 15 x 15 mm de sección transversal y con una luz mínima de 3 veces el espesor de esta, se expresa como módulo de rotura en lb/plg<sup>2</sup>, kg/cm<sup>2</sup> y se determina mediante los ensayos ASTM C78, para la rotura en los puntos tercios del elemento, o con la ASTM C293 la cual es para la rotura en el punto medio. Este ensayo representa al menos el 10% al 20% de ensayo de la resistencia a la compresión, además el ensayo de flexión o módulo de rotura mediante la norma ASTM C78 muestra que la rotura en los puntos tercios es menor al otro ensayo en el que se produce la rotura a la mitad del elemento.

Los ensayos de flexión del concreto son sensibles al proceso de preparación, manipulación y curado de los especímenes, pues estas vigas son muy pesadas y de difícil traslado, además tienen que estar húmedas al momento de realizar la prueba, ya que se están secas reducirá su resistencia, todos los procesos adecuados para realizar un curado exitoso en este tipo de ensayo se encuentra detallado en las normas. La NTP 339.078 es la que se aplicará en la investigación, al igual que en el ensayo de compresión, el equipo utilizado para romper los especímenes de concreto es la máquina de compresión axial.

## 1.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

### 1.2.1. VARIABLE V2: ADICION DE MICROSILICE CON BIOPOLIMERO

- Dimensión 3. – Dosificación de Microsilice

Este material es el resultado de la reducción de cuarzo de alta pureza quemado con carbón en hornos de arco eléctrico, el humo de sílice se eleva, se condensa y se recoge, además se procesa para eliminar las impurezas y controlar el tamaño de las partículas, este humo de sílice condensado, tiene en su mayoría dióxido de silicio en cantidades aproximadas superiores al 90% y debido a que es transportado como si se tratara de una ceniza volante, sus partículas tienen forma esférica (Banerjee & Mondal, 2017, págs. 22,23), según la ASTM 1240 el microsilice es un material puzolánico muy fino de composición ferro-silícica, además esta norma nos indica cuales son las especificaciones que este material debe cumplir para ser utilizado en los diseños de concreto. La NTP 334.087:2018, indica cuales son los requisitos que tiene que cumplir este material para ser usado en el concreto en el Perú.

- Indicador 5. – Porcentajes.

En la siguiente tabla se toman en cuenta autores de artículos de investigación en los cuales se basan los porcentajes de adición de microsilíce.

Dosificación	Autor	Descripción
Microsilíce	(Varghese, 2019, p. 828)	Adición de microsilíce en peso del cemento en un porcentaje de 7.5%.
Microsilíce	(Szczelag, 2018, pág. 1)	Sustitución del cemento con microsilíce en un porcentaje de 0% a 10%, en la masa del cemento.
Microsilíce	(Szczeląg & Szewczak, 2019, pág. 2)	Sustitución del cemento con microsilíce en un porcentaje de 10% de la masa del cemento.
Microsilíce	(Karolak, Sadowski, Stefaniuk, 2021, p. 2)	Adición de microsilíce de 1% hasta 30% de la masa del cemento.
Microsilíce	(Pandey & Kumar, 2019, pág. 10)	Adición de microsilíce en un porcentaje de 10% del peso del cemento

Fuente: Elaboración propia.

Después de observar algunas de las investigaciones mas relevantes, se tiene en consideración la adición de microsilíce en los porcentajes de 5%, 10% y 15% del peso del cemento.

- Dimensión 4. – Biopolímero.

Los biopolímeros son materiales ecológicos de alto rendimiento y respetuosos con el medio ambiente, según (Olivia, Jingga, Toni, & Wibisono, 2018, p. 1), los biopolímeros se componen de monómeros naturales sintetizados por plantas y animales, debido a esto son sostenibles, biodegradables y renovables que se utilizan en la mezcla de concreto para mejorar sus propiedades físicas, mecánicas y su durabilidad. Uno de estos biopolímeros es el almidón de papa y se utilizara en esta investigación.

- Indicador 6. – Porcentajes.

La tabla que se muestra a continuación tiene como referencia a distintos autores los cuales recomiendan un porcentaje optimo del uso de biopolímero en su investigación y se toma en cuenta para la elección optima del porcentaje de este material.

Dosificación	Autor	Descripción
Biopolímero	(Balavanov & Putsenko, 2018, p. 8)	Adición de polímero hasta 2.5% de la masa del cemento.
Biopolímero	(Padilla & Urbina, 2020, pág. 45)	Adición de biopolímero en un porcentaje de 1% del peso del cemento
Biopolímero	(Suhad, Hamood, Khamees, & Zainab, 2016, p. 43)	Adición de biopolímero en un porcentaje óptimo de 1% del peso del cemento

Fuente: Elaboración propia.

En base a la observación y comparación de datos de las investigaciones recopiladas se optó por considerar el 1% de la masa del cemento, en la cantidad optima de biopolímero.

TITULO: EFECTOS DE LA ADICION DE MICROSILICE CON BIOPOLIMERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL (F'C=210KG/CM2) PARA VIVIENDAS, CUSCO, 2022.

AUTOR: BERRIOS CACERES, PAVEL ANTONY

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
VARIABLE DEPENDIENTE PROPIEDADES DEL CONCRETO	Son las propiedades que se pueden observar a simple vista o mediciones simples	Para la medicion de este punto se opto por los ensayos NTP 339.035 y ASTM C 1064	PROPIEDADES FISICAS	TRABAJABILIDAD (SLUMP)	pulgadas
				TEMPERATURA	grados centigrados
	Son las propiedades del concreto cuando se encuentra en estado endurecido	Para la medicion se basa en la norma NTP 339.034 Compresion y ASTM C193 FLEXION	PROPIEDADES MECANICAS	RESISTENCIA A LA COMPRESION	kg/cm2
				RESISTENCIA A LA FLEXION	kg/cm2
VARIABLE INDEPENDIENTE ADICION DE MICROSILICE CON BIOPOLIMERO	Se opta por las dosificaciones en base a las investigaciones previas.	La adicion de microsiline en el concreto se calcula de acuerdo al peso del	DOSIFICACION DE MICROSILICE	5 % 10% 15%	kg kg kg
	Se elige la dosificacion optima de acuerdo con las referencias de	La adicion de biopolimero en el concreto se realiza de acuerdo al peso del cemento	ADICION DE MICROSILICE	1%	kg

FORMATO PARA ENSAYO DE LA CONSISTENCIA (SLUMP)

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
TESIS:	"EFECTOS DE LA ADICION DE MICROSILICE Y BIOPOLIMERO EN LA PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL F'C = 210KG/CM2 PARA VIVIENDAS, CUSCO, 2022".				
ENSAYO:	CONSISTENCIA DE MORTERO				
TESISTA:	BERRIOS CACERES, PAVEL ANTONY				
FECHA:	XXXXXXXX				
LUGAR:	XXXXXXXX				
Mortero Diseño Patron					
Número de ensayo	Dosificacion	Agua	Dimensiones Geometricas (cm)		
			Molde	Revenimiento	
1					
2					
3					
Mortero con adicion de 5% Microsilice y 1% Biopolimero					
Número de ensayo	Dosificacion	Agua	Dimensiones Geometricas (cm)		
			Molde	Revenimiento	
1					
2					
3					
Mortero con adicion de 10% Microsilice y 1% Biopolimero					
Número de ensayo	Dosificacion	Agua	Dimensiones Geometricas (cm)		
			Molde	Revenimiento	
1					
2					
3					





**Certificado de validación del instrumento de recolección de datos**

**I. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: CCORIHUAMAN QUISPE MIGUEL ANGEL

Institución donde labora : UNSAAC - CUSCO

Especialidad : INGENIERO CIVIL

Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, peso específico, análisis granulométrico por tamizado, ensayo de compresión, ensayo de flexión.

Autor del instrumento:

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>PROPIEDADES DEL CONCRETO</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>ADICION DE MICROSILICE CON BIOPOLIMERO</b>				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>PROPIEDADES DEL CONCRETO</b>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						<b>45</b>

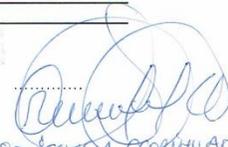
(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

SE DEBE APLICARSE EL INSTRUMENTO DE INVESTIGACION

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 45

27 de MAYO de 2022

  
 MGT. ING.º MIGUEL A. CCORIHUAMAN Q.  
 CIP 30829

## Carta de presentación

**Mg. Ing. Emiliano Álvarez Escalante**

**Presente:**

**Asunto:** Validación de instrumentos.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar la presente investigación y con lo cual optare el título de Ingeniero Civil.

El título del proyecto de investigación es: **“Efectos de la adición de microsílíce con biopolímero en las propiedades del concreto estructural  $F'_{cs}=210 \text{ kg/cm}^2$ , para viviendas, Cusco, 2022.”** y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado recurrir a usted, antes su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que se le hace llegar contiene:

- Carta de presentación
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de variables.
- Certificado de validez de contenido de instrumentos.

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.



Ing. Emiliano Álvarez Escalante  
ING. CIVIL ESPECIALISTA  
EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
CIP- N° 184003

**Certificado de validación del instrumento de recolección de datos**

**I. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: EMILIANO ALVAREZ ESCALANTE  
 Institución donde labora : UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
 Especialidad : GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
 Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, peso específico, análisis granulométrico por tamizado, ensayo de compresión, ensayo de flexión.  
 Autor del instrumento:

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>PROPIEDADES DEL CONCRETO</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>ADICION DE MICROSILICE CON BIOPOLIMERO</b>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>PROPIEDADES DEL CONCRETO</b>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						<b>48</b>

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

PROFUNDIZAR EL ESTUDIO

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 48

20 de MAYO de 2022

  
 Ing. Emiliano Alvarez Escalante  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA  
 EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
 CIP. Nº 184003

## CARTA DE PRESENTACION

**Mg. Ing. Juvenal Alca Ccarhuas**

**Presente:**

**Asunto:** Validación de instrumentos.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar la presente investigación y con lo cual optare el título de Ingeniero Civil.

El título del proyecto de investigación es: **“Efectos de la adición de microsílíce con biopolímero en las propiedades del concreto estructural  $F'c=210 \text{ kgcm}^2$ , para viviendas, Cusco, 2022.”** y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado recurrir a usted, antes su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que se le hace llegar contiene:

- Carta de presentación
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de variables.
- Certificado de validez de contenido de instrumentos.

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
INGE. DEPART. AREQUIPA, CUSCO  
Ing. Juvenal Alca Ccarhuas  
INGENIERO CIVIL  
CIP 263745

**Certificado de validación del instrumento de recolección de datos**

**I. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: JUVENAL ALLCA CCARHUAS  
 Institución donde labora : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS "CENTAURO"  
 Especialidad : GEOTECNIA  
 Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, peso específico, análisis granulométrico por tamizado, ensayo de compresión, ensayo de flexión.  
 Autor del instrumento:

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>PROPIEDADES DEL CONCRETO</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>ADICION DE MICROSILICE CON BIOPOLIMERO</b>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>PROPIEDADES DEL CONCRETO</b>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

DETALLAR EL INSTRUMENTO

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 47

21 de MAYO de 2021

  
 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
 UNIDAD ADMINISTRATIVA CUSCO  
 Ing. Juvenal Allca Ccarhuas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 263745

# ANEXO: RESULTADOS DEL LABORATORIO

## ENSAYO: COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS CILINDRICAS

**TESIS:** "EFECTOS DE LA ADICION DE MICROSILICE CON BIOPOLIMERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL (F'c= 210 KG/CM2) PARA VIVIENDAS, CUSCO, 2022."  
**SOLICITADO:** Pavel Antony Berrios Cáceres  
**FECHA:** CUSCO, JUNIO DEL 2022  
**OBSERVACION:** Briquetas proporcionadas por el Solicitante.

N°	ESTRUCTURA / ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	DISEÑO (F'c) (kg/cm2)	DIAL (MPa)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA		
		MOLDEO	ROTURA					(kg/cm2)	%	Debe tener
1	FC=210 KG/CM2.	26/05/2022	23/06/2022	28	210	20.215	15	207.81	98.96%	100,0%
2	FC=210 KG/CM2.	26/05/2022	23/06/2022	28	210	20.635	15	212.13	101.02%	100,0%
3	FC=210 KG/CM2.	26/05/2022	23/06/2022	28	210	20.514	1	210.88	100.42%	100,0%
4	FC=210 KG/CM2. 5%.	26/05/2022	23/06/2022	28	210	17.867	1	183.68	87.47%	100,0%
5	FC=210 KG/CM2. 5%.	26/05/2022	23/06/2022	28	210	17.769	15	182.66	86.98%	100,0%
6	FC=210 KG/CM2. 5%.	26/05/2022	23/06/2022	28	210	16.949	15	174.23	82.97%	100,0%
7	FC=210 KG/CM2. 10%.	26/05/2022	23/06/2022	28	210	21.513	15	221.15	105.31%	100,0%
8	FC=210 KG/CM2. 10%.	26/05/2022	23/06/2022	28	210	20.986	15	215.73	102.73%	100,0%
9	FC=210 KG/CM2. 10%.	26/05/2022	23/06/2022	28	210	21.328	15	219.25	104.41%	100,0%
10	FC=210 KG/CM2. 15%.	26/05/2022	23/06/2022	28	210	22.638	15	232.72	110.82%	100,0%
11	FC=210 KG/CM2. 15%.	26/05/2022	23/06/2022	28	210	23.556	15	242.15	115.31%	100,0%
12	FC=210 KG/CM2. 15%.	26/05/2022	23/06/2022	28	210	23.118	15	237.65	113.17%	100,0%

SI CUMPLE
EN EL RANGO
NO CUMPLE

La resistencia de la briqueta es Igual o Superior a la resistencia de Diseño  
 La resistencia de la briqueta es Igual o Superior al 85% de la resistencia de Diseño  
 La resistencia de la briqueta es Inferior al 85% de la resistencia de Diseño

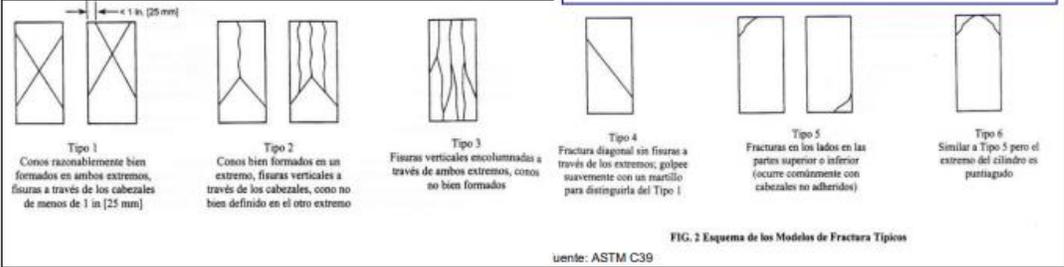
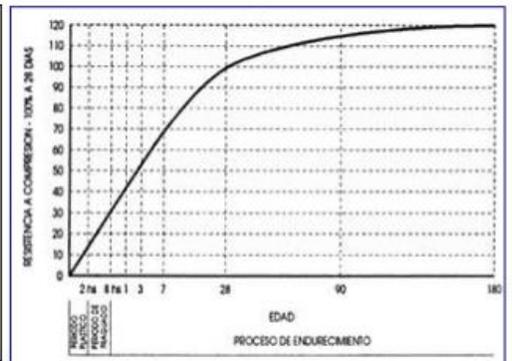
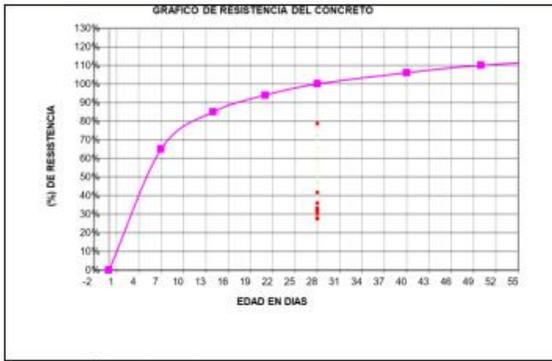


FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos

*Ing. Emiliano Alvarez Escalante*  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA  
 EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
 CIP- N° 184003



**ENSAYO DE FLEXION**

ASTM C293/C293M – 16

Objeto: Determinar la resistencia a la flexión

PROYECTO : "EFECTOS DE LA ADICIÓN DE MICROSILICE CON BIOPOLÍMERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL (FC-210 KG/CM2) PARA VIVIENDAS, CUSCO, 2022."

SOLICITADO: Pavel Antony Berrios Cáceres.

FECHA: CUSCO, JUNIO DE 2022

OBSERVACION: Muestras proporcionadas por el Solicitante.

REG.N°	DESCRIPCION	FECHA		Edad (días)	ANCHO (b) (mm)	ALTURA (h) (mm)	Luz libre entre apoyos (L) (mm)
		MOLDEO	ROTURA				
1	V-01: FC- 210 KG/CM2	26/05/22	23/06/22	28	150	150	360,00
2	V-02: FC- 210 KG/CM2	26/05/22	23/06/22	28	150	150	360,00
3	V-03: FC- 210 KG/CM2	26/05/22	23/06/22	28	150	150	360,00
4	V-04: FC- 210 KG/CM2 AL 5%	26/05/22	23/06/22	28	150	150	360,00
5	V-05: FC- 210 KG/CM2 AL 5%	26/05/22	23/06/22	28	150	150	360,00
6	V-06: FC- 210 KG/CM2 AL 5%	26/05/22	23/06/22	28	150	150	360,00
7	V-07: FC- 210 KG/CM2 AL 10%	26/05/22	23/06/22	28	150	150	360,00
8	V-08: FC- 210 KG/CM2 AL 10%	26/05/22	23/06/22	28	150	150	360,00
9	V-09: FC- 210 KG/CM2 AL 10%	26/05/22	23/06/22	28	150	150	360,00
10	V-10: FC- 210 KG/CM2 AL 15%	26/05/22	23/06/22	28	150	150	360,00
11	V-11: FC- 210 KG/CM2 AL 15%	26/05/22	23/06/22	28	150	150	360,00
12	V-12: FC- 210 KG/CM2 AL 15%	26/05/22	23/06/22	28	150	150	360,00

REG.N°	DESCRIPCION	RESISTENCIA OBTENIDA	
		(Mpa)	(kg/cm2)
1	V-01: FC- 210 KG/CM2	2.576	27.61
2	V-02: FC- 210 KG/CM2	2.731	29.28
3	V-03: FC- 210 KG/CM2	2.555	27.39
	Promedio	2.621	34.23
4	V-04: FC- 210 KG/CM2 AL 5%	2.138	22.92
5	V-05: FC- 210 KG/CM2 AL 5%	2.073	22.22
6	V-06: FC- 210 KG/CM2 AL 5%	2.395	25.67
	Promedio	2.202	23.61

	Promedio	2.202	23.61
7	V-07: FC- 210 KG/CM2 AL 10%	2.875	30.82
8	V-08: FC- 210 KG/CM2 AL 10%	2.699	28.92
9	V-09: FC- 210 KG/CM2 AL 10%	2.536	27.19
	Promedio	2.703	28.98
10	V-10: FC- 210 KG/CM2 AL 15%	3.253	34.87
11	V-11: FC- 210 KG/CM2 AL 15%	3.336	35.76
12	V-12: FC- 210 KG/CM2 AL 15%	3.286	35.23
	Promedio	3.292	35.29

  
 Ing. Emiliano Alvarez Escalante  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA  
 EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
 CIP° N° 184003

**ANEXO: FICHAS DE RECOLECCION DE DATOS**

	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
TESIS:	<b>"EFECTOS DE LA ADICION DE MICROSILICE Y BIOPOLIMERO EN LA PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL F'C = 210KG/CM2 PARA VIVIENDAS, CUSCO, 2022".</b>	
ENSAYO:	CONSISTENCIA DE MORTERO	
TESISTA:	BERRIOS CACERES, PAVEL ANTONY	
FECHA:	C/26-05-2022	
LUGAR:	LABORATORIO UNITEST	

Mortero Diseño Patron						
Número de ensayo	Dosificación	Agua	Dimensiones Geometricas (cm)			Revenimiento
			Molde			
1	Patron	0.5	10 Cm	20 Cm	30 Cm	3.95
2	Patron	0.5	10 Cm	20 Cm	30 Cm	3.98
3	Patron	0.5	10 Cm	20 Cm	30 Cm	3.97
Mortero con adición de 5% Microsilice y 1% Biopolimero						
Número de ensayo	Dosificación	Agua	Dimensiones Geometricas (cm)			Revenimiento
			Molde			
1	5Ms-1Bp	0.60	10cm	20cm	30cm	2.99
2	5Ms-1Bp	0.60	10cm	20cm	30cm	2.97
3	5Ms-1Bp	0.60	10cm	20cm	30cm	2.95
Mortero con adición de 10% Microsilice y 1% Biopolimero						
Número de ensayo	Dosificación	Agua	Dimensiones Geometricas (cm)			Revenimiento
			Molde			
1	10Ms-1Bp	0.60	10 Cm	20 Cm	30 Cm	2.73
2	10Ms-1Bp	0.60	10 Cm	20 Cm	30 Cm	2.75
3	10Ms-1Bp	0.60	10 Cm	20 Cm	30 Cm	2.74
Mortero con adición de 15% Microsilice y 1% Biopolimero						
Número de ensayo	Dosificación	Agua	Dimensiones Geometricas (cm)			Revenimiento
			Molde			
1	15Ms-1Bp	0.60	10 Cm	20 Cm	30 Cm	2.48
2	15Ms-1Bp	0.60	10 Cm	20 Cm	30 Cm	2.45
3	15Ms-1Bp	0.60	10 Cm	20 Cm	30 Cm	2.41

  
**Ing. Emiliano Alvarez Escalante**  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA  
 EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
 CIP N° 184003

 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
 DEPARTAMENTO DE CUSCO  
**Ing. Janelia Alicia Coarhuas**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 363745

	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
TESIS:	"EFECTOS DE LA ADICION DE MICROSILICE Y BIOPOLIMERO EN LA PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL F'C = 210KG/CM2 PARA VIVIENDAS, CUSCO, 2022".	
ENSAYO:	TEMPERATURA DE MORTERO	
TESISTA:	BERRIOS CACERES, PAVEL ANTONY	
FECHA:	C/26-05-2022	
LUGAR:	LABORATORIO UNITEST	

Mortero Diseño Patron

Número de ensayo	Dosificación	Tiempo	Temperatura
1	D. P	5"	20.55 °C
2	D. P	5"	20.57 °C
3	D. P	5"	20.52 °C

Mortero adición de 5% Microsilice y 1% Biopolimero

Número de ensayo	Dosificación	Tiempo	Temperatura
1	5Ms - 1Bp	5"	21.1 °C
2	5Ms - 1Bp	5"	21.4 °C
3	5Ms - 1Bp	5"	21.5 °C

Mortero adición de 10% Microsilice y 1% Biopolimero

Número de ensayo	Dosificación	Tiempo	Temperatura
1	10Ms - 1Bp	5"	22.7 °C
2	10Ms - 1Bp	5"	22.2 °C
3	10Ms - 1Bp	5"	22.6 °C

Mortero adición de 15% Microsilice y 1% Biopolimero

Número de ensayo	Dosificación	Tiempo	Temperatura
1	15Ms - 1Bp	5"	22.3 °C
2	15Ms - 1Bp	5"	22.5 °C
3	15Ms - 1Bp	5"	22.5 °C

  
Ing. Emiliano Alvarez Escalante  
ING. CIVIL ESPECIALISTA  
EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
CIP. N° 184003

  
COLLEGE OF ENGINEERS OF PERU  
IN THE DEPARTMENT OF CUSCO  
Ing. Jovellita Alicia Ccarhuas  
INGENIERO CIVIL  
CIP 363745



CODIGO	CARA BASE	ALTURA	FUERZA		
			Mpa	KN	KG/CM2
<b>TESIS:</b> "EFECTOS DE LA ADICION DE MICROSILICE Y BIOPOLIMERO EN LA PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL F'C = 210KG/CM2 PARA VIVIENDAS, CUSCO, 2022".					
<b>ENSAYO:</b> RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MOLDES CILINDRICOS 20X30 cm					
<b>TESISTA:</b> BERRIOS CACERES, PAVEL ANTONY					
<b>FECHA:</b> 02-06-2022 - 7 DIAS					
<b>LUGAR:</b> LABORATORIO UNITEST					
<b>D.P</b> PMSBFE7-1 15 cm 30 cm — 101.07 —					
PMSBFE7-2 15 cm 30 cm — 102.50 —					
PMSBFE7-3 15 cm 30 cm — 97.83 —					
<b>5Ms-1Bp</b> PMSB57-1 15 cm 30 cm — 90.48 —					
PMSB57-2 15 cm 30 cm — 89.60 —					
PMSB57-3 15 cm 30 cm — 86.72 —					
<b>10Ms-1Bp</b> PMSB107-1 15 cm 30 cm — 95.33 —					
PMSB107-2 15 cm 30 cm — 93.50 —					
PMSB107-3 15 cm 30 cm — 99.59 —					
<b>15Ms-1Bp</b> PMSB157-1 15 cm 30 cm — 107.20 —					
PMSB157-2 15 cm 30 cm — 107.11 —					
PMSB157-3 15 cm 30 cm — 106.06 —					



CODIGO	CARA BASE	ALTURA	FUERZA		
			Mpa	KN	KG/CM2
<b>TESIS:</b> "EFECTOS DE LA ADICION DE MICROSILICE Y BIOPOLIMERO EN LA PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL F'C = 210KG/CM2 PARA VIVIENDAS, CUSCO, 2022".					
<b>ENSAYO:</b> RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MOLDES CILINDRICOS 20X30 cm					
<b>TESISTA:</b> BERRIOS CACERES, PAVEL ANTONY					
<b>FECHA:</b> 09-06-2022					
<b>LUGAR:</b> LABORATORIO UNITEST - 14 DIAS					
<b>D.P</b> PMSBPE7-1 15 cm 30 cm — 110.08 —					
PMSBPE7-2 15 cm 30 cm — 115.90 —					
PMSBPE7-3 15 cm 30 cm — 112.56 —					
<b>5Ms-1Bp</b> PMSBPE7-1 15 cm 30 cm — 104.72 —					
PMSBPE7-2 15 cm 30 cm — 108.06 —					
PMSBPEM-3 15 cm 30 cm — 101.76 —					
<b>10Ms-1Bp</b> PMSBPE14-1 15 cm 30 cm — 112.04 —					
PMSBPE14-2 15 cm 30 cm — 112.52 —					
PMSBPE14-3 15 cm 30 cm — 106.63 —					
<b>15Ms-1Bp</b> PMSBPE14-1 15 cm 30 cm — 120.50 —					
PMSBPE14-2 15 cm 30 cm — 124.75 —					
PMSBPE14-3 15 cm 30 cm — 129.78 —					



TESIS:

"EFECTOS DE LA ADICION DE MICROSILICE Y BIOPOLIMERO EN LA PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL F'C = 210KG/CM2 PARA VIVIENDAS, CUSCO, 2022".

ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MOLDES CILINDRICOS 20X30 cm

TESISTA:

BERRIOS CACERES, PAVEL ANTONY

FECHA:

02/23-06-2022

LUGAR:

LABORATORIO DUNITEST - 28 DIAS

DP

5MS-1BP

10MS-1BP

15MS-1BP

CODIGO	CARA BASE	ALTURA	FUERZA		
			Mpa	KN	KG/CM2
PMSBPPE28-1	15 cm	30 cm	—	207.81	—
PMSBPPE28-1	15 cm	30 cm	—	212.13	—
PMSBPPE28-1	15 cm	30 cm	—	210.88	—
PMSBPSE28-1	15 cm	30 cm	—	183.68	—
PMSBPSE28-2	15 cm	30 cm	—	182.66	—
PMSBPSE28-3	15 cm	30 cm	—	174.23	—
PMSBP10E28-1	15 cm	30 cm	—	221.15	—
PMSBP10E28-2	15 cm	30 cm	—	215.73	—
PMSBP10E28-3	15 cm	30 cm	—	219.25	—
PMSBP15E28-1	15 cm	30 cm	—	238.72	—
PMSBP15E28-2	15 cm	30 cm	—	242.15	—
PMSBP15E28-3	15 cm	30 cm	—	237.65	—

  
Ing. Emiliano Alvarez Escalante  
ING. CIVIL ESPECIALISTA  
EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
CIP- N° 184003

  
COLLEGE OF ENGINEERS DEL PERU  
INSTITUTO TECNICO DE INGENIERIA CIVIL CUSCO  
Ing. Jovella Alicia Ccarhuas  
INGENIERO CIVIL  
CIP 363745

  
02-20-05-2022  
CIP 30829

# ANEXO: CERTIFICADOS DE CALIBRACION DE EQUIPOS UTILIZADOS EN EL ENSAYO DE COMPRESION Y FLEXION



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017



## CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC-05569-2022

PROFORMA : 9731A Fecha de emisión: 2022-04-12

SOLICITANTE : UNIVERSAL TESTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - UNITEST S.A.C.  
DIRECCIÓN : CAL.PERU MZA. X LOTE. 13 URB. TTIO CUSCO-CUSCO-WANCHAQ

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN :** PRENSA HIDRÁULICA  
Marca : MATEST  
Modelo : YIMC109NC  
N° de Serie : YIMC 109 NC/AB/0172  
Intervalo de Indicación : 1500 kN  
Resolución : 1 kN  
Procedencia : ITALIA  
Identificación : No Indica  
Fecha de Calibración : 2022-04-07  
Ubicación : LABORATORIO

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición de los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

### LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de UNIVERSAL TESTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - UNITEST S.A.C.

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación indirecta utilizando patrones trazables al sistema internacional de unidades.

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

### CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	16,4 °C	16,7 °C
Humedad Relativa	45,8 %	45,8 %
Presión	1 004,8 hPa	1 004,7 hPa

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316

Ing. Emiliano Alvarez Escalante  
ING. CIVIL ESPECIALISTA  
EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
CIP: N° 184003



Jr. Condesa de Lemos N° 117 San Miguel - Lima ☎ (01) 2629545 📠 990089889 📧 informes@testicontrol.com.pe

Empresa con **responsabilidad social**, acercando la ciencia a los que comparten nuestra **pasión por la metrología**.

**CERTIFICADO DE CALIBRACION****TC-05569-2022**

PROFORMA : 9731A Fecha de emisión: 2022-04-12

SOLICITANTE : UNIVERSAL TESTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - UNITEST S.A.C.  
DIRECCIÓN : CAL.PERU MZA. X LOTE. 13 URB. TTIO CUSCO-CUSCO-WANCHAQ**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRESNA HIDRÁULICA**  
Marca : MATEST  
Modelo : YIMC109NC  
N° de Serie : YIMC 109 NC/AB/0172  
Intervalo de Indicación : 1500 kN  
Resolución : 1 kN  
Procedencia : ITALIA  
Identificación : No Indica  
Fecha de Calibración : 2022-04-07  
Ubicación : LABORATORIO

TEST &amp; CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST &amp; CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de UNIVERSAL TESTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - UNITEST S.A.C.

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación indirecta utilizando patrones trazables al sistema internacional de unidades.

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura	16,4 °C	16,7 °C
Humedad Relativa	45,8 %	45,8 %
Presión	1 004,8 hPa	1 004,7 hPa

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST &amp; CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316

**ANEXO: COMPROBANTES DE PAGO DE LABORATORIO**



**UNIVERSAL TESTING SAC**  
 LABORATORIO DE ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS AUTOMATIZADO  
 Y CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

**COTIZACION**

DIRECCION: URB. TTIO CALLE PERU X-13, WANCHAQ  
 TELEFONOS: 084-242700  
 CORREO: unitestperu2@gmail.com  
 SITIO WEB: www.unitestperu.com  
 RESP. COTIZACION: 987252150, 940 149 888

N° COTIZACION: **541-22**  
 FECHA: 12/05/2022  
 VÁLIDO HASTA: 11/06/2022

DATOS DE LA EMPRESA	
ATENCION:	ING PAVEL
SOLICITANTE	RUC: _____
DIRECCION:	_____
CORREO:	_____
TELÉFONOS:	963 589 781
ASUNTO:	_____

Nos es grato presentarles la cotización de estudio geotecnico para el proyecto :

ITEM	CANT.	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	P. UNITARIO	TOTAL
1	01	SERVICIO	APOYO DEL TECNICO	250.00	250.00
2	36	UND	ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION	20.00	720.00
3	12	UND	ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXION	25.00	300.00
4					0.00
5					0.00
6					0.00
7					0.00
<b>TERMINOS Y CONDICIONES</b>				Subtotal	S/ 1,270.00
Esta cotizacion está sujeta a los terminos y condiciones que se enuncian a continuación:				Impuesto IGV	
1. <b>PRECIOS:</b> NO incluyen IGV y están expresados en SOLES. Son válidos por 30 días a partir de la fecha de la cotización.				Otros	
2. <b>FORMA DE PAGO:</b> 50% como adelanto, 50% restante a la entrega del producto final * En caso de briquetas, el pago sera del 100% antes de la rotura.				<b>TOTAL</b>	<b>S/ 1,270.00</b>
3. <b>TIEMPO DE ENTREGA:</b> 10 días hábiles *El plazo de la fecha de entrega cuenta a partir de la fecha del pago					
4. <b>ENTREGA DEL INFORME:</b> La entrega del informe es el laboratorio y de 1 ejemplar					
<b>NOTA:</b> Las muestras son puestas en laboratorio					

<p><b>UNITEST S.A.C.</b>  <b>UNIVERSAL TESTING</b></p> <p>LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES.                  ESTUDIOS GEOTECNICOS                  VENTA DE EQUIPOS DE INGENIERIA</p> <p>Tel: 084-242700 / 987-252150 / 959646496                  E-mail: unitestperu@hotmail.com                  www.unitestperu.com / unitestperu2@gmail.com</p> <p>OFICINA PRINCIPAL: URB. TTIO Calle Peru X-13 / WANCHAQ- CUSCO.</p>	Dto	
	N°	
	Reg	C/
	S/	650.00
<p><b>RECIBO INGRESOS</b> N° <b>001287</b></p> <p>Recibi del Sr.(a): <u>Pavel Benios Caceres</u> En Representación de la Empresa: _____</p> <p>La Suma de: _____ Soles</p> <p>Por Concepto de: <u>36 compresion de briquetas</u></p>		
A CUENTA		
SALDO		
<p>Cusco, <u>23</u> de <u>05</u> del 20<u>22</u></p> <p>Apellidos y Nombres: <u>A.P.G.</u> RECIBI CONFORME</p>		



**UNITEST S.A.C.**  
**UNIVERSAL TESTING**

LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

ESTUDIOS GEOTECNICOS  
VENTA DE EQUIPOS DE INGENIERIA

Tel: 084-242700 / 0987-252190 / 051-959646496  
E-mail: unitestperu@hotmail.com  
www.unitestperu.com / unitestperu2@gmail.com

OFICINA PRINCIPAL: URB. TITO Calle Peru X-13 / WANCHAQ- CUSCO.

Dto	
Nº	
Reg	CI

**RECIBO INGRESOS**

**Nº 001293**

S/ 620 00

Recibi del Sr.(a): Privel Benius Carceres En Representación  
de la Empresa: \_\_\_\_\_

La Suma de: \_\_\_\_\_ Soles

Por Concepto de: 36 comprobaciones de biguetas  
12 Ensayo de flexión

A CUENTA	
SALDO	

Cusco, 25 de 05 del 2022

Apellidos y Nombres: A.P.O.

Al  
RECIBI CONFORME



**ENSAYO DE FLEXION:**



  
Ing. Emiliano Alvarez Escalante  
ING. CIVIL ESPECIALISTA  
EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
CIP: N° 184003