



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia con microsílíce y nanosílíce, Lima - 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Flores Peña, Palmer (ORCID: 0000-0001-7027-8276)

ASESOR:

Mg. Pinto Barrantes, Raul Antonio (ORCID: 0000-0002-9573-0182)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA - PERÚ

2020

Dedicatoria

A mis padres; Elio Flores Julca y Rogelia Peña Guerrero, por depositar su confianza a mí persona y por haberme inculcado valores para ser una excelente persona gracias a sus sabios consejos.

A mi pareja Saory Taica Risco, por el apoyo incondicional en todo momento y su fuerza para apoyarme en los momentos más difíciles de mi etapa universitaria, pero lo más importante, por su afecto y comprensión.

Agradecimiento

Primeramente agradezco a Dios quien nos da la vida, la salud y el conocimiento para lograr nuestras metas profesionales.

De igual manera a mi asesor de tesis Mg. Pinto Barrantes Raul Antonio, por brindarme su experiencia y conocimiento como asesor de proyectos de tesis en la rama de estructuras, su sugestión y recomendaciones fueron de gran ayuda para comprender y analizar el tema.

Finalmente agradezco a toda mi familia y amigos que me apoyaron con sus juicios provechosos y apoyo honesto e incondicional para concretar el presente informe de investigación.

El autor

Índice de contenidos

	Pág.
Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras	vii
Resumen	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA.....	25
3.1. Tipo y diseño de investigación	26
3.2. Variables y operacionalización	27
3.3. Población, muestra y muestreo	28
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	29
3.5. Procedimiento	31
3.6. Métodos de análisis de datos	47
3.7. Aspectos éticos	47
IV. RESULTADOS	48
V. DISCUSIÓN	59
VI. CONCLUSIONES.....	61
VII. RECOMENDACIONES	62
REFERENCIAS	63
ANEXOS	68

Índice de tablas

Pág.

Tabla 1. Cronología del concreto de alta resistencia	12
Tabla 2. Propiedades químicas y físicas de la microsílíce	18
Tabla 3. Propiedades químicas y físicas de nanosílíce	20
Tabla 4. Cuadro de detalle de la muestra	28
Tabla 5. Cuadro de validez por juicio de expertos	30
Tabla 6. Granulometría del agregado grueso M1	34
Tabla 7. Resultados del ensayo de módulo de fineza del agregado grueso M1 ...	35
Tabla 8. Granulometría del agregado fino M1	36
Tabla 9. Resultados del ensayo de módulo de fineza del agregado fino M1	37
Tabla 10. Cuadro para encontrar el tamaño máximo nominal del agregado	39
Tabla 11. Volúmenes del agregado grueso de acuerdo tamaño máximo nominal	39
Tabla 12. Requisitos aproximados de contenido de agua y aire para mezcla	40
Tabla 13. Relación agua/materiales cementantes para concretos con superplastificante	41
Tabla 14. Cuadro de las propiedades físicas de los agregados, cemento y agua para los diseños del ACI 211.4	41
Tabla 15. Diseño de concreto con microsílíce	42
Tabla 16. Diseño de concreto con microsílíce	43
Tabla 17. Resultado de los ensayos con aditivo microsílíce	49
Tabla 18. Resultado de los ensayos con aditivo nanosílíce	50
Tabla 19. Resultado de los ensayos con aditivo microsílíce	50
Tabla 20. Resultado de los ensayos con aditivo nanosílíce	51
Tabla 21. Resultado de los ensayos con aditivo microsílíce	52
Tabla 22. Resultado de los ensayos con aditivo nanosílíce	52
Tabla 23. Valorización del concreto base	53
Tabla 24. Valorización del concreto con microsílíce 5.0% y superpalstificante 1%	53
Tabla 25. Valorización del concreto con microsílíce 10.0% y superpalstificante 1%	54
Tabla 26. Valorización del concreto con microsílíce 15.0% y superpalstificante 1%	

.....	54
Tabla 27. Valorización del concreto con nanosílice 0.5% y superpalstificante 1%	54
.....	54
Tabla 28. Valorización del concreto con nanosílice 1.5% y superpalstificante 1%	55
.....	55
Tabla 29. Valorización del concreto con nanosílice 3.0% y superpalstificante 1%	55
.....	55
Tabla 30. Comparación de costos con microsílice y nanosílice	55

Índice de figuras

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Water Tower Place, Chicago. (1975).....	13
<i>Figura 2.</i> Bridge East Huntington EE.UU. (1985).	13
<i>Figura 3.</i> Burj Khalifa Dubai. (2010)	14
<i>Figura 4.</i> Torre centro cívico. Lima - Perú (1970).....	14
<i>Figura 5.</i> The Westin Lima Hotel. Perú.....	15
<i>Figura 6.</i> Microsílice despues de ser recogida del horno.....	18
<i>Figura 7.</i> Nanosílice.	19
<i>Figura 8.</i> Configuración de ensayos en compresión.....	23
<i>Figura 9.</i> Configuración de ensayos a tracción.....	24
<i>Figura 10.</i> Configuración de ensayos a flexión.....	24
<i>Figura 13.</i> Rotura de la probeta a compresión.	44
<i>Figura 15.</i> Rotura de la probeta a flexión	47

Resumen

El presente informe de investigación “Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia con microsílíce y nanosílíce, Lima-2019”, tuvo como objetivo principal determinar y comparar cómo influye en las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia la incorporación de nanosílíce. La investigación fue de tipo aplicada con un enfoque cuantitativo, de diseño cuasi experimental.

Para el desarrollo de la investigación, se propuso el diseño de un concreto de 600 kg/cm² de acuerdo a la metodología ACI 211.4, para las resistencias a compresión, tracción y flexión, empleando tres tipos de dosificaciones de aditivo microsílíce al 5.0%, 10.0% y 15.0%; nanosílíce al 0.5%, 1.5% y 3% en relación al cemento para cada resistencia.

Posteriormente se inició con los análisis de materiales como granulometría, módulo de fineza y luego el preparado de cada una de las probetas para los ensayos del concreto en su estado endurecido: resistencia a la compresión, tracción y flexión a los 7, 14 y 28 días de edad.

Finalmente los resultados muestran que el remplazo parcial del cemento por aditivos mejoran las propiedades mecánicas del concreto en su etapa rígida, aunque disminuye ligeramente la trabajabilidad. Además se obtuvo las resistencias máximas la cual varían según el aditivo y la dosificación.

Palabras claves: Concreto, microsílíce, nanosílíce, resistencia a la compresión, tracción.

Abstract

The main objective of this research report, "Comparative analysis of the mechanical properties of high-resistance concrete with microsilica and nanosilica, Lima-2019", was to determine and compare how the incorporation of nanosilica influences the mechanical properties of high-resistance concrete. The research was of the applied type with a quantitative approach, of quasi-experimental design.

For the development of the research, the design of a concrete of 600 kg / cm² was proposed according to the ACI 211.4 methodology, for compressive, tensile and flexural strengths, using three types of dosages of 5.0% microsilica additive, 10.0 % and 15.0%; 0.5%, 1.5% and 3% nanosilica in relation to the cement for each resistance.

Subsequently, it began with the analysis of materials such as granulometry, fineness modulus and then the preparation of each of the specimens for testing concrete in its hardened state: resistance to compression, traction and flexion at 7, 14 and 28 days old.

Finally, the results show that the partial replacement of cement with additives improves the mechanical properties of concrete in its rigid stage, although it slightly decreases its workability. In addition, maximum strengths were obtained, which vary according to the additive and dosage.

Keywords: Concrete, micro silica, nano silica, compression, tensile.

I.INTRODUCCIÓN

Actualmente en el Perú, existe un gran aumento de sobrepoblación y más con la llegada de extranjeros a la capital de Lima, el cual estaría enfrentando un reto adicional. Al respecto, diario el Comercio 2019 menciona que, la tasa de crecimiento poblacional de la ciudad está en 1% anual y con la migración de extranjeros a la capital ha acelerado el crecimiento limeño en 5 veces su ritmo habitual. En consecuencia, la necesidad de un lugar donde vivir presenta una gran demanda en el sector inmobiliario; sin embargo, la carencia de terreno en nuestra ciudad hace que los empresarios inviertan su dinero en la construcción de condominios, para poder satisfacer la necesidad de la población, la cual conlleva a las grandes constructoras a desarrollar proyectos de edificaciones cada vez más grandes.

No obstante, el Perú no se está desarrollando tecnológicamente con construcciones muy modernas, debido a que, la mayoría de ingenieros, arquitectos, maestros y constructores relacionados al rubro trabajan con la típica resistencia de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, la cual este tipo de resistencia no permite construir demasiados pisos. Sin embargo, existen muchas personas que a pesar del limitado número de pisos que se puede construir con este tipo de resistencia del concreto, diseñan y construyen más de su límite de capacidad del concreto, exponiendo así un sinnúmero de vidas y las de su familia misma.

Es por ello la necesidad obtener materiales de grandes propiedades tanto físicas como mecánicas. Es así que en Perú como en distintos países del mundo, se elaboran ensayos mecánicos al concreto, con un único propósito, aunque de manera diferente, todos los países van ajustando su propio estándar como lo indican sus propias investigaciones, tipo de material y condición; mejorando y haciéndonos descubrir de otra manera cómo se prueba el hormigón y / o concreto en cada uno de estos países.

Algo muy importante y elemental en cualquier tipo de construcción de gran envergadura es la aplicación del hormigón de alta resistencia. El hormigón de alta resistencia se utiliza mayormente como un material que componen los elementos estructurales como por ejemplo: vigas, losas, columnas, zapatas, cimientos, por lo cual su principal tarea es de cumplir con un desempeño óptimo de sus diversas propiedades, resaltando la más importante, la ya conocida resistencia a la compresión.

Si bien es cierto, el concreto es el elemento más esencial y el que más es usado en la ejecución de proyectos como edificios, puentes, obras hidráulicas; el cual las empresas constructoras, y así también como los ingenieros y arquitectos, elaboran proyectos vinculados al desarrollo de la ciudad. Se debe tener en cuenta los materiales que lo componen; los cuales son previamente dosificados o diseñados para obtener las cantidades requeridas de cada elemento que lo conforma y así poder lograr tener una resistencia especificada y así poder obtener una buena resistencia y buena durabilidad durante su vida útil.

Por otra parte, el concreto se puede describir como una fusión de piedra chancada, arena, H₂O, y el más importante el aglomerante llamado cemento y si se quiere modificar para poder mejorar el concreto se le incorpora elementos llamados aditivos, el cual mejoran sus propiedades mecánicas; esta fusión de agregados , H₂O y aglomerante en unos países de la región se lo denomina hormigón, todo estos agregados después de fusionarse comienza a fraguar para posteriormente endurecerse formando así un material duro y compacto que es capaz de resistir grandes esfuerzos a la compresión.

Es así como el adelanto técnico para la producción de nuevos aditivos, hace factible la fabricación de elementos que mejoran de gran manera la resistencia del concreto, algunos años atrás se mencionaba a un elemento llamado microsílíce como un elemento esencial para obtener concretos de gran resistencia, este elemento llamado microsílíce es una partícula muy fina que tiene propiedades físicas y químicas que hace el concreto mejore su resistencia, esto se debe su contenido puzolánico, pero tienen una gran desventaja ya que tiene un gran influencia negativa en el ambiente.

Por consiguiente, en la actualidad se ha trabajado en la elaboración de un elemento mucho menor en tamaño de partículas en comparación con la microsílíce, este nuevo elemento se le conoce como nanosílíce. Este material tiene una presentación líquida y que goza de desarrolladores superiores que la microsílíce, además de una gran diferencia que este elemento no afecta al medio ambiente, este debido a su composición líquida.

Por ese motivo, que existe la necesidad de hacer el análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia con microsílíce en

proporciones 5% - 10% - 15% y nanosílice en proporciones 0.5% - 1.5% - 3.0%; en relación al cemento para poder determinar, comparar y demostrar sus capacidades de resistencia ante lo cual nos planteamos los siguientes problemas.

Problema general: ¿Cómo influye en las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia la incorporación de microsílice y nanosílice, Lima–2019?;

Problemas específicos: ¿Cómo influye la incorporación de microsílice al 5% - 10% - 15% y nanosílice al 0.5%-1.5%-3% en la resistencia a la compresión para un concreto de 600 Kg/ cm²?, ¿Cómo influye la incorporación de microsílice al 5% - 10% - 15% y nanosílice al 0.5%-1.5%-3% en la resistencia a la tracción para un concreto de 600kg/cm²?; ¿Cómo influye la incorporación de microsílice al 5% - 10% - 15% y nanosílice al 0.5%-1.5%-3% en la resistencia a la flexión para un concreto de 600 kg/cm²?

El presente trabajo tiene las siguientes justificaciones: **Justificación teórica:** La elaboración de este proyecto se realiza con la intención de aportar al análisis de las propiedades mecánicas del hormigón de alta resistencia, así mismo comparar los resultados de la misma con diferentes porcentajes de los aditivos empleados, para ser incorporado como conocimiento, ya que se estaría demostrando la capacidad de resistencia con estos aditivos. **Justificación practica:** Los resultados que se obtendrán en el trabajo de investigación, se dispondrán en deliberación de todos los futuros Ingenieros Civiles, ellos serán los responsables de tomar las decisiones pertinentes de evaluar y analizar las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia con la añadidura de microsílice y nanosílice, de tal manera que mejoren las propiedades mecánicas del concreto. En tal sentido, el aporte del presente proyecto de investigación será obtener una dosificación óptima del aditivo, así como, medir el costo a fin de obtener la máxima dosificación, para la elección del uso de aditivos para concretos de alta resistencia. **Justificación metodológica:** Por otra parte, se justifica metodológicamente por cuanto la comparación de las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia con microsílice y nanosílice indaga mediante norma ACI 211 de diseño de concreto, las cuales una vez que sean demostrados su validez y confiabilidad generan un mecanismo o instrumento de recogimientos de los resultados, y que además será de gran utilidad para las investigaciones futuras, otorgándoles gran información que son seguros y reales

para la adquisición de nuevos temas de investigaciones. **Justificación Económica:** Puesto que, el concreto es un material muy utilizado en los proyectos edificación, debido a que posee propiedades mecánicas de resistencia, el presente trabajo de investigación; a través del estudio comparativo del concreto de alta resistencia con la incorporación del aditivos microsílíce y nanosílíce ayudara a definir el desarrollando en las propiedades mecánicas del concreto, para obtener un concreto de excelente calidad y al mismo tiempo generar un costo razonable que amerite su uso.

Hipótesis general: La adición de microsílíce y nanosílíce mejorara las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia, Lima – 2019; **Hipótesis específicas:** La incorporación de microsílíce al 5% - 10% - 15% y nanosílíce al 0.5%-1.5%-3% aumentara la resistencia a la compresión para un concreto de 600 Kg/cm², la incorporación de microsílíce al 5% - 10% - 15% y nanosílíce al 0.5%-1.5%-3% aumentara la resistencia a la tracción para un concreto de 600 Kg/cm²; la incorporación de microsílíce al 5% - 10% - 15% y nanosílíce al 0.5%-1.5%-3% aumentara la resistencia a la flexión para un concreto de 600 Kg/cm².

Objetivo general: Determinar y comparar cómo influye en las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia la incorporación de microsílíce y nanosílíce, Lima – 2019; **Objetivos específicos:** Determinar cómo influye la incorporación de microsílíce al 5% - 10% - 15% y nanosílíce al 0.5%-1.5%-3% en la resistencia a la compresión para un concreto de 600 Kg/cm², determinar cómo influye la incorporación de microsílíce al 5% - 10% - 15% y nanosílíce al 0.5%-1.5%-3% en la resistencia a la tracción para un concreto de 600kg/cm²; determinar cómo influye la incorporación de microsílíce al 5% - 10% - 15% y nanosílíce al 0.5%-1.5%-3% en la resistencia a la flexión para un concreto de 600 kg/cm².

II.MARCO TEÓRICO

Para la elaboración de los antecedentes, se ha citado diversos autores, en la cual mediante su aporte respaldan la problemática planteada.

Galeote, E. (2012), en su investigación titulada *“Influencia de la nanosílice sobre las características de un micro hormigón de ultra alta resistencia”*. Tuvo como objetivo de investigación determinar la influencia de la nanosílice sobre las características de un micro hormigón de ultra alta resistencia. Fue un estudio de tipo aplicada. Las principales conclusiones indican que, en el mejor de su clase, se han obtenido las distinciones que presenta esta sustancia agregada en cuanto a la microsílice. Como regla general, la nanosílice tiene características mecánicas preferidas sobre las obtenidas de la utilización de microsílice, cuyo impacto puzolánico es menor.

Morejón, L. (2015), en su investigación titulada *“Morteros de cemento con adiciones de humo de sílice y nanosílice”*. Tuvo como objetivo de investigación analizar el impacto que se tiene en la añadidura al mismo tiempo de humo de sílice en un porcentaje de 8%, 6% y 4% y de nanosílice en un porcentaje de 0%, 1% y 2%, todos estos porcentajes están en relación al peso. Los principales resultados mostraron que, en cuanto a la resistencia se ha observado que las adiciones aportan mejoras notables, en el menor de los casos, de hasta un 5% de ganancias de resistencia a la compresión a los 28 días.

Giraldo, L y Alejandro, Y. (2015), en su investigación titulada *“Diseño de mezcla y caracterización físico – mecánica de un concreto de alta resistencia fabricado con cemento”*. Tuvo como objetivo de investigación elaborar una distribución de mezcla de concreto de muy alta resistencia que varía entre 43 MPa y 58 MPa, esta distribución se realizó de acuerdo a los materiales usados para el presente estudio. Se concluyó que, las descripciones de las mezclas de concreto trabajadas en el estudio presenta poca fluidez, originándose asentamientos de un promedio de 5 cm o 2 pulgadas y debido a esta razón es que se adiciono un aditivo que tiene la particularidad de reducir el contenido de agua, este aditivo es de un rango bajo, es porque tiene la facultad mitigar el agua entre un 8% y 10%. Además, se determinó que los aditivos de alto rango logran presentar los mismos efectos en referencia a las propiedades mecánicas con más fluidez en cuanto a las propiedades mecánicas con mayor fluidez, esto facilita la colocación del concreto y de esta manera reduce

el facilitando la puesta en obra, disminuyendo el escurrimiento plástico.

Heras, D. (2015), en su investigación titulada "*Morteros de cemento con nano-adiciones de hierro y sílice*". Tuvo como objetivo de investigación investigar el impacto que tiene en el mortero la incorporación de nano partículas compuesto de hierro y sílice, estos compuestos están en diferentes cantidades que varían en cada diseño que van en un 2% y el 6%, en un mortero tradicional. Las conclusiones indican que, la incorporación de nano en el mortero mejora significativamente su comportamiento en su condición fresco, complicando el proceso de amasado es decir la mezcla es muy densa, debido eso es que fue necesario aumentar la relación de a/c o caso contrario incorporar aditivos llamados superplastificantes.

Castillo, C. (2015), en su investigación titulada "*Modificación de las propiedades de matrices cementantes mediante la adición de nano partículas de sílice*". Tuvo como objetivo de investigación estimar la transformación de las propiedades mecánicas de 2 matrices cementantes en relación con la adición de partículas nano sílice con el fin de presentar nuevas técnicas para desarrollar nuevas composiciones de cementos, con nuevas características para las especificaciones que se requiere actualmente. Entre sus conclusiones tenemos que, estas nano partículas incorporadas a los matrices cementantes exponen un efecto que acelera las respuestas de hidratación, pero, se puede decir que este efecto tiene una barrera de actividad, a pesar de la incorporación de más nano partículas esta no posee un beneficio en sus propiedades. Se determinó que para que exista una respuesta aceptable esta debe estar en una proporción del 3.5% de nanosílice.

Parida, S. (2015), en su investigación titulada "*Effect of nano silica on the compressive strength of concrete*". Tuvo como objetivo de investigación estudiar el efecto de la nano-sílice en la resistencia a la compresión del hormigón. Las conclusiones indican que, a partir de los resultados de resistencia a la compresión, se puede observar que se observa un aumento en la resistencia a la compresión del concreto al agregar una cierta cantidad mínima de Nano SiO₂. El aumento en la Resistencia es máximo para NS 1% b.w.c y mínimo para NS 0.3% b.w.c.

Nishchal, A y Salhotra, S. (2016), Artículo titulado. "*Effects of silica fume (micro silica or nano silica) on mechanical properties of concrete*". Tuvo como objetivo de investigación estudiar el efecto de MS y NS en las propiedades del concreto con

sus diferentes porcentajes diferentes en los diferentes grados de concreto. Las conclusiones indican que, se puede concluir que la adición de SF en cantidades excesivas puede causar la mejora de las propiedades mecánicas del hormigón. Pero la adición de SF en exceso puede causar la degradación de la Resistencia del hormigón.

Jaishankar, P; Anusha, V y Saravana, M. (2017), Artículo titulado “*A comparative study on characterization and effect of micro silica and nano silica*”. Tuvo como objetivo de investigación realizar un estudio comparativo sobre la caracterización y el efecto de la nano sílice y la micro sílice sobre las propiedades mecánicas y de durabilidad del concreto de alto rendimiento (HPC). Las conclusiones indican que, la adición de nano sílice y micro sílice mostró que la resistencia a la compresión, la resistencia a la tracción de HPC se mejoró con la adición de nano sílice y fue comparativamente mayor que la microsíllice.

Molina, F y Chara, H. (2017), en su investigación titulada “*Influencia de la adición de nanosíllice en las propiedades de un concreto de alta resistencia para la ciudad de Arequipa*”. Tuvo como objetivo de investigación lograr determinar el impacto de la añadidura del elemento nanosíllice en las propiedades tanto en la condición fresco y en la condición endurecido de un concreto de alta capacidad a la resistencia para la ciudad de Arequipa. Las conclusiones indica que, se pudo contemplar que a medida que la resistencia a la compresión solicitada se incrementa también hay un incremento del cemento, el poder de aminorar el H₂O para amasar se reduce hasta un punto que se solicita el aumento de agua, tal es el caso para una dosificación de $f'c = 700 \text{ kg/cm}^2$ esta se le incorporo 0.80% de aditivo, donde además se tuvo que aumentar 12.32% del agua calculada para la dosificación de la mezcla.

Roldan, L y Vargas, J. (2018), en su investigación titulada “*Diseño de mezcla para un concreto de alta resistencia adicionando Sika Viscocrete sc-50 y GAIA*”. Tuvo como objetivo de investigación determinar si el diseño de un concreto de alta resistencia adicionando Sika Viscocrete sc-50 y GAIA mejoran las propiedades sus mecánicas. Se obtuvo que para un $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$: El volumen óptimo de nanosíllice es de un 0.5% de la masa del cemento, obteniéndose así 448.10 kg/cm² de resistencia y que para un $f'c = 600 \text{ kg/cm}^2$ el volumen idóneo de nanosíllice es el

de 0.5% del contenido de cemento 637.60 kg/cm² de resistencia. Sus conclusiones señalan que, se el contenido apropiado de este aditivo logró mejorar la resistencia a la compresión para para distintas dosificaciones.

Mendoza, J. (2018), en su investigación titulada *“Influencia del porcentaje, tipo y dosificación de microsílíce en la resistencia a la compresión y capilaridad en morteros elaborados con cemento tipo V, Trujillo 2017”*. Tuvo como objetivo de investigación determinar el impacto del incremento en porcentaje de la resistencia a la compresión y determinar la dosificación idónea del microsílíce para el incremento de la resistencia a la compresión y capilaridad en morteros elaborados con cemento tipo V. Las conclusiones indican que, la proporción más ideal de microsílíce en el hormigón fue el 8% de las mediciones con una relación de 1: 3 obteniendo una resistencia de 421 kg / cm², siendo su punto más elevado, el tipo de rotura se da normalmente de tipo columna, siendo un hormigón de alta resistencia digno para aplicaciones en trabajos de ingeniería.

Villanueva, R. (2018), en su investigación titulada *“Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de un concreto $f'c = 280$ kg/cm² elaborado con agregados grueso piedra chancada y canto rodado - Chimbote 2018”*. Tuvo como objetivo de investigación efectuar una exploración comparativa de las características mecánicas para un concreto $f'c = 280$ kg/cm², dosificado con agregados como la piedra chancada añadiéndole además el canto rodado. Las conclusiones que se obtuvieron fue que se determinó que la resistencia a la compresión con el agregado de piedra chancada añadiéndole canto rodado, haciendo uso de la metodología de diseño del ACI, las propiedades mecánicas del concreto tuvieron un mejor comportamiento a la resistencia a la compresión, obteniendo un $f'c = 284.31$ kg/cm².

Reyes, C y Echevarría, Tatihana. (2019), en su investigación titulada *“Influencia del aditivo Sika visconcrete-3330 en el ensayo de resistencia a la compresión y en las propiedades de un concreto autocompactante para elementos verticales, Trujillo 2019”*. Tuvo como objetivo de investigación determinar la influencia en el ensayo de resistencia a la compresión y en las propiedades de un concreto auto compactante que desempeña el aditivo Sika Visconcrete - 3330 para elementos verticales. Las conclusiones indican que, se encontró que la adición del aditivo Sika

Viscocrete - 3330 a proporciones de 0.9%, 1.1% y 1.3% actúa de manera positiva en la resistencia a la compresión del concreto a edades de 7, 14 y 28 días con respecto al patrón, así mismo en los ensayos para un concreto autocompactante se acrecentó las características de autocompactabilidad como fluidez, resistencia al bloqueo y resistencia a la segregación.

Concreto de alta resistencia: Según la NRMCA (Asociación Nacional de Concreto Premezclado Listo), lo define como un material de alto rendimiento, esto se debe a que por lo general tiene una resistencia a la compresión de 6000 psi (40Mpa) a más. La fuerza a la compresión se determina en probetas de forma cilíndrica de 6" x 12" (150 x 300 mm), a los 56 o 96 días comúnmente, estos días podría cambiar según se requiera para una determinada aplicación. (p1, párr. 1).

Historia del concreto de alta resistencia: La elaboración de los llamados concreto de alta resistencia, ha sido escalonado en el trayecto de las diferentes épocas y periodos de la elaboración del concreto. En tal sentido el concepto de concreto de alta resistencia ha ido cambiando (Rivva, 2002, p.4).

Por lo tanto, a menudo el concreto de alta resistencia se considera un material casi nuevo, la cual fue elaborándose durante los últimos años. En los años 50 y 70 se fue colocando en los mercados de Chicago EE. UU, motivo por el cual se dio comienzo a los edificios de mucha altura, como, por ejemplo:

- Hotel Executive house, Chicago, 1959, mide 113 m.
- Marina City, Chicago, mide 179 m.
- One Shell Plaza, Houston, 1970, mide 210 m

Este tipo de material se fue difundiendo progresivamente, tanto que en 1997 ya se estaba usando en casi todos los países y por consiguiente despertaba el entusiasmo de diversos estudiosos que querían entender bien las propiedades de éste nuevo material y de manera específica del concreto altamente resistente.

Al principio, el método para elaborar un concreto con alta resistencia, era minimizar cantidad de vacíos del concreto, el cual se puede conseguir disminuyendo la relación a/c a cantidades mínimas para la hidratación del cemento, para esto se

usaba aditivos súper plastificantes y también los llamados reductores de H₂O con el objeto de poder alcanzar asentamiento de unos 10cm.

Luego de los primeros estudios, fue incrementándose el entendimiento de la relación que debe existir entre la calidad de los agregados y la calidad del concreto: como el tamaño máximo del agregado grueso, módulo de finura de los agregados finos, la clase de cemento a usar y los aditivos como la microsílíce y plastificantes.

Cabe mencionar que además que a medida va aumentando la resistencia a la compresión también se va incrementando la durabilidad como también su reducción de permeabilidad en comparación con el concreto tradicional.

Tabla 1. *Cronología del concreto de alta resistencia*

1824	Patente del cemento portland
1938	Primeros aditivos para el concreto
1950	Ensayos con los primeros aditivos reductores de agua ➤ Mejoran la plasticidad, compacidad y resistencia
1970	Avances en tecnologías de cemento. Avances en aditivos (Japón y Alemania). ➤ Reducción de a/c para aumentar la resistencia. ➤ Uso de superplastificante. Investigación de aumento de compacidad y resistencia ➤ Uso de la adición de microsílíce (Canadá y Noruega) Nacimiento de los concretos de alta resistencia

Fuente. Elaboración propia.

Uso del concreto de la alta resistencia en el mundo

Water Tower Place: está ubicado en el centro Chicago EE.UU. Es un rascacielos construido en 1975 con 262 m de altura; fue construido con concreto de alta resistencia alcanzando 620Kgf/cm².

Esta torre muestra todo el potencial de la tecnología del concreto lograda para dicha época para construcciones de esa magnitud.



Figura 1. Water Tower Place, Chicago. (1975).

Bridge East Huntington: ubicado en la ciudad de Huntington, condado de Cabell, Virginia Occidental, EE.UU. Es un puente atirantado construido en 1985, gracias a la disponibilidad de concreto de alta resistencia; está compuesto por tres tramos, el primer tramo principal consta de 274,32 m y los tramos laterales de 91,44 m y 185.32 m; con una cubierta de 12,20 m.



Figura 2. Bridge East Huntington EE.UU. (1985).

Burj Khalifa: es un rascacielos ubicado en la ciudad de Dubái. Esta mega construcción fue un gran reto para la ingeniería, la cual fue construida en el 2010, con 828 m. de altura.



Figura 3. Burj Khalifa Dubai. (2010)

Antecedentes en el uso de concreto de alta resistencia en el Perú: Las construcciones con concreto armado en el Perú, comienza por los años entre los 1920 -1930, con edificaciones que no pasan de los 20 m de elevación, como por ejemplo las construcciones del Club Nacional y la Sociedad de Ingenieros.

En 1920-1930 se construyeron, también, el Banco Internacional, ubicado en el centro histórico de Lima; los edificios Wiese y Geidemester entre el jirón Ucayali y Lampa y además el Banco Italiano en el Jr. De La Unión.

Torre centro cívico: está ubicado en el centro Cívico de Lima. Fue construido en el año 1970 con una altura de 102 m. para su construcción se utilizó concreto con resistencias de 420 kgf/cm² y 280 kgf/ cm².



Figura 4. Torre centro cívico. Lima - Perú (1970).

The Westin Lima Hotel: Esta ubicado en la capital Lima. Este es un hotel cinco estrellas, que forma parte de la red de hoteles llamados Westin, de la firma Starwood Hotels; construido el 2011 con una altura de 120 m.

Los diferentes elementos estructurales como las placas y columnas poseen una resistencia que es superior a los 420 kg/cm². Esto va desde sótano 5 hasta el nivel 9. Para después disminuir su resistencia desde el nivel 10 al nivel 20 se cuya resistencia es de 350kg/cm², para luego continuar en los niveles restantes con una resistencia de 280kg/cm².



Figura 5. The Westin Lima Hotel. Perú.

Aplicación del concreto de alta resistencia: Dado a que hay un gran desarrollo en los diseños de grandes edificaciones y además en las diferentes etapas del proceso constructivo, ha aumentado la aplicación de concretos de alta resistencia, debido a que estos han proporcionado un resultado más idóneo para los diferentes problemas.

Según Rivva (2002, p.90), entre las principales aplicaciones del concreto de alta resistencia encontramos:

- Edificación de rascacielos (edificios que sobrepasan los 100 m)
- Elaboración de materiales prefabricados con diferentes especificaciones a los concretos utilizados tradicionalmente.

- Construcción de pavimentos.
- Construcción de superestructuras como puentes largos.
- Construcción de presas
- Para cimentaciones marinas, cubiertas, etc.

Ventajas y desventajas del uso del concreto de alta resistencia

Dado que el concreto de elevada resistencia es utilizado en diferentes tipos de estructuras y/o construcciones, cabe mencionar que tiene ventajas y desventajas que se mencionara a continuación.

Ventajas:

- Facilitar la elaboración de edificios más altos.
- La posibilidad de reducir la sección de los elementos estructurales.
- Mayor resistencia a los ataques químicos.
- Agiliza el tiempo de la construcción por su resistencia a edades tempranas.
- Aumenta considerablemente la vida útil de las edificaciones.

Desventajas:

- Se requiere de personal experto para su elaboración.
- Requiere la utilización de algunos aditivos para corregir las propiedades del asentamiento de la mezcla.
- Mayor costo unitario del material.
- Se debe efectuar de manera precisa con todas las normas alusivas al manejo de protección y supervisión del concreto.
- Cualquier incremento de cemento, agua o aditivo en la construcción alterará su diseño, afectando la constitución del concreto y sus propiedades.

Componentes del concreto de alta resistencia

Cemento: Según el IECA (Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones), el cemento es considerado como un conglomerante constituido a partir de una fusión de un elemento llamado caliza con el elemento arcilla calcinadas que después de ser molidas posee la propiedad de endurecerse cuando entra en contacto con el H₂O (2017, parr.1)

Clasificación del cemento: De acuerdo a la Norma Técnica Peruana (NTP) 334.009, hay cinco tipos de clasificación de los cementos portland, los cuales están

normalizados según las especificaciones de la norma ASTM C150 .

- Cemento Portland tipo I: de uso general.
- Cemento Portland tipo II: de moderada resistencia a los sulfatos.
- Cemento Portland tipo III: de elevada resistencia inicial con elevado calor de hidratación.
- Cemento Portland tipo IV: de reducido calor de hidratación.
- Cemento Portland tipo V: de elevada resistencia a los sulfatos.

Agua: Es un factor esencial para efectuar una mezcla de concreto tanto para concretos convencionales como para realizar de concretos de alta resistencia, debido que permite que este desarrolle su capacidad ligante Fernández (2007, p.101).

Se debe tener en cuenta que el agua apta para este proceso es el agua potable el cual tiene que encontrarse limpia y libre de impurezas, no obstante, puede haber aguas no potables idóneas para la preparación del concreto.

Agregados: Para la NTP (Norma Técnica Peruana) 400.011, conceptúa a este material como “combinación de partículas que tiene de origen en la naturaleza como también tiene origen artificial, que son preparados y que además sus tamaños están en el rango fijados por la NTP, también se le conoce a este material como áridos.

Se les conoce también a los agregados por ser los compuestos que su aporte en la elaboración de concreto no es relevante, pero por varios años la investigación hacia este material ha sido descuidado esto se debe a que su costo como material está muy por debajo del costo del cemento, y si a eso se suma las reducidas especificaciones que se requiere con respecto a su resistencia, en cual los agregados no tienen gran aporte, en la actualidad el agregado es un material muy estudiado debido a su aporte en la formación de propiedades del concreto tanto en su condición fresco como también endurecido.

Aditivos: Se le conoce como modificadores y mejoradores de algún material específico como lo es concreto.

La microsílíce: Para la ACI, la microsílíce es como: “Una sílice no cristalina de

partículas muy finas elaborados en hornos que funcionan eléctricamente y son un subproducto de la elaboración de la sílice llamado ferrosilicio”



Figura 6. Microsílice despues de ser recogida del horno.

Usos de la microsíllice

- Para la preparación de concretos proyectados (shotcrete).
- Elaboración de concreto estructural
- Preparación de concreto prefabricado y otros campos de la construcción.

Propiedades físicas y químicas

Tabla extraída de la ficha técnica de SIKA (2019)

Tabla 2. Propiedades químicas y físicas de la microsíllice

Análisis químico		Finura (diámetro promedio)	Porcentaje pasando 45 Mm	Partícula	Forma
Dioxido de silicio (SiO ₂)	93.0 % min	0.1 - 0.2 mm	95 - 100 %	Esférica	Amorfa
Trioxido de dihierro (Fe ₂ O ₃)	0.80 % max				
Trioxido de dialuminio (Al ₂ O ₃)	0.40 % max				
Monoxido de calcio (CaO)	0.60 % max				
Monoxido de magnesio (MgO)	0.60 % max				
Monoxido de disodio (Na ₂ O)	0.20 % max				
Monoxido de dipotasio (K ₂ O)	1.20 % max				
Carbono (C)	2.0 % max				
Trioxido de azufre (SO ₃)	0.40 % max				

Ventajas y desventajas de la microsíllice

Ventajas: Según Sika (2019), los principales beneficios de microsíllice son:

- Alta estabilidad del hormigón verde.
- Mayor durabilidad.

- Excelente resistencia a la congelación y la sal de deshielo.
- Mayor resistencia a la abrasión.
- Penetración reducida del cloruro

Desventajas:

- Vida útil muy corta después de su producción.
- Es indispensable mantener en un entorno seco, no sensible a las heladas.
- Incrementa considerablemente el precio de elaboración del hormigón.
- Se necesita personal capacitados para su elaboración.
- Se requiere necesariamente protectores especiales para su manipulación, esto debido a que se vende en el mercado como un polvo fino.
- Se tiene que cumplir minuciosamente todas las normas que se refieren al manejo, seguridad y seguimiento del concreto.
- Produce contaminación ambiental si hay penetración en cursos de agua o suelo.

La nanosílice: Según Pérez (2008, p.28), “la nanosílice es conocido también como una sílice en su condición líquida, que tiene la particularidad de poseer partículas de dimensiones manométricas, cuyos tamaños son mil veces más pequeña que la microsílice”. Este elemento es conformado por SiO_2 , el cual tiene propiedades puzolánicas, y que además su con los demás elementos hidratados del cemento modifican y mejoran sus características.



Figura 7. Nanosílice.

Usos de la nanosílice: Según Molina y Chara (2017, p.40), por poseer como característica esencial el alto poder de fluidificación y además tiene el sumado a la competencia de otorgar buenas resistencias a edades muy tempranas, y esto es muy recomendado para:

- Industrias de concreto prefabricado, armado, pretensado y pos tensado
- Elaboración de concreto Fast Track
- Concreto de Altas Prestaciones (AHR)
- Concreto ligero de reducida densidad

Propiedades físicas y químicas: Para Molina y Chara (2017, p.41), “al borrar completamente la sílice en polvo ya sea en sus diferentes alternativas y además por su elevada absorción H₂O, concede la particularidad de poder eliminar los superplastificantes y minimizar al mínimo los reductores plastificantes”.

Tabla 3. *Propiedades químicas y físicas de nanosílice*

Propiedades físicas y químicas de nanosílice	
Aspecto físico	Liq. Levemente Viscoso
Color	Blanco
Densidad	1.032 ± 0,004 g/ml
Viscosidad	14 ± 1(s)
pH	15 ± 1
Almacenamiento	Puede almacenarse durante 6 meses en su envase original en un lugar fresco y protegido del sol
Presentación	Bidón plástico de 230 Kg. Contenedor retornable de 1000 Kg.
En caso de su congelamiento de GAIA Nanosílice puede ser utilizado si se descongela lentamente a temperatura de 20° C y se agita de forma intensa.	

Ventajas y desventajas de la nanosílice

Ventajas:

- Elimina el uso de superplastificante
- Cero riesgos de silicosis en los trabajadores y no daña el medio ambiente.
- Alta impermeabilidad
- Concreto con buena trabajabilidad.

- Concreto con gran resistencia iniciales y finales.
- Menor costo para la elaboración de concreto de alta resistencia
- Fácil almacenamiento por su estado en líquido.

Desventajas:

- Vida útil muy corta (6 meses) después de su producción.
- No tiene mucha comercialización la cual hace muy difícil la obtención.
- La vigente comercialización es de gran volumen (A partir de 230 kg).
- Se necesita un buen control de curado.
- Solicita de un riguroso control de dosificaciones, porque se utiliza en mínima cantidad.

Los superplastificantes: Para Molina (2017), son aditivos formados a partir de melanina, formaldehidos o naftaleno, que además poseen la propiedad de brindarle a fusión una elevada fluidez al liberar H₂O a los demás componentes que integran la mezcla (p.46).

También se les conoce como reductores de agua de elevado rango, el cual tiene por objetivo minimizar de manera esencial el volumen de agua que está presente en el concreto, pero conservando una consistencia especificada y además no producir resultados no deseados en el momento del fraguado. Este aditivo se emplea para aumentar el asentamiento del concreto sin la necesidad de incorporar agua.

Aplicación del superplastificante: Es idóneo para la elaboración de concreto premezclado, en obra y se utiliza para:

- Concreto pre-fabricado
- Acelera en la fase de fraguado del concreto.
- Para el diseño de pavimentos tipos Fast Track, estos son concretos que son colocados de manera inmediata.
- Concreto para temperaturas frias.
- Para la alta disminución de H₂O (hasta 30%).

- Es idóneo para concretos bajo agua, sistemas Tremie. (relación de agua y cemento deber estar 0.30 a 0.45).
- Para la fabricación de concretos de alta resistencia.
- Para el desarrollo de concretos autocompactantes.
- Por su gran capacidad para reducir el agua, sin perder la fluidez y sin perder su resistencia a la compresión.
- Ahorro de material cementante o cemento.

Propiedades químicas y físicas: El material a usarse será SIKA VISCOCRETE – 3330, y considerado como super plastificante de tercera generación para la elaboración de concretos y morteros. Este material es idóneo para temperaturas frías y se usa para alcanzar elevadas resistencias tempranas.

Ventajas y desventajas del superplastificante

Ventajas:

- Extensa disminución de H₂O (trayendo como consecuencia una elevada densidad y resistencia).
- Buena fluidez (minimiza a gran proporción el esfuerzo de la colocación y vibración).
- Idóneo para la elaboración de concretos muy auto compactantes.
- Aumenta a elevadas resistencias al comienzo del endurecimiento en los primeros días.
- Menor cantidad de la relación agua y cemento.
- Aumenta considerablemente la vida útil del concreto.

Desventajas:

- Se necesita un riguroso seguimiento en su elaboración.
- Si no se adiciona el tiempo idóneo a la mezcla podría darse otros resultados.
- Aumenta el gasto de la elaboración del concreto
- Se necesita personal experimentado para su elaboración

Propiedades mecánicas en el concreto de alta resistencia: Según Rivva (2002), las características físico mecánicas del concreto contemplan la conexión entre la

fuerza que se aplica a la muestra que se pretende investigar como lo es la capacidad de respuesta cuando esté sometido a algún esfuerzo (p. 37).

Resistencia de compresión: La resistencia a la compresión del concreto se relaciona o se identifica con su resistencia a la carga axial, esto se debe a que es la particularidad más fácil y practica de poder encontrar, se sabe que el concreto posee un excelente comportamiento a la compresión dando muy buenos resultados pero que es pésimo para trabajar a tracción (Rivva, 2002, p. 34).



Figura 8. Configuración de ensayos en compresión.

Resistencia de tracción según compresión diametral: Esta resistencia depende de las características de la pasta del cemento y su influencia de los diferentes agregados, y la unión que exista entre el impacto relativo de estos agregados podría cambiar en relación de los diferentes procesos que se usan para encontrar la capacidad de resistencia al concreto a tracción (Rivva, 2002, p.34).

- **Prueba de tensión indirecta**



Figura 9. Configuración de ensayos a tracción.

Resistencia a la flexión: Según NRMCA (Asociación Nacional de Concreto Premezclado Listo), Es la medición de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzado. La cual se mide mediante la aplicación a los esfuerzos de vigas de concreto de sección 150 x 150 x 450 mm.



Figura 10. Configuración de ensayos a flexión.

III.METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Esta investigación de un tipo Aplicada, esto se debe a que usara los conocimientos ya existentes de la ingeniería para poder alcanzar los objetivos y así poder solucionar algún problema que se presenta en la ingeniería civil.

Al respecto Baena (2017), la investigación aplicada asume a modo de objetivo el estudio de un problema, además, puede aportar hechos nuevos, de manera que logremos confiar en los hechos puestos en manifiesto, la nueva información debe ser de utilidad, a su vez, medible por la teoría (p.4).

Enfoque de la investigación

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo continuo, debido a que nos permite analizar los resultados de forma numéricas, con el fin de tener las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia con microsílíce y nanosílíce.

De acuerdo a Andrade et al (2018), su foco de ayuda está en el desarrollo de investigación a las medidas numéricas, depende y utiliza la percepción del procedimiento como recolección de datos y los estudia para llegar a responder las interrogantes que se plantean al comienzo de la investigación (p.66)

Nivel de investigación

Esta investigación tiene un nivel que se le denomina explicativo, esto se debe a que se pretende responder la influencia de la incorporación de microsílíce y nanosílíce en las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia.

De acuerdo a Hernández, Fernández y Baptista (2014), comentaron que:

Las investigaciones lógicas van más allá de la representación de ideas o fenómenos o la base de las conexiones entre ideas; es decir, están planeados para reaccionar a los motivos de los eventos y fenómenos físicos o de reunión. Como se deduce su nombre, su ventaja se centra en aclarar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se muestra o por qué al menos dos factores están conectados (p.95).

Diseño de Investigación

Según Pino (2007), “el diseño de la investigación viene a ser el manejo de una o más variables para estudiar la influencia que tiene una sobre otra, controlada por el investigador” (p. 187).

La presente investigación es experimental, porque se manipulara la variable independiente para obtener resultados mecánicos que se producen en la variable dependiente. También es cuasi experimental, porque se tendrá un grupo de control que nos permitirá observar que sucede con la variable dependiente, cuando se adiciona microsílíce y nanosílíce.

Al respecto, Carrasco (2015), refirió que los diseños cuasi experimentales "Son aquellas que no son aleatorizadas por los sujetos que forman parte del grupo de control y exploración ni están coordinadas, ya que los grupos de trabajo están enmarcados; es decir, ya existen antes de la prueba "(p.70).

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: “Una variable es llamada independiente cuando su efecto es controlado por el investigador, con lo cual se busca obtener un resultado sobre la variable dependiente mediante sus modificaciones” (Salkind, 1999, p.25).

En el presente trabajo la variable independiente es el concreto de alta resistencia con microsílíce y nanosílíce.

Variable dependiente: “La variable dependiente es aquella que resulta de las variaciones hechas en la independiente” (Salkind, 1999, p.25).

En el presente trabajo la variable dependiente son las propiedades mecánicas.

Operacionalización:

La matriz de operacionalización se adjunta en el (anexo 04), en el que se muestra la operacionalización de las variables tanto la independiente como la dependiente. De esta forma, poder definir las variables y la escala de medición.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

La población está conformada por el diseño del hormigón de alta resistencia de $F'c = 600 \text{ Kg/cm}^2$ con microsílíce y nanosílíce.

Según Valderrama (2015), señala “la población es totalidad de aquellos sujetos, países, ciudades, cosas etc., que están involucrados de un modo u otro por el objetivo de nuestro estudio” (p. 143).

Muestra

Según Bernal (2006), indica que “es la parte de población selecto, de la que se adquiere de manera efectiva la información para desarrollar el estudio y sobre la que se realiza la medición y se observaran las variables que son objeto de estudio” (p.161).

Por lo tanto, la muestra estará conformada por un total de 162 probetas, siendo así 108 probetas cilíndricas de (150mm x 300mm) y 54 probetas tipo viga de (150 x 150 x 450 mm) con microsílíce y nanosílíce; las cuales se detallan a continuación según la NTP–ISO 285-1.

Tabla 4. Cuadro de detalle de la muestra

Tipo de ensayo	Concreto Base	Microsílíce	Nanosílíce	7 días	14 días	28 días	Sub total	Total
Compresión	600kgf/c m2	M1= 5%	m1=0.5%	6	6	6	18	54
		M2= 10%	m2=1.5%	6	6	6	18	
		M3=15%	m3=3.0%	6	6	6	18	
Tracción	600kgf/c m2	M1= 5%	m1=1.0%	6	6	6	18	54
		M2= 10%	m2=1.5%	6	6	6	18	
		M3=15%	m3=3.0%	6	6	6	18	
Flexión	600kgf/c m2	M1= 5%	m1=1.0%	6	6	6	18	54
		M2= 10%	m2=1.5%	6	6	6	18	
		M3=15%	m3=3.0%	6	6	6	18	
Total								162

Fuente: Elaboración propia

Muestreo

Según Gómez (2012), son los métodos a través de los cuales el especialista elige las unidades delegadas para adquirir la información que le permitirán

obtener datos sobre la población que se examinará. (p.34).

Por lo tanto en la presente investigación, se llevara a cabo un muestreo no probabilístico por conveniencia, ya que para elegir la muestra nos basamos en la NTP (Norma Técnica Peruana), la cual dice que, para obtener un resultado a los 7,14 y 28 días se necesita 3 probetas como mínimo en cada ensayo de resistencia a la compresión, tracción y flexión.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Según Sánchez, Reyes y Mejía (2018), “son recursos que se utilizan en la recopilación de datos de un trabajo y son indirectas o directas. Las directas son las entrevistas y las percepciones; las que son indirectas son las encuestas, las escalas, los inventarios y los test” (p. 120).

Por lo tanto para el desarrollo de dicho informe de investigación la técnica a emplearse es una percepción inmediata, que tiene el rasgo de ser una realidad irrepetible, y debe ser patentado en el hecho, y justo en ese instante, puesto que a la luz del hecho de que las acciones de la actividad nunca son equivalentes, a pesar de que la configuración es obviamente el mismo, los elementos a ser observados nunca son equivalentes ni las condiciones; Para esta situación, el registro es la resistencia a compresión, tracción y por flexión.

Instrumentos de recolección de datos

Al respecto, Valderrama (2015), señala “es el principio de cualquier recurso que el especialista pueda usar para aproximarse a los fenómenos y extraer resultados” (p.195).

Por lo tanto para el trabajo de investigación, el instrumento de medición que se llevara a cabo para la recopilación de información de los resultados son las siguientes:

Norma ACI.211.4_94

Ficha técnica del aditivo microsílíce

Norma ACI.211.4_94

Ficha técnica del aditivo nanosílice

Norma ASTM C – 39 / NTP 339.034

Norma ASTM C – 496 / NTP 339.084

Norma ASTM C – 78 / NTP 339.078

Además se utilizarán fichas de recolección de datos como:

Ficha de recolección de datos 1 (RC) ver (ANEXO 02).

Ficha de recolección de datos 2 (RT) ver (ANEXO 03).

Ficha de recolección de datos 3 (RF) ver (ANEXO 04).

Validez

Según, Valderrama (2015), señala que “se refiere al grado de calificación o resultado obtenido mediante la aplicación del instrumento” (p.193).

Los instrumentos que se utilizarán en el trabajo de investigación son válidos, porque serán evaluados y firmados por juicio de expertos; y la evaluación se llevará a cabo según la siguiente tabla 6.

Tabla 5. Cuadro de validez por juicio de expertos

Rangos	Magnitud
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy Baja

Ver anexos 2,3 y 4 tablas de resultados de juicio de expertos.

Confiabilidad

Para ello Valderrama (2015), señala “es el nivel, en el cual un instrumento genera resultados veraces y coherentes al mismo sujeto u objeto de investigación, es decir los resultados obtenidos si se vuelven aplicar sobre la misma muestra, resultan similares” (p. 193).

Este trabajo de esta investigación será confiable, ya que se obtendrán los certificados de calibración de los equipos de laboratorio, de los ensayos que se tendrán que realizar; resistencia a la compresión, tracción y flexión.

3.5. Procedimiento

- **Fase 1:** Compra de materiales: cemento, agregados y aditivos (microsílice y nanosílice).
- **Fase 2:** Se procederá con la caracterización de los materiales: cemento (pesos específico), agregados (granulometría, módulo de finura) y los aditivos (dosificaciones).
- **Fase 3:** Elaboración del diseño de mezcla de concreto de resistencia alta $F'c = 600 \text{ Kg/cm}^2$ con microsílice de porcentajes de 5%-10%-15% y nanosílice de porcentajes de 0.5%-1.5%-3.0% con respecto al cemento.
- **Fase 4:** Elaboración de 162 probetas siendo así 108 probetas cilíndricas de (150mm x 300mm), para el ensayo a compresión y tracción indirecta y 54 probetas tipo viga de (150 x 150 x 450 mm), para el ensayo a flexión.
- **Fase 5:** Se les dará un curado tradicional según menciona la norma ASTM C-684-89 “método estándar de prueba para realizar curado acelerado y prueba de compresión de especímenes”.
- **Fase 6:** Se procederá a realizar los ensayos mecánicos de resistencia a la compresión, tracción y flexión a los 7,14 y 28 días según la norma NTP 339.216.
- **Fase 7:** Hacer un cuadro comparativo de las propiedades mecánicas del concreto de resistencia alta para sus respectivos análisis de influencia de los aditivos micro sílice y nano sílice.
- **Fase 8:** Se elaboraran las conclusiones y recomendaciones.

3.5.1. Características de los materiales a trabajar

3.5.1.1. Agregados para el concreto

Cantera de materiales

Una de las canteras de gran interés en la ciudad de Lima, "CANTERA SANTA CLARA", fue elegida como la fuente de la suministro para el material grueso, con el objetivo de que el presente proyecto comprenda un grado más notable para la ciudad de Lima.

Muestreo

De acuerdo a la NTP (Norma Técnica Peruana) 400.010 se dispone los métodos del muestreo del agregado fino y del agregado grueso con la finalidad de:

- Aprobación o rechazo de los materiales.
- Verificación de la fuente de abasto.
- Estudio previo de la cantera de suministro.

3.5.1.1.1. Agregado grueso

De acuerdo a la NTP (Norma Técnica Peruana) 400.011 lo clasifica como agregado grueso al material retenido en el tamiz N°4 (4.75mm). Este está constituido por partículas angulares cuyo origen puede ser natural o artificial. Las cuales deberán cumplir con los parámetros fundamentados en la NTP 400.011 (ASTM C-33).

3.5.1.1.1.1. Granulometría

Según Duque (2016), "es el proceso de la instalación de investigación que permite decidir en qué medida participan los granos de suelo, en relación al tamaño "(p.57).

Este tamaño de partículas se limita al pasar una prueba delegada de totales a través de una progresión de tamices solicitada por el tamaño de las aberturas, desde la más elevada

hasta la más baja, según lo indicado por NTP 300.037 o ASTM C33, donde están disponibles las restricciones más bajas y máximas del total grueso lo que depende totalmente del Tamaño Nominal Máximo del material, la disposición de los tamizadores utilizados para el total grueso son: 2 ", 1 ½", 1 ", ¾", ½ ", 3/8", # 4, # 8 y # 16.

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso del agregado en la tamiz} * 100}{100 * \text{Peso total de la muestra}}$$

Tamaño Máximo (TM)

El tamaño máximo (TM) del agregado se caracteriza por la apertura del tamiz más pequeño impuesta por la NTP 400.037 a través del cual pasa el 100% del muestrario.

El tamaño máximo del total elegido de la muestra para el trabajo actual es ¾ "(19 mm)

$$TM=3/4"$$

Tamaño Máximo Nominal (TMN)

Se define de dos maneras: uno de las cuales nos indica que es lo que pasa la malla 100% al 95% en el que ocurre el primer retenido; o es la medición rápida más notable que el trabajo tiene del 15% o más en el tipo acumulada del material.

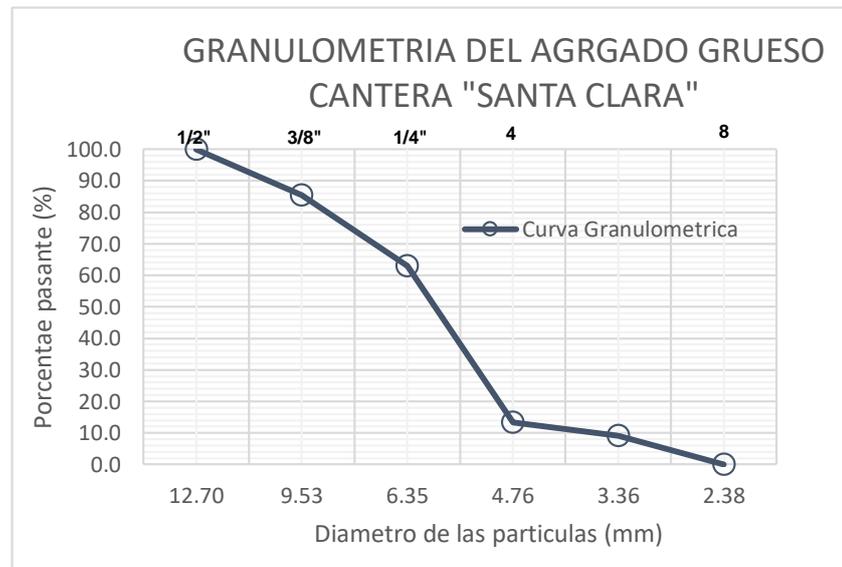
El mayor tamaño del total del material grueso utilizado en el proyecto es de ½ "debido a que hay más del 15% del material retenido apilado en el tamiz de 3/8", por lo que el tamiz próximo y mejor de acuerdo a la NTP 400.037 es el tamiz de ½ "(12.5 mm).

$$TMN=1/2"$$

Tabla 6. Granulometría del agregado grueso M1

CANTERA "SANTA CLARA"					
PESO TOTAL DE LA MUESTRA = 1000g					
Tamiz		Material retenido			
Pulgada	mm	Peso (g)	Retenido (%)	Acumulado (%)	Pasante (%)
1/2"	12.70				100.0
3/8"	9.53	145.0	14.5	14.5	85.5
1/4"	6.35	225.0	22.5	37.0	63.0
Nº 4	4.76	496.2	49.6	86.6	13.4
Nº 6	3.36	42.6	4.3	90.9	9.1
Nº 8	2.38	91.2	9.1	100.0	0.0
Total		1000.0	100.0	-	-

Fuente: Elaboración propia



Grafica 1. Curva granulométrica del agregado grueso M1

3.5.1.1.1.2. Módulo de fineza

Según Garay y Quispe (2016), "es el factor obtenido al incluir las tasas máximas de material en una porción que son más gruesas que cada una de las tamices adjuntas 3", 1½", ¾", 3/8", # 4, # 8, # 16, # 30, # 50 y # 100 y esta suma se divide entre 100" (p. 56).

La ayuda numérica del módulo de finura es que es relativo a la normal logarítmica del tamaño de la molécula de un transporte de tamaño de molécula específico.

Fórmula:

$$MF = \frac{[\sum(\% \text{ retenido Acumulado})]}{100}$$

Tabla 7. Resultados del ensayo de módulo de fineza del agregado grueso M1

CANTERA "SANTA CLARA" M1				
Tamiz		Peso Retenido (kg)	Peso Retenido (%)	Peso Retenido Acumulado (kg)
Pulg	mm			
3/8"	9.53	145.0	14.5	14.5
#4	4.76	225.0	22.5	37.0
#8	2.38	496.2	49.6	86.6
Módulo de finura = 0.50				

Fuente: Elaboración propia

3.5.1.1.2. Agregado fino

De acuerdo a Tufino (2009) "Se caracteriza por un total fino, al material que se origina por el deterioro característico o artificial de las piedras, que pasa por la malla de 9,5 mm (3/8 ") y satisface los parámetros dispuestos por la norma NTP 400.037 o ASTM C 33" (p. 12)

3.5.1.1.2.1. Granulometría

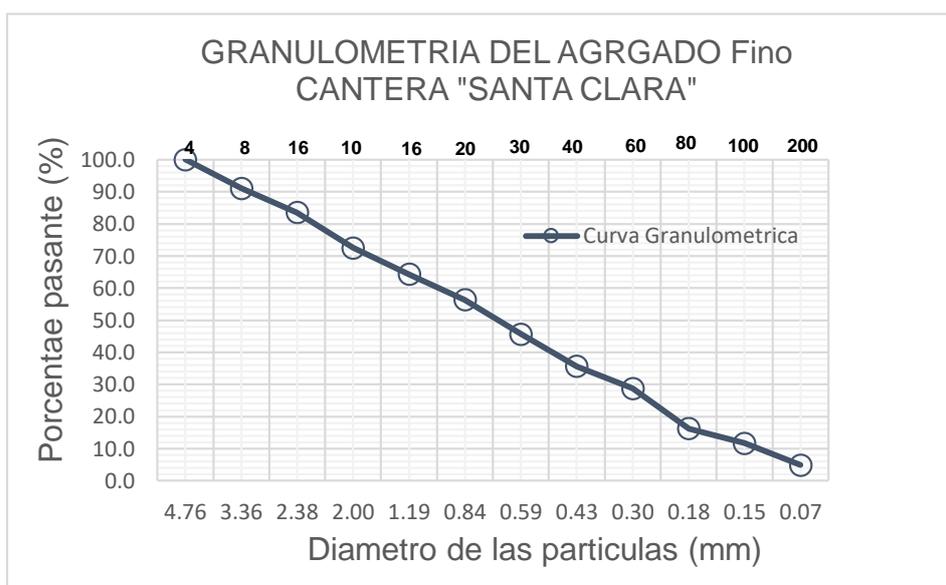
Según Duque (2016), "es el procesamiento de laboratorio de investigación el que permite decidir en qué medida los granos de piedra serán utilizados, acorde a los tamaños" (p.57).

La granulometría total fina dentro de las restricciones de NTP 400.037 es comúnmente aceptable para la mayoría de los cementos. En la siguiente tabla se presenta el tamaño de las tamizadoras aparecidas en la norma NTP 400.037.

Tabla 8. Granulometría del agregado fino M1

CANTERA "SANTA CLARA"					
PESO TATOAL DE LA MUESTRA = 1KG					
Tamiz		Material retenido			
Pulgada	mm	Peso (g)	Retenido (%)	Acumulado (%)	Pasante (%)
Nº 4	4.76				100.0
Nº 6	3.36	89.500	9.0	9.0	91.1
Nº 8	2.38	75.200	7.5	16.5	83.5
Nº 10	2.00	110.000	11.0	27.5	72.5
Nº 16	1.19	82.300	8.2	35.7	64.3
Nº 20	0.84	79.500	8.0	43.7	56.4
Nº 30	0.59	106.800	10.7	54.3	45.7
Nº 40	0.43	100.200	10.0	64.4	35.7
Nº 50	0.30	68.700	6.9	71.2	28.8
Nº 80	0.18	125.000	12.5	83.7	16.3
Nº 100	0.15	45.600	4.6	88.3	11.7
Nº 200	0.07	68.400	6.8	95.1	4.9
Bandeja		48.800	4.9	100.0	0.0

Fuente: Elaboración propia



Grafica 2. Curva granulométrica del agregado fino M1

3.5.1.1.2.2. Módulo de fineza

El módulo de finura se caracteriza por el total de tasas retenidas recolectadas de 3", 1½", ¾", 3/8", # 4, # 8, # 16, # 30, # 50 y # 100 y esta proporción se divide entre 100, para este recuento se excluyen los filtros de 1" y ½".

El módulo de finura es un marcador de la finura más prominente o menor de las partículas. El módulo de finura del total fino está entre las categorías de 2.3 a 3.1.

Fórmula:

$$MF = \frac{[\sum(\% \text{ retenido Acumulado})]}{100}$$

Tabla 9. Resultados del ensayo de módulo de fineza del agregado fino M1

CANTERA "SANTA CLARA" M1				
Tamiz		Peso Retenido (kg)	Peso Retenido (%)	Peso Retenido Acumulado (kg)
Pulg	mm			
#4	4.76	0.00	0.00	0.00
#8	2.38	75.2	7.5	16.5
#16	1.19	82.3	8.2	35.7
#30	0.59	106.8	10.7	54.3
#50	0.30	68.7	6.9	71.2
#100	0.15	45.6	4.6	88.3
Módulo de finura = 3.2				

Fuente: Elaboración propia

3.5.2. Diseño de la mezcla de concreto

Una de las estrategias más ampliamente reconocidas es la técnica sugerida por el consejo ACI 211.4. En cualquier caso, debemos recordar que cualquier estrategia de estructura solo da una primera estimación de las extensiones. Deben verificarse mediante mezclas de prueba en el centro de investigación o en el lugar y equilibrarse.

Método de diseño ACI 211.4

El procedimiento planteado por el consejo ACI 211.4 contiene la categoría de resistencia de 450 kgf/cm² y 840 kgf/cm², este procedimiento es aplicable a hormigones de peso típico. Los estudios básicos de esta técnica, al igual que en la estrategia para los cementos habituales, es garantizar la porción de los materiales solicitados para obtener un hormigón con propiedades de un estado fresco y rígido y a un costo menor.

La técnica consta de una secuencia de procesos, en los cuales se debe efectuar para las exigencias de resistencia y trabajabilidad deseado, el método sugiere preparar muchos ensayos en laboratorio y en el campo hasta hallar a la combinación pretendida.

La técnica adjunta se relaciona con el consejo ACI-211.4, que consolida tablas y procedimientos pertenecientes a la norma mencionada.

- Debido a que los diseños planteados no tenían un registro de resultados de pruebas que lo hacen concebible para calcular la desviación estándar, se elige la utilización de la resistencia normal necesaria según la ecuación adjunta mostrada por ACI 211.4:

Fórmula para encontrar la resistencia promedio solicitada:

$$F'_{cr} = \frac{F'c + 98}{0.9}$$

- Se selecciona el mayor tamaño del total del material, en vista de los requisitos previos de la resistencia, el tamaño máximo del material grueso aproximado se da en la tabla 4.1. ACI 318 fija que el tamaño máximo de un agregado no debe ser superado:
 - 1/5 de la medida más pequeña entre caras de revestimiento.
 - 1/3 del peralte de la losa.
 - 3/4 de la libertad de la base entre barras o alambres de refuerzo individuales, hebras y conductos de fortificación.

Tabla 10. Cuadro para encontrar el tamaño máximo nominal del agregado

Resistencia requerida del concreto (kgf/ cm ²)	Tamaño máximo del agregado
Menor a < 630	3/4" – 1"
Mayor a > 630	3/8" - 1/2"

Fuente: ACI

Necesitábamos trabajar con un TMN de 1/2 pulgada, ya que estábamos buscando resistencias superiores a 630 kg / cm². El comité ACI 211.4 nos señala que debemos emplear el tamaño máximo nominal de 3/8 "- 1/2" pulgadas.

- Al elegir la resistencia y slump necesarios, los valores sugeridos para el slump aparecen en la Tabla 11. Aunque el concreto de alta calidad se entrega de manera efectiva con la opción de un súper plastificante sin una estimación de slump, se sugiere un slump de 1 a 2 "antes de incluir el super plastificante. Esto garantizará una medida suficiente de agua para la mezcla y permitirá que el super plastificante sea potente.

Para un hormigón hecho sin super plastificante, el slump de 2 a 4 ", esto puede ser elegido según el trabajo a realizar. Un concreto con menos de menos de 2" de slump es difícil de afianzar dada la alta sustancia de materiales gruesos totales y cementosos.

Tabla 11. Volúmenes del agregado grueso de acuerdo tamaño máximo nominal

Slump con Superplastificante	Slump sin Superplastificante
1"– 2"	2" – 4"

Fuente: ACI

Encontrar la medida de la mezcla de agua, contenido de aire y la proporción de agua por unidad de volumen de hormigón requerido para obtener un slump determinado dependientemente del tamaño máximo, la estructura de la partícula, las gradaciones del agregado, la medida del cemento, el tipo de superplastificante y el volumen de agua en este aditivo añadida se considera para el recuento de la proporción agua / cemento:

Estas medidas de mezcla de agua son máximas para un agregado impecable, muy graduado y preciso que cumple con las limitaciones de ASTM C33. Puesto que el estado de las partículas y la superficie del agregado fino podrían afectar por completo su contenido de vacíos, en la cual la necesidad de mezclar agua podría ser única en relación con las cualidades dadas.

El contenido vacíos del material fino se puede determinar utilizando la formula siguiente.

$$\text{Contenido de vacios } V\% = 1 - \left(\frac{P.U.C}{\text{Peso especifico}} \right) * 100 \quad (\text{Ecuación 3.1})$$

Si el contenido de vacíos del agregado fino es diferente al 35% se necesitaría un ajuste de la cantidad de agua del mezclado, y este puede ser calculado utilizando la ecuación de:

$$\text{Ajuste agua de mezclado } kg/m^3 = 4.72 * (V - 35) \quad (\text{Ecuación 3.2})$$

Tabla 12. Requisitos aproximados de contenido de agua y aire para mezcla

Slump	Agua de mezclado en kg/m ³ para los tamaños máximos de agregados grueso			
	3/8"	1/2"	3/4"	1"
1" – 2"	183	174	168	165
2" - 3"	189	183	174	171
3" – 4"	195	189	180	177
Aire atrapado				
Sin superplastificante	3.00%	2.50%	2.00%	1.50%
Con superplastificante	2.50%	2.00%	1.50%	10%

Fuente: ACI

Seleccionamos la proporción agua / materiales cementosos, de acuerdo a la tabla 13, los mayores valores sugeridos para la proporción agua / materiales cementosos aparecen como un componente del tamaño máximo del agregado para lograr diversas resistencias de compresión en 28 días. Las resistencias dadas en la tabla 13 son para hormigones hechos con superplastificante.

Tabla 13. Relación agua/materiales cementantes para concretos con superplastificante

Resistencia promedio F'cr * kgf/cm ²	Edad (días)	Relación a/mc para los tamaños mínimos de agregados gruesos indicados			
		3/8"	1/2"	3/4"	1"
600	28	0.4	0.38	0.36	0.35
650	28	0.36	0.35	0.33	0.32
700	28	0.33	0.32	0.31	0.3
750	28	0.31	0.3	0.28	0.28
800	28	0.29	0.28	0.26	0.26
850	280	0.27	0.26	0.25	0.25

Fuente: ACI

Después de encontrar la estructura de las mezclas en su forma seca, se inició la elaboración de corrección para la humedad empleando el contenido de humedad y la filtración del agregado grueso y fino.

Una vez obtenido la modificación de la humedad, ya estaría listo el diseño de concreto final el cual será utilizado en la elaboración de probetas.

Tabla 14. Cuadro de las propiedades físicas de los agregados, cemento y agua para los diseños del ACI 211.4

PROPIEDADES DEL CEMENTO, AGUA Y AGRAGADOS		
Cemento		
Marca y tipo	Sol I	
Procedencia	Lima	
Peso Específico (kg/m ³)	3361	
Agua		
Agua potable	Si	
Peso específico (kg/m ³)	1000.00	
Agregados		
Propiedades	Fino	Grueso
Cantera	Santa Clara	Santa Clara
P.U. suelto seco (kg/m ³)	2669	2690
P.U. varillado (kg/m ³)	1387	1499
Módulo de fineza	3.20	0.50
Absorción	1.80%	1.10%
Contenido de húmeda	2.30	0.40
Tamaño Nominal Máximo (Pulg)	-	3/4"

Fuente: Elaboración propia

➤ Se realizó el diseño de mezcla patrón de 600 kgf/m² para ser agregado las siguientes dosificaciones de los siguientes aditivos en relación al cemento.

❖ Microsílice = 5.0%, 10.0%, 15.0%.

❖ Nanosílice = 0.5%, 1.5%, 3.0%.

Diseño de concreto de alta resistencia para el aditivo microsíllice

Tabla 15. Diseño de concreto con microsíllice

MATERIALES						
Agregado Arena:	Cantera Santa Clara		Agua:	Potable	Cemento:	Sol Tipo I
Agregado Grueso:						
Microsílice:	Sika Fume					
Nanosílice:	GAIA Nanosílice					
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS						
DESCRIPCIÓN	ARENA 48%		PIEDRA 52%			
Peso específico bulk seca (gr/cm ³)	2.669		2.690			
Peso unitario varillado (kg/m ³)	1397		1499			
Absorción (%)	1.80		1.10			
Módulo de finura	3.70		0.50			
Tamaño máximo nominal (pulg)	--		3/4"			
ESPECIFICACIONES DE DISEÑO						
Resistencia	f'c = 600 kg/cm ²					
Slump (pulg)	5"					
VALORES DE DISEÑO POR METRO CÚBICO DE MEZCLA (SECO)						
COMPONENTES	M-1 5% Microsílice		M-2 10% Microsílice		M-3 15% Microsílice	
	PESO	PROPORCIÓN(*)	PESO	PROPORCIÓN(*)	PESO	PROPORCIÓN(*)
Cemento	506.4 kg	11.9 Bolsas	675.2 kg	15.9 Bolsas	675.2 kg	15.9 Bolsas
Agregado Fino	982.8 kg	24.6 sacos de 40kg c/u	949.5 kg	23.7 sacos de 40kg c/u	911.2 kg	22.8 sacos de 40kg c/u
Agregado Grueso	1053.2 kg	26.3 sacos de 40kg c/u	768.4 kg	19.2 sacos de 40kg c/u	737.4 kg	18.4 sacos de 40kg c/u
Agua	169.7 lt	169.7 litros	223.5 lt	223.5 litros	233.6 lt	233.6 litros
Microsílice	50.6 kg	0.8 bolsas	7.0 kg	7.0 lt/bolsa	6.7 kg	6.7 lt/bolsa
Relación agua/cemento	0.3		0.3		0.3	
Factor Cemento	11.92 bolsas/lt					

Fuente: Elaboración propia

Diseño de concreto de alta resistencia para el aditivo nanosílice

Tabla 16. *Diseño de concreto con microsíllice*

MATERIALES						
Agregado Arena:	Cantera Santa Clara		Agua:	Potable	Cemento:	Sol Tipo I
Agregado Grueso:						
Microsíllice:	Sika Fume					
Nanosíllice:	GAIA Nanosíllice					
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS						
DESCRIPCIÓN	ARENA 48%		PIEDRA 52%			
Peso específico bulk seca (gr/cm ³)	2.669		2.690			
Peso unitario varillado (kg/m ³)	1397		1499			
Absorción (%)	1.80		1.10			
Módulo de finura	3.70		0.50			
Tamaño máximo nominal (pulg)	--		3/4"			
ESPECIFICACIONES DE DISEÑO						
Resistencia	f'c = 600 kg/cm ²					
Slump (pulg)	5"					
VALORES DE DISEÑO POR METRO CÚBICO DE MEZCLA (SECO)						
COMPONENTES	M-1 5% Microsíllice		M-2 10% Microsíllice		M-3 15% Microsíllice	
	PESO	PROPORCIÓN(*)	PESO	PROPORCIÓN(*)	PESO	PROPORCIÓN(*)
Cemento	675.2 kg	15.9 Bolsas	675.2 kg	15.9 Bolsas	675.2 kg	15.9 Bolsas
Agregado Fino	1026.0 kg	25.6 sacos de 40kg c/u	1026.0 kg	25.6 sacos de 40kg c/u	1026.0 kg	25.6 sacos de 40kg c/u
Agregado Grueso	830.3 kg	20.8 sacos de 40kg c/u	830.3 kg	20.8 sacos de 40kg c/u	830.3 kg	20.8 sacos de 40kg c/u
Agua	203.3 lt	203.3 litros	203.3 lt	203.3 litros	203.3 lt	203.3 litros
Microsíllice	7.5 kg	7.5 lt/bolsa	7.5 kg	7.5 lt/bolsa	7.5 kg	7.5 lt/bolsa
Relación agua/cemento	0.3		0.3		0.3	
Factor Cemento	11.92 bolsas/lt					

Fuente: Elaboración propia

3.5.3. Ensayos a desarrollar en el proyecto

3.5.3.1. Preparación de la muestra

3.5.3.2. Ensayo en su etapa rígida

3.5.3.2.1. Resistencia a la compresión

La calidad mecánica del cemento está relacionada en gran parte con su resistencia de compresión, ya que esta indica la condición de trabajo en la que el sólido muestra una capacidad más notable para resistir tensiones, en general, los componentes básicos se planifican pensando en esta propiedad significativa de concreto.

Sacar las probetas que se analizaran del tanque de curado y secarlos en la intemperie (condiciones ambientales).

Con la ayuda del vernier, tome estimaciones de la amplitud de los testigos, se tomarán 3 estimaciones para encontrar el valor promedio, que luego se utilizará para calcular el área de la selección.

Poner el neopreno (almohadillas) a la probeta.

Situar el espécimen en la máquina de presión enfocada hasta que finalice el corte, la carga impuesta debe mantenerse en una condición de 0.15 a 0.35Mpa / s.



Figura 13. Rotura de la probeta a compresión.

3.5.3.2.2. Resistencia al tracción por compresión diametral

Esta estrategia de prueba consta en administrar una potencia de presión diametral en toda la longitud de una probeta de concreto cilíndrico, a una velocidad determinada, hasta que se vea grietas.

La velocidad se administrará carga constantemente y manteniendo una distancia estratégica de los impactos, a una velocidad constante dentro del rango de 689 kPa / min a 1380 kPa / min hasta que la probeta falle debido a la presión diametral.

La resistencia a la tracción por compresión diametral del espécimen se encuentra con la formula siguiente:

$$T = \frac{2P}{\pi * L * d}$$

Dónde:

T: Resistencia a la tracción por compresión diametral, kPa.

P: Máxima fuerza suministrada por la máquina de ensayo, KN.

L: Longitud, m.

d: Diámetro, m.

Sacar las probetas que se analizaran del tanque de curado y secarlos en la intemperie (condiciones ambientales).

Tener la disposición del vernier para tomar medidas del diámetro y la altura de los especímenes a analizar.

Disponer de una plancha metálica en la parte superior e inferior del espécimen.

Poner el espécimen en la máquina de compresión y analizar.



Figura 14. Rotura de la probeta a tracción.

3.5.3.2.3. Resistencia a la flexión

De acuerdo al Masías (2018, p.18), sostiene que:

La resistencia de la flexión podría verse como una proporción indirecta de la elasticidad del concreto. Es una medición de resistencia a la deficiencia por momento de una losa o viga de concreto no reforzado. La resistencia de flexión es una variable decisiva en la naturaleza de concretos para asfaltos, debido a la entrada de vehículos y al contraste de temperatura en la losa.

En el diseño de asfaltos de concreto, la calidad de flexión se refleja como módulo de grieta (MR) en Mpa y se determina mediante las estrategias de prueba NTP 339.078 (ASTM C78) aplicadas en los puntos tercios o NTP 339.079 (ASTM C293) aplicadas en el punto medio.

El módulo de ruptura varía del 10% al 20% de la resistencia de compresión, dependiendo del tipo, las mediciones y el volumen del material grueso utilizado.



Figura 15. Rotura de la probeta a flexión

3.6. Métodos de análisis de datos

Se aplicará la estadística descriptiva.

La interpretación de los resultados se presentará mediante tablas de análisis comparativo de las diferentes propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia con microsílíce y nanosílíce, haciendo énfasis en la resistencia a la compresión.

3.7. Aspectos éticos

La presente investigación tiene como principio, el respeto hacia los autores, en cuanto a sus aportes y conocimientos, para lo cual se reafirma el compromiso y respeto por cada uno de sus conceptos y ello se verá reflejada en la presente investigación a través de cada párrafo redactado. Por lo tanto se tendrá en cuenta la validez y confiabilidad de los resultados, así como la revisión del trabajo de investigación mediante el programa Turnitin, para evaluar que no existiera ningún tipo de plagio y que el proyecto de investigación fuera de autoría propia.

IV.RESULTADOS

4.1. Resultados de los ensayos en su etapa regida

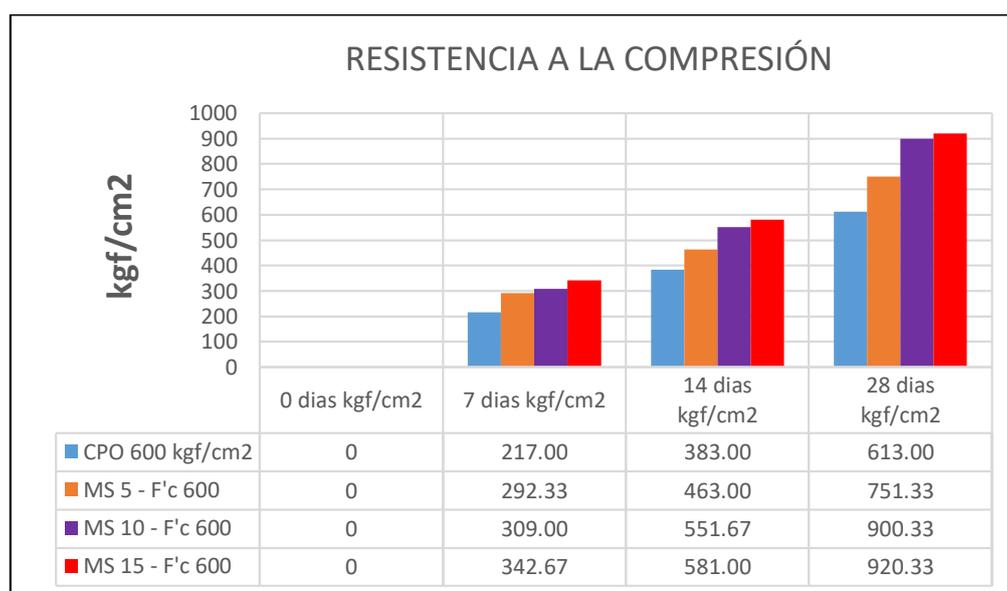
Para los resultados se presentan tablas y gráficos en promedios de la resistencia a compresión, tracción por compresión diametral y los resultados de resistencia del hormigón por flexión obtenidos en 7,14 y 28 días de edad. Asimismo se muestran los resultados de valorización de costos del concreto por cada aditivo utilizado por m3 y sus respectivos análisis comparativos.

Resistencia a la compresión

Tabla 17. Resultado de los ensayos con aditivo microsílíce

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EN SU ETAPA RIGIDAD							
Resistencia de estudio	F'c = 600 kgf/cm2						
CÓDIGO	o días	7 días		14 días		28 días	
	kgf/cm ²	kgf/cm ²	% Alcanzado	kgf/cm ²	% Alcanzado	kgf/cm ²	% Alcanzado
CPO 600 kgf/cm2	0	217.00	36.17%	383.00	63.83%	613.00	102.17%
MS 5 - F'c 600	0	292.33	48.72%	463.00	77.17%	751.33	125.22%
MS 10 - F'c 600	0	309.00	51.50%	551.67	91.94%	900.33	150.06%
MS 15 - F'c 600	0	342.67	57.11%	581.00	96.83%	920.33	153.39%

Fuente: Elaboración propia

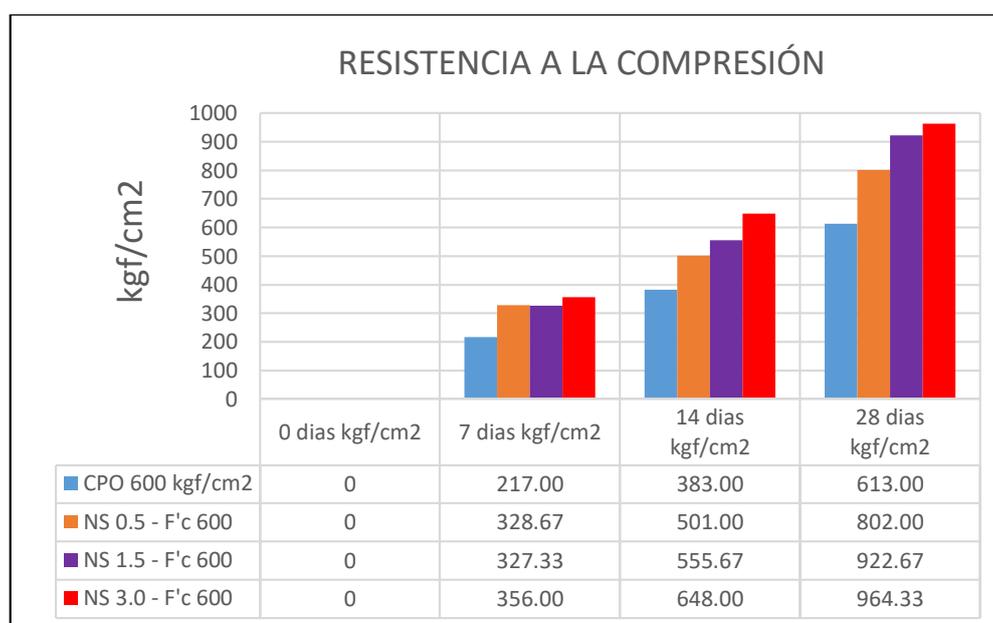


Gráfica 3. Resistencia a la compresión con microsílíce vs. Tiempo de curado.

Tabla 18. Resultado de los ensayos con aditivo nanosílice

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EN SU ETAPA RIGIDAD							
Resistencia de estudio	F'c = 600 kgf/cm2						
CÓDIGO	o días	7 días		14 días		28 días	
	kgf/cm2	kgf/cm2	% Alcanzado	kgf/cm2	% Alcanzado	kgf/cm2	% Alcanzado
CPO 600 kgf/cm2	0	217.00	36.17%	383.00	63.83%	613.00	102.17%
NS 0.5 - F'c 600	0	328.67	54.78%	501.00	83.50%	802.00	133.67%
NS 1.5 - F'c 600	0	327.33	54.56%	555.67	92.61%	922.67	153.78%
NS 3.0 - F'c 600	0	356.00	59.33%	648.00	108.00%	964.33	160.72%

Fuente: Elaboration propia



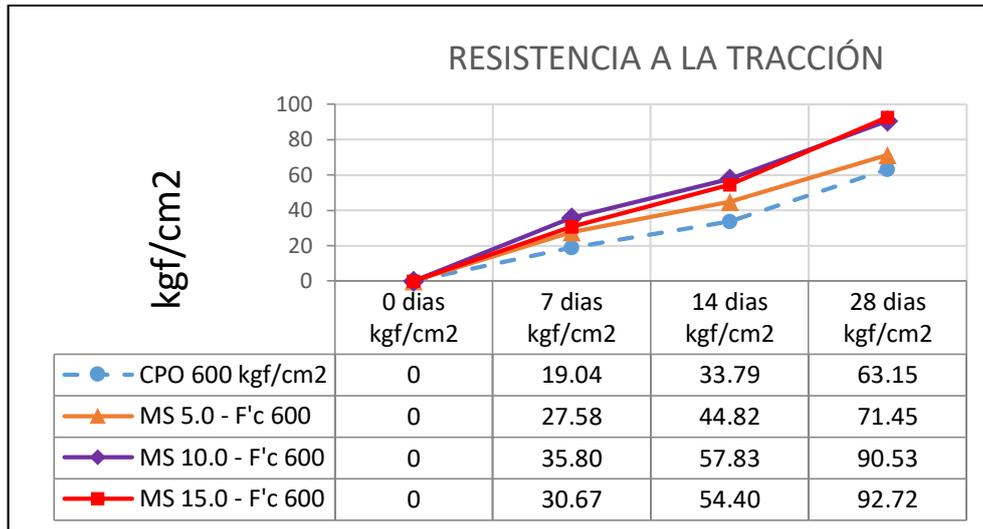
Grafica 4. Resistencia a la compresión con nanosílice vs. Tiempo de curado.

Resistencia a la tracción

Tabla 19. Resultado de los ensayos con aditivo microsílice

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EN SU ETAPA RIGIDAD							
Resistencia de estudio	F'c = 600 kgf/cm2						
CÓDIGO	o días	7 días		14 días		28 días	
	kgf/cm2	kgf/cm2	% Alcanzado	kgf/cm2	% Alcanzado	kgf/cm2	% Alcanzado
CPO 600 kgf/cm2	0	19.04	3.17%	33.79	5.63%	63.15	10.53%
MS 5.0 - F'c 600	0	27.58	4.60%	44.82	7.47%	71.45	11.91%
MS 10.0 - F'c 600	0	35.80	5.97%	57.83	9.64%	90.53	15.09%
MS 15.0 - F'c 600	0	30.67	5.11%	54.40	9.07%	92.72	15.45%

Fuente: Elaboración propia

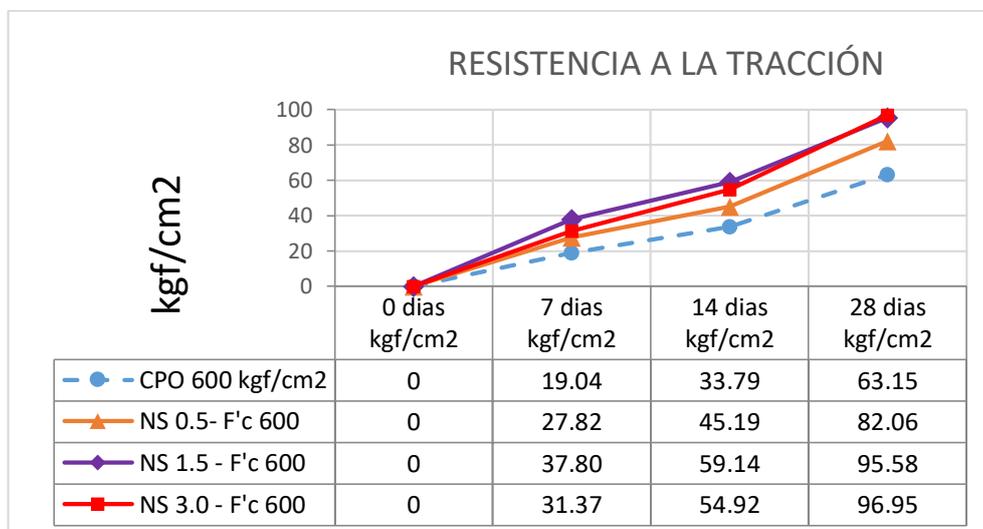


Grafica 5. Resistencia a la tracción con microsílíce vs. Tiempo de curado.

Tabla 20. Resultado de los ensayos con aditivo nanosílíce

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EN SU ETAPA RIGIDAD							
Resistencia de estudio	F'c = 600 kgf/cm2						
CÓDIGO	o días	7 días		14 días		28 días	
	kgf/cm2	kgf/cm2	% Alcanzado	kgf/cm2	% Alcanzado	kgf/cm2	% Alcanzado
CPO 600 kgf/cm2	0	19.04	3.17%	33.79	5.63%	63.15	10.53%
NS 0.5- F'c 600	0	27.82	4.64%	45.19	7.53%	82.06	13.68%
NS 1.5 - F'c 600	0	37.80	6.30%	59.14	9.86%	95.58	15.93%
NS 3.0 - F'c 600	0	31.37	5.23%	54.92	9.15%	96.95	16.16%

Fuente: Elaboración propia



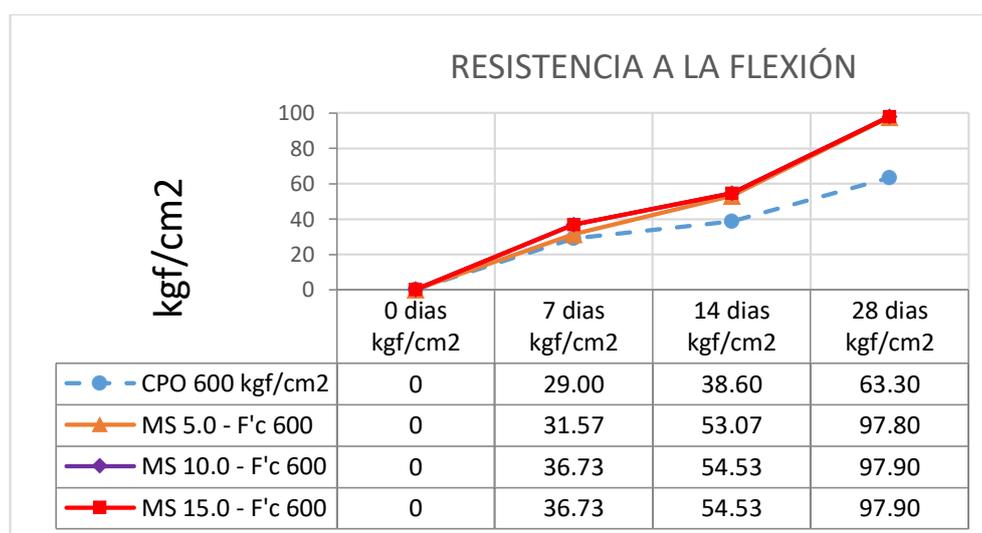
Grafica 6. Resistencia a la tracción con nanosílíce vs. Tiempo de curado.

Resistencia la flexión

Tabla 21. Resultado de los ensayos con aditivo microsílíce

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EN SU ETAPA RIGIDAD							
Resistencia de estudio	F'c = 600 kgf/cm ²						
CÓDIGO	o días	7 días		14 días		28 días	
	kgf/cm ²	kgf/cm ²	% Alcanzado	kgf/cm ²	% Alcanzado	kgf/cm ²	% Alcanzado
CPO 600 kgf/cm ²	0	29.00	4.83%	38.60	6.43%	63.30	10.55%
MS 5.0 - F'c 600	0	31.57	5.26%	53.07	8.84%	97.80	16.30%
MS 10.0 - F'c 600	0	36.73	6.12%	54.53	9.09%	97.90	16.32%
MS 15.0 - F'c 600	0	36.73	6.12%	54.53	9.09%	97.90	16.32%

Fuente: Elaboración propia

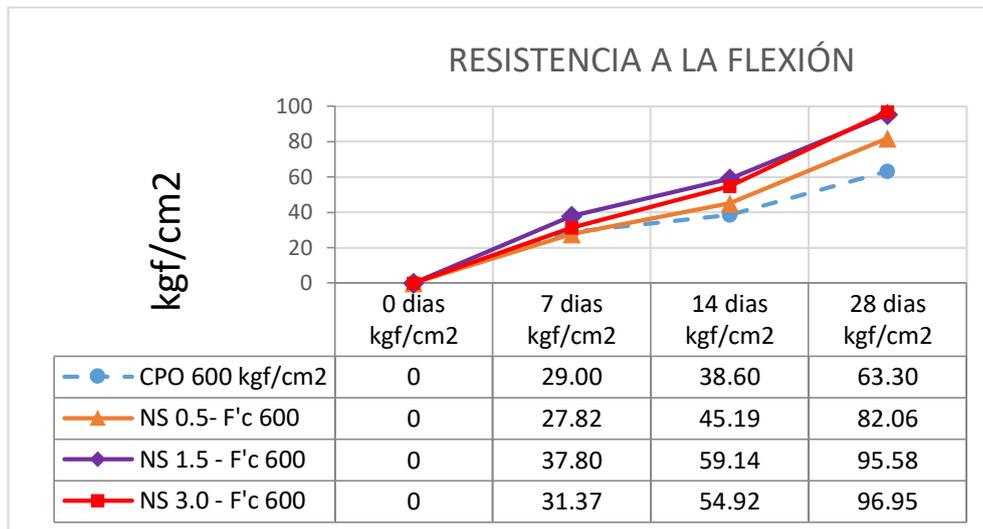


Grafica 7. Resistencia a la flexión con microsílíce vs. Tiempo de curado.

Tabla 22. Resultado de los ensayos con aditivo nanosílíce

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EN SU ETAPA RIGIDAD							
Resistencia de estudio	F'c = 600 kgf/cm ²						
CÓDIGO	o días	7 días		14 días		28 días	
	kgf/cm ²	kgf/cm ²	% Alcanzado	kgf/cm ²	% Alcanzado	kgf/cm ²	% Alcanzado
CPO 600 kgf/cm ²	0	29.00	4.83%	38.6	6.43%	63.3	10.55%
NS 0.5- F'c 600	0	27.82	4.64%	45.19	7.53%	82.06	13.68%
NS 1.5 - F'c 600	0	37.80	6.30%	59.14	9.86%	95.58	15.93%
NS 3.0 - F'c 600	0	31.37	5.23%	54.92	9.15%	96.95	16.16%

Fuente: Elaboración propia



Grafica 8. Resistencia a la flexión con nanosílice vs. Tiempo de curado

4.2. Comparación de gastos en concreto de 600 kgf/cm²

Tabla 23. Valorización del concreto base

Descripción	Unid.	Cantidad	P. U (S/)	Parcial
Cemento	bls	13.50	24.00	324.00
Agregado fino	m3	0.38	453.95	172.50
Agregado grueso 3/4"	m3	0.38	453.95	172.50
Agua	m3	0.20	4.95	0.99
Total				669.99

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Valorización del concreto con microsíllice 5.0% y superplastificante 1%

Descripción	Unid.	Cantidad	P. U (S/)	Parcial
Cemento	Bls.	12.69	24.00	304.56
Agregado fino	m3	0.35	453.95	158.88
Agregado grueso 3/4"	m3	0.28	453.95	127.11
Agua	m3	0.23	4.95	1.14
Superplastificante 1%	Cil.	0.03	5080.00	152.40
Microsíllice 5%	Bls.	1.70	95.00	161.50
Total				905.59

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Valorización del concreto con microsílíce 10.0% y superplastificante 1%

Descripción	Unid.	Cantidad	P. U (S/)	Parcial
Cemento	Bls.	12.02	24.00	288.48
Agregado fino	m3	0.35	453.95	158.88
Agregado grueso 3/4"	m3	0.28	453.95	127.11
Agua	m3	0.23	4.95	1.14
Superplastificante 1%	Cil.	0.03	5080.00	152.40
Microsílíce 10%	Bls.	3.40	95.00	323.00
Total				1051.01

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26. Valorización del concreto con microsílíce 15.0% y superplastificante 1%

Descripción	Unid.	Cantidad	P. U (S/)	Parcial
Cemento	Bls.	11.34	24.00	272.16
Agregado fino	m3	0.35	453.95	158.88
Agregado grueso 3/4"	m3	0.28	453.95	127.11
Agua	m3	0.23	4.95	1.14
Superplastificante 1%	Cil.	0.03	5080.00	152.40
Microsílíce 15%	Bls.	5.10	95.00	484.50
Total				1196.19

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Valorización del concreto con nanosílíce 0.5% y superplastificante 1%

Descripción	Unid.	Cantidad	P. U (S/)	Parcial
Cemento	Bls.	13.30	24.00	319.20
Agregado fino	m3	0.39	453.95	177.04
Agregado grueso 3/4"	m3	0.31	453.95	140.72
Agua	m3	0.20	4.95	0.99
Superplastificante 1%	Cil.	0.03	5080.00	152.40
Nanosílíce 0.5%	kg	2.89	12.50	36.13
Total				826.48

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Valorización del concreto con nanosílice 1.5% y superplastificante 1%

Descripción	Unid.	Cantidad	P. U (S/)	Parcial
Cemento	Bls.	13.16	24.00	315.84
Agregado fino	m3	0.39	453.95	177.04
Agregado grueso 3/4"	m3	0.31	453.95	140.72
Agua	m3	0.20	4.95	0.99
Superplastificante 1%	Cil.	0.03	5080.00	152.40
Nanosílice 1.5%	kg	8.68	12.50	108.50
Total				895.50

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. Valorización del concreto con nanosílice 3.0% y superplastificante 1%

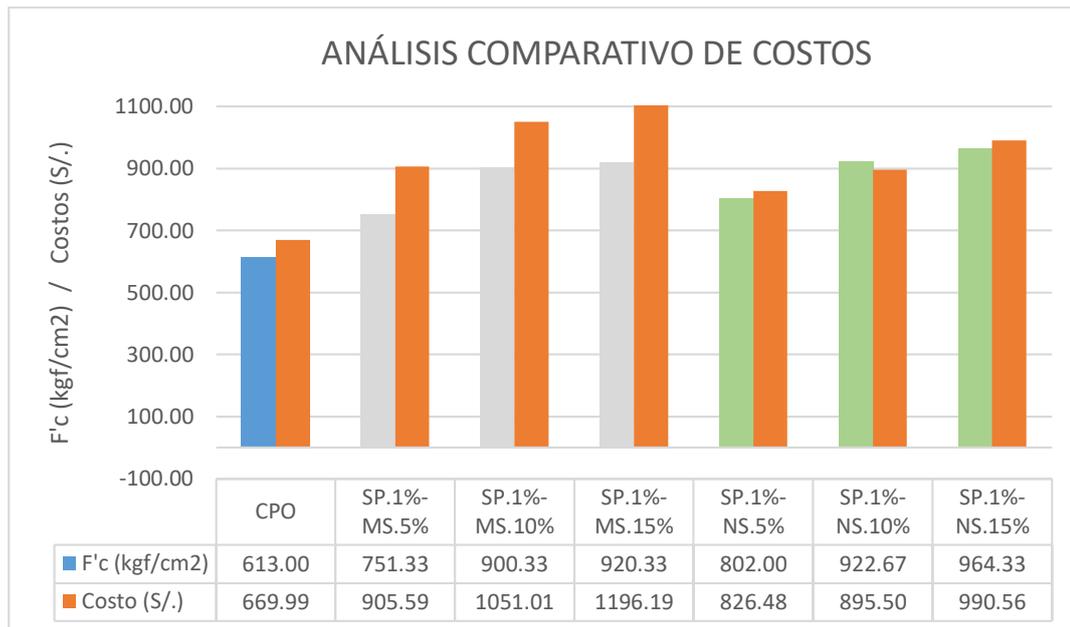
Descripción	Unid.	Cantidad	P. U (S/)	Parcial
Cemento	Bls.	12.60	24.00	302.40
Agregado fino	m3	0.39	453.95	177.04
Agregado grueso 3/4"	m3	0.31	453.95	140.72
Agua	m3	0.20	4.95	0.99
Superplastificante 1%	Cil.	0.03	5080.00	152.40
Nanosílice 3.0%	kg	17.36	12.50	217.00
Total				990.56

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. Comparación de costos con microsílice y nanosílice

Grupo de control F'c = 600 kgf/cm2		
Código	Costo (S/.)	F'c (kgf/cm2)
CPO	669.99	613.00
SP.1%-MS.5%	905.59	751.33
SP.1%-MS.10%	1051.01	900.33
SP.1%-MS.15%	1196.19	920.33
SP.1%-NS.0.5%	826.48	802.00
SP.1%-NS.1.5%	895.50	922.67
SP.1%-NS.3.0%	990.56	964.33

Fuente: Elaboración propia



Grafica 9. Análisis comparativo de costos

4.3. Contrastación de hipótesis

4.3.1. Hipótesis general

La adición de microsílíce y nanosílíce mejorara las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia, Lima – 2019.

Hipótesis Nula (Ho)= La adición de microsílíce y nanosílíce no mejoran las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia, Lima – 2019.

Hipótesis Alternativa (Ha)= La adición de microsílíce y nanosílíce mejoran las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia, Lima – 2019.

Con respecto al mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto agregando microsílíce y nanosílíce, se rechaza la hipótesis nula y se confirma la hipótesis alternativa. Estos aditivos al combinarse con el concreto, le da más resistencia, **En conclusión**, una opción para mejorar la resistencia del concreto con un aditivo que no sea caro pero que terminé siendo eficaz es con la microsílíce y nanosílíce.

4.3.2. Hipótesis específicas

- ❖ La incorporación de microsílíce al 5% -10%-15% y nanosílíce al 0.5%-1.5%-3% aumenta la resistencia a la compresión para un concreto de 600 Kg/cm².

Hipótesis Nula (H₀)= La incorporación de microsílíce al 5% -10%-15% y nanosílíce al 0.5%-1.5%-3% no aumenta la resistencia a la compresión para un concreto de 600 Kg/cm²

Hipótesis Alternativa (H_a)= La incorporación de micro sílice al 5% -10%-15% y nano sílice al 0.5%-1.5%-3% aumenta la resistencia a la compresión para un concreto de 600 Kg/cm²

Con respecto al mejoramiento de la resistencia a la compresión para un concreto de 600 kg/cm², usando las dosificaciones mencionadas, se rechaza la hipótesis nula y se confirma la hipótesis alternativa. Al aumentarle los porcentajes ya dichos de los aditivos de microsílíce y nanosílíce, la compresión del concreto aumenta de manera gradual hasta llegar a una dosificación óptima. **En conclusión**, el agregar estos aditivos mejora considerablemente las propiedades del concreto, pero al sobrepasar la dosificación óptima el beneficio es mínimo.

- ❖ La incorporación de microsílíce al 5% -10%-15% y nanosílíce al 0.5%-1.5%-3% aumenta la resistencia a la tracción para un concreto de 600 Kg/cm².

Hipótesis Nula (H₀)= La incorporación de microsílíce al 5% -10%-15% y nanosílíce al 0.5%-1.5%-3% no aumenta la resistencia a la tracción para un concreto de 600 Kg/cm².

Hipótesis Alternativa (H_a)= La incorporación de microsílíce al 5% -10%-15% y nanosílíce al 0.5%-1.5%-3% aumenta la resistencia a la tracción para un concreto de 600 Kg/cm².

Con respecto al mejoramiento de la resistencia a la tracción para un

concreto de 600 kg/cm², usando las dosificaciones mencionadas, se rechaza la hipótesis nula y se confirma la hipótesis alternativa. Al aumentarle los porcentajes de los aditivos de microsilíce y nanosilíce, la tracción del concreto aumenta de manera gradual según los porcentajes agregados. **En conclusión**, al igual que en la compresión, los aditivos mejoran las propiedades del concreto siempre y cuando no se sobrepase la dosificación óptima.

- ❖ La incorporación de microsilíce al 5% -10%-15% y nanosilíce al 0.5%-1.5%-3% aumenta la resistencia a la flexión para un concreto de 600 Kg/cm².

Hipótesis Nula (H₀)= La incorporación de microsilíce al 5% -10%-15% y nanosilíce al 0.5%-1.5%-3% aumenta la resistencia a la flexión para un concreto de 600 Kg/cm².

Hipótesis Alternativa (H_a)= La incorporación de microsilíce al 5% -10%-15% y nanosilíce al 0.5%-1.5%-3% aumenta la resistencia a la flexión para un concreto de 600 Kg/cm².

Con respecto al mejoramiento de la resistencia a la flexión para un concreto de 600 kg/cm², usando las dosificaciones mencionadas, se rechaza la hipótesis nula y se confirma la hipótesis alternativa. Al aumentarle los porcentajes mencionados de los aditivos de micro sílice y nano sílice, la flexión del concreto aumenta de manera gradual según los porcentajes agregados. **En conclusión**, al igual que en la compresión y la tracción, al agregar porcentajes ascendentes de estos aditivos, podemos obtener resultados cada vez mejores en cuanto a la flexión del concreto.

V.DISCUSIÓN

Discusión 1

Según Heras, D. (2015), en su investigación "*Morteros de cemento con nano-adiciones de hierro y sílice*", llegó a la conclusión que, las causas de las bajas resistencias con respecto al concreto convencional son la elevada porosidad presente así como su tipo de capilares las cuales afectan enormemente las resistencias; en la cual la incorporación de nano partículas en el mortero mejoran significativamente su comportamiento en su condición fresco, complicando el proceso de amasado es decir la mezcla es muy densa, debido eso es que fue necesario incrementar la relación de agua y cemento o caso contrario incorporar aditivos llamados superplastificantes.

Los resultados del trabajo de investigación son similares con respecto al antecedente mencionado. Ya que la incorporación de los aditivos compuestos de sílice mejoran significativamente las resistencia del concreto gracias a su reacción puzolanica la que hacer llenar los vacíos existentes. Pero a su vez complica levemente la preparación de la mezcla debido a su compacidad la que hace necesario la incorporación de superplastificantes.

Discusión 2

Según Morejón, L. (2015), en su investigación "*Morteros de cemento con adiciones de humo de sílice y nanosílice*", llegó a la conclusión que, en cuanto a la resistencia se ha observado que las adiciones aportan mejoras notables, en el menor de los casos, de hasta un 5% de ganancias de resistencia a la compresión a los 28 días. Los resultados del trabajo de investigación, se contrastan con respecto al antecedente mencionado. Ya que la influencia de mejora en las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia con la incorporación de microsílice y nanosílice son más del 5%; obteniendo así un 25% de resistencia en el menor de los casos y en su mayor capacidad de hasta un 50%.

Discusión 3

Según Nishchal, A y Salhotra, S. (2016) artículo "*Effects of silica fume (micro silica or nano silica) on mechanical properties of concrete*", llego a la conclusión que, la adición de SF en cantidades mínimas puede causar la mejora de las propiedades mecánicas del hormigón. Pero la adición de SF en exceso puede causar la degradación de la Resistencia del hormigón de los cuales el porcentaje óptimo de la microsílíce el de 10% en relaciona la cemento.

Los resultados del trabajo de investigación, son similares con respecto al autor mencionado. Ya que la influencia de mejora en las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia con la incorporación de microsílíce y nanosílíce son positivas, no obstante se debe tener en cuenta que el en el caso de la microsílíce el porcentaje optimo es de 10% de la nanosílíce es de 1.5%. Puesto al seguir aumento la dosificación el concreto empieza a perder sus capacidades mecánicas.

Discusión 4

Según Galeote, E. (2012), en su investigación "*Influencia de la nanosílíce sobre las características de un micro hormigón de ultra alta resistencia*", llego a la conclusión que, en el estado del arte han quedado patentes las diferencias que este aditivo presenta respecto a la microsílíce. En general, la nanosílíce presenta mejores capacidades mecánicas que las derivadas del empleo de microsílíce, cuyo efecto puzolánico es menor.

Los resultados del trabajo de investigación, son similares con respecto al autor mencionado. Ya que la influencia de mejora en las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia con la incorporación de microsílíce y nanosílíce es positivas, no obstante el aditivo que da mejores capacidades mecánicas al concreto el nanosílíce. Puesto que este aditivo se encuentra en estado líquido la cual le permite tener una mayor reacción puzolanica; rellenando así los vacíos que ese encuentran en la mezcla.

VI.CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos específicos se llegaron a las siguientes conclusiones:

1. El rendimiento de resistencia a compresión alcanzados a 28 días de edad, lograron valores en un rango de 100.00% a 160.72% del grupo de control para las diferentes tasas de dosificación de los aditivos establecidas en el trabajo. Obteniendo así los más destacables de 920.33 kgf/cm² con microsílíce y 964.73 kgf/cm² con nanosílíce en una tasa de 15% y 3% de aditivo respectivamente. No obstante la dosificación más favorable es 10% (900.33 kgf/cm²) de microsílíce y 1.5% (922.67 kgf/cm²) de nanosílíce; porque en la dosificación N° 3 el aumento de resistencia es mínima.
2. El rendimiento de resistencia a tracción logrados a 28 días de edad, lograron valores en un rango de 11.00% a 16.16% del grupo de control para las diferentes tasas de dosificación de los aditivos establecidas en el trabajo. Obteniendo así los más destacables de 92.92 kgf/cm² con microsílíce y 96.95 kgf/cm² con nanosílíce en una tasa de 15% y 3% de aditivo respectivamente.
3. El rendimiento de resistencia a flexión alcanzados a 28 días de edad, alcanzaron valores en un rango de 16.00% a 16.16% del grupo de control para las diferentes tasas de dosificación de los aditivos establecidas en el trabajo. Obteniendo así los más destacables de 97.90 kgf/cm² con microsílíce y 96.95 kgf/cm² con nanosílíce en una tasa de 15% y 3% de aditivo respectivamente.

De acuerdo al objetivo general:

4. Finalmente se encontró que la dosificación óptima de los aditivos (microsílíce y nanosílíce) se encuentra en 10% (900.33 kgf/cm²) y 1.5% (922.67 kgf/cm²) respectivamente, proporcionando así una resistencia máxima; en la cual comparativamente es más beneficioso es el aditivo nanosílíce. Asimismo se corroboró que al sobrepasar dosificación óptima de los aditivos, el aumento de la resistencia en el concreto es mínima; la cual ya nos es beneficioso con respecto a los costos.

VII.RECOMENDACIONES

Después de haber estudiado y analizado el trabajo de investigación se llega a las siguientes proposiciones.

1. Se sugiere la utilización de nanosílice en la elaboración de concretos de alta resistencia, debido a que se alcanzaron mejores rendimientos en comparación con la microsílice en estado endurecido; en la cual las mejoras considerables son de 53% del concreto base y 10% en contraste al microsílice en su dosificación óptima.
2. Se aconseja un manejo minucioso de registro en relación a la cantidad de nanosílice a emplearse en los diseños de mezclas del concreto de alta resistencia, puesto que la dosificación optima encontrada se está en 1.5% en relación al cemento; debido que el sobrepasar esta dosificación, las ganancias de resistencia son mínimas y no es beneficioso con respecto al costo.
3. La realización del trabajo de investigación con diferentes métodos de diseño de concreto, como por ejemplo método de Walker, método de Fuller y módulo de fineza para concreto convencionales; puesto que estos métodos tienen diferentes procedimientos.

REFERENCIAS

ACI 211.4R-08 (2008): "Guide for Selecting Proportions for High-Strength Concrete Using Portland Cement and Other Cementitious Materials". Reported by ACI Committee 211, American Concrete Institute.

ACI 363R-92 (2007): "State-of-the-Art Report on High-Strength Concrete," Reported by ACI Committee 363, Manual of Concrete Practice, American Concrete Institute.

BAENA, Guillermina. Metodología de la investigación 3.ª ed. México: Grupo Editorial Patria, S.A, 2017.4pp.

ISBN: 9786077447481

BERNAL, Cesar. Metodología de la investigación 3.ª ed. Colombia: Pearson Educación, 2010.161pp.

ISBN: 9789586991285

CASTILLO, Carlos. Modificación de las propiedades de matrices cementantes mediante la adición de nanopartículas de sílice. Tesis (Doctor en ingeniería de los materiales). México: Universidad Autónoma de nuevo León, 2015.

Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/id/eprint/9270>

CARRASCO, Sergio. Metodología de la investigación científica. (2.ª ed). Lima: Editorial San Marcos, 2015. 70pp.

ISBN: 9789972383441

CABEZAS, Edison; ANDRADE, Diego y TORRES, Johana. Introducción a la Metodología de la investigación Científica 1.ª ed. Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2018. 66 pp.

ISBN: 9789942765444

DUQUE, Gonzalo, ESCOBAR, Carlos E. Geomecánica. Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2016.

Disponible

en:

<http://bdigital.unal.edu.co/53252/17/estructuradelsueloygranulometria.pdf>

FERNADEZ, Manuel. Hormigón 8. ^{va} ed. España: Colegio de ingenieros de caminos, canales y puertos, 2007. 651 pp.

ISBN: 978-380-0364-0

GALEOTE, Eduardo. Influencia de la nanosílice sobre las características de un microhormigón de ultra alta resistencia. Tesis (Licenciado en ingeniería civil). España: Universidad Politécnica de Catalunya, 2012.

Disponible en: <http://hdl.handle.net/2099.1/16558>

GARAY, Lisandra y QUISPE, Carol. Estudio del concreto elaborado en los vaciados de techos de vivienda en lima y evaluación de alternativa de mejora mediante el empleo de aditivo superplastificante. Tesis Tesis (Título profesional de ingeniería civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2016.

Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/7625>

GIRALDO, Luis y ALEJANDRO, Yamid. Diseño de mezcla y caracterización físico-mecánico de un concreto de alta resistencia fabricado con cemento. Tesis (Título profesional de ingeniería civil). Colombia: Pontifica Universidad Javeriana, 2015.

Disponible en: <http://hdl.handle.net/11522/8291>

GOMEZ, Sergio. Metodología de la investigación 1. ^{ra} ed. México. Red Tercer Milenio S.C, 2012. 34pp.

ISBN: 9786077331490

HERNANDEZ, Roberto, FERNADEZ, Carlos y BAPTISTA, Maria. Metodología de la investigación 6. ^{ta} ed. México: McGraw-Hill, 2014. 4 pp.

ISBN: 9786071502919

HERAS, Daniel. Morteros de cemento con nano-adiciones de hierro y sílice. Tesis (Maestría en ingeniería civil). España: Universidad Politécnica de Madrid, 2015.

Disponible en: http://oa.upm.es/37232/1/Tesis_master_Daniel_Heras_Murcia.pdf

KOPRIMO (2015). Beneficios del uso de la microsilica en el cemento [en línea] recuperado el 04 de Noviembre de 2019, de <https://www.quiminet.com/articulos/beneficios-del-uso-de-microsilica-en-cemento-4112651.htm>. Quiminet. México.

MASÍAS, Kimberly. Resistencia a la flexión y tracción en el concreto usando ladrillo triturado como agregado grueso. Tesis (Maestría en ingeniería civil). Piura: Universidad de Piura, 2018.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/11042/3484>

MOREJON, Lourdes. Morteros de cemento con adiciones de humo de sílice y nanosílice. Tesis (Maestría en ingeniería civil). España: Universidad Politécnica de Madrid, 2015.

Disponible en: http://oa.upm.es/38407/1/Tesis_master_Lurdes_Morejon_Salup.pdf

MOLINA, Fredy y CHARA, Helmut. Influencia de la adición de nanosílice en las propiedades de un concreto de alta resistencia para la ciudad de Arequipa. Tesis (Título profesional de ingeniería civil). Perú: Universidad nacional de San Agustín, 2017.

Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2383>

MENDOZA, Jimena. Influencia del porcentaje, tipo y dosificación de microsilice en la resistencia a la compresión y capilaridad en morteros elaborados con cemento tipo v, Trujillo 2017. Tesis (Título profesional de ingeniería civil). Perú: Universidad privada del norte, 2018.

Disponible en: <http://hdl.handle.net/11537/13859>

NRMCA (2011). CIP16-resistencia a flexión del concreto. Silver spring. MD

Disponible en: https://www.nrmca.org/aboutconcrete/cips/CIP_16_ES.pdf

NTP 400.010: extracción y preparación de las muestras.

NTP 400.011: definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones.

NTP 400.012: análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

NTP 400.017: método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados.

NTP 400.018: método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μm (No. 200) por lavado en agregados.

PARIDA, Satyajit. Effect of nano silica on the compressive strength of concrete. Tesis (Licenciado en tecnología en ingeniería civil). Rourkela: National Institute of Technology, 2015.

Disponible en: <http://ethesis.nitrkl.ac.in/7245/>

PEREZ, Manuel. Caracterización de morteros con adición de combinaciones de microsílíce y nanosílíce. Tesis (Título profesional de ingeniería civil). Chile: Universidad Austral de Chile, 2008.

Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/bmf cip438c/doc/bmf cip438c.pdf>

PINO, Raúl. (2007). Metodología de la Investigación. Lima. San Marcos EIRL

RIVVA, Enrique. Concretos de alta resistencia 1.^a ed. Fondo editorial ICG. Perú, 2002. 4 pp.

REYES, Celso y ECHEVARRIA, Tatihana. Influencia del aditivo Sika visconcrete-3330 en el ensayo de resistencia a la compresión y en las propiedades de un concreto autocompactante para elementos verticales, Trujillo 2019. Tesis (Título profesional de ingeniería civil). Perú: Universidad privada del norte, 2019.

Disponible en: <http://hdl.handle.net/11537/22072>

ROLDAN, Lidmer y VARGAS, Joel. Diseño de mezcla para un concreto de alta resistencia adicionando Sika viscoconcrete sc-50 y GAIA. Tesis (Título profesional de ingeniería civil). Perú: Universidad privada Antenor Orrego, 2018.

Disponible en: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/4182>

SANCHEZ, Hugo; REYES, Carlos y MEJIA, Katia. Manual de términos en investigación científica, terminología y humanística. . 1°. Ed. Lima: Bussiness Support Aneth S.R.L, 2018. 120 pp.

ISBN: 978-612-47351-4-1

SALKIND, Neil. Métodos de investigación. 3°. Ed. México: University of Kansas, 1999. 400 pp.

ISBN: 970-17-0234-4

TUFINO, Diana. Variación de resistencias vs. Edades y relación a/c con cemento pórtland tipo I (sol). Tesis (Título profesional de ingeniería civil). Perú: Universidad Ricardo Palma, 2009.

Disponible en: <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/urp/129>

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación científica. 2°. Ed. Lima: Universidad Nacional de San Marcos, 2013. 1-195 pp.

ISBN: 978-612-302-878-7

VILLANUEVA, Ray. Análisis Comparativo de las Propiedades Mecánicas de un Concreto $F_c = 280 \text{ Kg/Cm}^2$ Elaborado con Agregados Grueso Piedra Chancada y Canto Rodado – Chimbote 2018. Tesis (Título profesional de ingeniería civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2018.

Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/23781>

ANEXOS

Anexo 01.

Matriz de Consistencia

“Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia con microsílíce y nanosílíce, Lima - 2019”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES / INDICADORES / INSTRUMENTOS		
GENERAL	GENERAL	GENERAL	V. INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
¿Cómo influye en las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia la incorporación de microsílíce y nanosílíce, Lima – 2019?	Evaluar y comparar cómo influye en las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia la incorporación de microsílíce y nanosílíce, Lima – 2019.	La adición de microsílíce y nanosílíce mejoran las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia, Lima – 2019.	Concreto de alta resistencia microsílíce y nanosílíce	Microsílíce	5% del cemento 10% del cemento 15% del cemento	Norma ACI.211.4_94 Ficha técnica del aditivo
				Nanosílíce	0.5% del cemento 1.5% del cemento 3.0% del cemento	Norma ACI.211.4_94 Ficha técnica del aditivo
ESPECIFICOS	ESPECIFICOS	ESPECIFICOS	V. DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
¿Cómo influye la incorporación de microsílíce al 5% -10%-15% y nanosílíce al 0.5%-1.5%-3% en la resistencia a la compresión para un concreto de 600 Kg/cm ² ?	Determinar cómo influye la incorporación de microsílíce al 5% -10%-15% y nanosílíce al 0.5%-1.5%-3% en la resistencia a la compresión para un concreto de 600 Kg/cm ² .	La incorporación de microsílíce al 5% -10%-15% y nanosílíce al 0.5%-1.5%-3% aumenta la resistencia a la compresión para un concreto de 600 Kg/cm ² .	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión	Ensayo de compresión a los 7,14 y 28 días	Norma ASTM C – 39 / NTP 339.034 Ficha de recolección de datos
¿Cómo influye la incorporación de microsílíce al 5% -10%-15% y nanosílíce al 0.5%-1.5%-3% en la resistencia a la tracción para un concreto de 600 kg/cm ² ?	Determinar cómo influye la incorporación de microsílíce al 5% -10%-15% y nanosílíce al 0.5%-1.5%-3% en la resistencia a la tracción para un concreto de 600 kg/cm ² .	La incorporación de microsílíce al 5% -10%-15% y nanosílíce al 0.5%-1.5%-3% aumenta la resistencia a la tracción para un concreto de 600 kg/cm ² .		Resistencia a la tracción	Ensayo de tracción a los 7,14 y 28 días	Norma ASTM C – 496 / NTP 339.084 Ficha de recolección de datos
¿Cómo influye la incorporación de microsílíce al 5% -10%-15% y nanosílíce al 0.5%-1.5%-3% en la resistencia a la flexión para un concreto de 600 kg/cm ² ?	Determinar cómo influye la incorporación de microsílíce al 5% -10%-15% y nanosílíce al 0.5%-1.5%-3% en la resistencia a la flexión para un concreto de 600 kg/cm ² .	La incorporación de microsílíce al 5% -10%-15% y nanosílíce al 0.5%-1.5%-3% aumenta la resistencia a la flexión para un concreto de 600 Kg/cm ² .		Resistencia a la flexión	Ensayo de flexión a los 7,14 y 28 días	Norma ASTM C – 78 / NTP 339.078 Ficha de recolección de datos

Matriz de operacionalización de variables

Variable De Estudio	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala De Medición
VARIABLE INDEPENDIENTE (X): Concreto de alta resistencia con microsilíce y nanosilíce	El Comité ACI (American Concrete Institute), define a la microsilíce como “una sílice no cristalina muy fina producida por hornos de arco eléctrico como un subproducto de la fabricación de silicio metálico o ferrosilicio”. Según Pérez (2008, p.28), “la nanosilíce es conocido también como una sílice en su condición líquida, que tiene la particularidad de poseer partículas de dimensiones manométricas, cuyos tamaños son mil veces más pequeña que la microsilíce”	Son aditivos que se utilizan para mejorar las capacidades del concreto tanto en durabilidad, resistencia a la compresión como resistencia a los sulfatos	Microsilíce	5.0 % del cemento 10.0 % del cemento 15.0 % del cemento	Razón
			Nanosilíce	0.5 % del cemento 1.5 % del cemento 3.0 % del cemento	
VARIABLE DEPENDIENTE (Y): Propiedades mecánicas	Rivva (2002, p.37), las propiedades mecánicas del concreto reflejan la relación entre la fuerza aplicada hacia el espécimen que se pretende estudiar y la respuesta del material ante algún esfuerzo (o sea, su deformación).	Es la capacidad de respuesta que tiene el concreto ante ensayos mecánicos para determinar sus propiedades.	Resistencia a la compresión	Ensayo de compresión a los 7,14 y 28 días	Razón
			Resistencia a la tracción	Ensayo de tracción a los 7,14 y 28 días	
			Resistencia a la flexión	Ensayo de flexión a los 7,14 y 28 días	

Instrumento de validación de datos



Ficha de recolección de datos N°1

Título : Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia con microsílíce y nanosílíce, Lima – 2019.

Autor : Palmer Flores Peña

Dimensión : Resistencia a la compresión

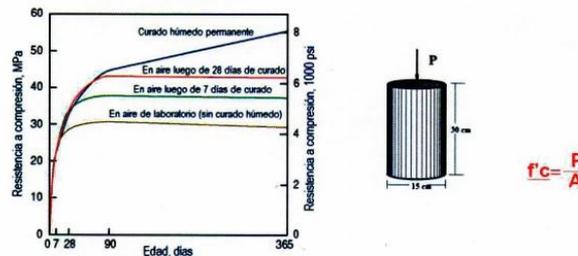


Figura 01: relación de la fuerza con la edad de prueba

Descripción	Tipo de muestra	Resistencia a compresión a 7 días	Resistencia a compresión a 14 días	Resistencia a compresión a 28 días
Microsílíce	Ma1, Ma2, Ma3 (5%)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
	Mb1, Mb2, Mb3 (10%)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
	Mc1, Mc2, Mc3 (15%)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
Nanosílíce	Md1, Md2, Md3 (0.5%)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
	Me1, Me2, Me3 (1.5%)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
	Mf1, Mf2, Mf3 (3.0%)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²

Rangos	Magnitud
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy Baja

Validez	Nombre y Apellidos	CIP	Calificación	Firma
Experto 1	Santos Ricarosa Pardo La Pichón	51630	0.80	
Experto 2	Carmen Beatriz Rodríguez Solís	50202	0.80	
Experto 3	Raúl Pinto Barrantes	51304	0.80	
Promedio			0.80	

RAÚL ANTONIO PINTO BARRANTES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 51304

CARMEN BEATRIZ
 RODRIGUEZ SOLIS
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 50202

Instrumento de validación de datos



Ficha de recolección de datos N°2

Título : Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia con microsílíce y nanosílíce, Lima – 2019.

Autor : Palmer Flores Peña

Dimensión : Resistencia a la tracción



Figura 03: método de la resistencia a la tracción indirecta

Descripción	Tipo de muestra	Resistencia a tracción a 07 días	Resistencia a tracción a 14 días	Resistencia a tracción a 28 días
Microsílíce	Ma1, Ma2, Ma3 (5%)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
	Mb1, Mb2, Mb3 (10%)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
	Mc1, Mc2, Mc3 (15%)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
Nanosílíce	Md1, Md2, Md3 (0.5%)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
	Me1, Me2, Me3 (1.5%)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
	Mf1, Mf2, Mf3 (3.0%)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²

Rangos	Magnitud
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy Baja

Validez	Nombre y Apellidos	CIP	Calificación	Firma
Experto 1	SANTOS RICARDO PADIUA PINCHEN	51630	0.70	
Experto 2	Carmen Beatriz Rodríguez Solís	50202	0.80	
Experto 3	RAÚL PINTO BARRANTES	51304	0.80	
Promedio			0.80	

RAÚL ANTONIO PINTO BARRANTES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 51304

CARMEN BEATRIZ
 RODRIGUEZ SOLIS
 INGENIERA CIVIL

Instrumento de validación de datos



Ficha de recolección de datos N°3

Título : Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia con microsilíce y nanosilíce, Lima – 2019.

Autor : Palmer Flores Peña

Dimensión : Resistencia a la flexión

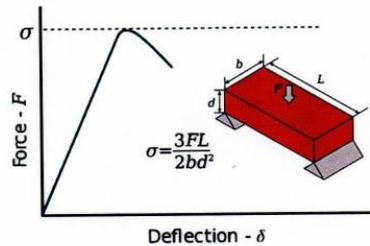


Figura 03: relación de la fuerza con la flexión

Descripción	Tipo de muestra	Resistencia a flexión a 07 días	Resistencia a flexión a 14 días	Resistencia a flexión a 28 días
Microsilíce	Ma1, Ma2, Ma3 (5%)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
	Mb1, Mb2, Mb3 (10%)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
	Mc1, Mc2, Mc3 (15%)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
Nanosilíce	Md1, Md2, Md3 (0.5%)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
	Me1, Me2, Me3 (1.5%)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
	Mf1, Mf2, Mf3 (3.0%)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²

Rangos	Magnitud
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy Baja

Validez	Nombre y Apellidos	CIP	Calificación	Firma
Experto 1	SANTOS RICARDO PADILLA PINCHEN	51630	0.80	
Experto 2	Carmen Beatriz Rodríguez Solís	50202	0.80	
Experto 3	RAUL PUNTO BARRANTES	51304	0.80	
Promedio			0.80	

RAÚL ANTONIO PUNTO BARRANTES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 51304

CARMEN BEATRIZ
 RODRIGUEZ SOLIS
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 50202

Ficha técnica del cemento

CEMENTO SOL



Ficha Técnica

CEMENTO SOL

Descripción:

- Es un Cemento Pórtland Tipo I, obtenido de la molienda conjunta de Clinker y yeso.

Beneficios:

- El acelerado desarrollo de resistencias iniciales permite un menor tiempo en el desencofrado.
- Excelente desarrollo de resistencias en Shotcrete.
- Excelente desarrollo en resistencias a la compresión.
- Buena trabajabilidad.

Usos:

- Construcciones en general y de gran envergadura cuando no se requieren características especiales o no especifique otro tipo de cemento.
- Fabricación de concretos de mediana y alta resistencia a la compresión.
- Preparación de concretos para cimientos, sobrecimientos, zapatas, vigas, columnas y techado.
- Producción de prefabricados de concreto.
- Fabricación de bloques, tubos para acueducto y alcantarillado, terrazos y adoquines.
- Fabricación de morteros para el desarrollo de ladrillos, tarrajeos, enchapes de mayólicas y otros materiales.
- Shotcrete y grout.

Características Técnicas:

- Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP-334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150.

Formato de Distribución:

- Bolsas de 42.5 Kg: 04 pliegos (03 de papel + 01 film plástico).
- Granel: A despacharse en camiones bombonas y Big Bags.



Recomendaciones

Dosificación:

- Se debe dosificar según la resistencia deseada.
- Respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- Realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.

Manipulación:

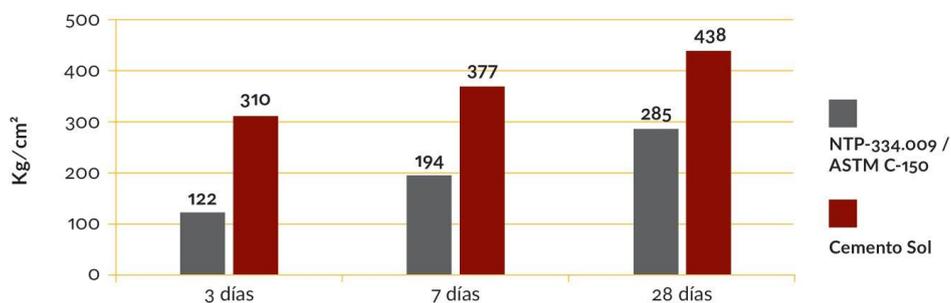
- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Se recomienda utilizar equipos de protección personal.
- Se debe evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y su inhalación.

Almacenamiento:

- Almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes y pisos. Protegerlas de las corrientes de aire húmedo.
- No apilar más de 10 bolsas para evitar su compactación.
- En caso de un almacenamiento prolongado, se recomienda cubrir los sacos con un cobertor de polietileno.

Requisitos mecánicos

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



Propiedades físicas y químicas

Parámetro	Unidad	Cemento Sol	Requisitos NTP-334.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	6.62	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.08	Máximo 0.80
Superficie específica	m ² /kg	336	Mínimo 260
Densidad	g/ml	3.12	No específica
Resistencia a la Compresión			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm ²	310	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm ²	377	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm ²	438	Mínimo 285*
Tiempo de Fraguado			
Fraguado Vicat inicial	min	127	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	305	Máximo 375
Composición Química			
MgO	%	2.93	Máximo 6.0
SO ₃	%	3.00	Máximo 3.5
Pérdida al fuego	%	1.92	Máximo 3.5
Residuo insoluble	%	0.7	Máximo 1.5
Fases Mineralógicas			
C ₂ S	%	11.9	No específica
C ₃ S	%	54.2	No específica
C ₃ A	%	10.1	No específica
C ₄ AF	%	9.7	No específica

*Requisito opcional

Ficha técnica del aditivo microsílíce



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

Sika® Fume

ADICIÓN MINERAL - MICROSÍLICE

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

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

USOS

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

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

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

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

- Alta estabilidad del hormigón verde.
- Mayor durabilidad.
- Excelente resistencia a la congelación y la sal de deshielo si se usa un agente de arrastre de aire al mismo tiempo.
- Mayores fortalezas finales.
- Mayor resistencia a la abrasión.
- Mayor estanqueidad al agua.
- Mayor estanqueidad al gas.
- Penetración reducida del cloruro.

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

CERTIFICADOS / NORMAS

SikaFume® confirma a EN 13263-1: 2005 tabla 4.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Base Química	Una mezcla de ingredientes reactivos latentes.
Empaques	Bolsa de 25 kg Bolsa de 20 kg
Apariencia / Color	polvo gris
Vida Útil	36 meses de vida útil a partir de la fecha de producción si se almacena correctamente en el empaque original sellado, sin daños y sin abrir.
Condiciones de Almacenamiento	Almacenamiento en un ambiente seco, no sensible a las heladas.
Densidad	~0.65 kg/l
Contenido Total de Iones de Cloruro	< 0.3 M-%

Hoja De Datos Del Producto
SikaFume®
Mayo 2019, Versión 01.01
021403031000000019

INFORMACIÓN TÉCNICA

Guía de Vaciado de Concreto	Se deben seguir las reglas estándar de buenas prácticas de hormigonado, relativas a la producción y la colocación. Las pruebas de laboratorio deben llevarse a cabo antes del hormigonado en el sitio, especialmente cuando se usa un nuevo diseño de mezcla o se producen nuevos componentes de concreto. El concreto fresco se debe curar adecuadamente y el curado debe aplicarse lo antes posible.
Diseño de la Mezcla de Concreto	Cuando se usa SikaFume®, se debe tener en cuenta un diseño de mezcla adecuado y se deben probar las fuentes de material locales.
Tiempo de Mezclado del Concreto	SikaFume® se agrega con el cemento y los agregados en la planta de procesamiento por lotes antes del medidor de agua. Tiempo óptimo de mezclado en húmedo: 60 segundos.

INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

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

NOTAS

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

RESTRICCIONES LOCALES

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

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

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

NOTAS LEGALES

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



Hoja de Seguridad

según Directiva 91/155/EEC y Norma ISO 11014-1
(ver Instrucciones en Anexo de 33/112/EC)

1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y DE LA EMPRESA

Identificación del producto

Nombre comercial:

Sika® Fume

Información del Fabricante / Distribuidor

Fabricante / Distribuidor	Sika Perú S.A.
Dirección	Centro Industrial "Las Praderas de Lurín" S/N Mz. "B" Lote 5 y 6
Código postal y ciudad	Lima 16 – Lurín
País	Perú
Número de teléfono	(51 1) 618 6060
Telefax	(51 1) 618 6070

2. COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN DE LOS COMPONENTES

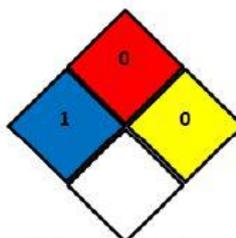
Componentes Peligrosos

Designación según Directiva 67/548/EEC

Número CAS	Concentración	Símbolo de Peligro
Dióxido de Silicio 69012-64-2	50 – 100%	Xi

3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

Identificación de Riesgos de Materiales según NFPA



Salud: 1

Inflamabilidad: 0

Reactividad :0

4. PRIMEROS AUXILIOS

Instrucciones Generales

Facilitar siempre al médico la hoja de seguridad.

En caso de inhalación

Si, al respirar el polvo, se presentan irritaciones, exponer al afectado al aire fresco.
Si se sienten molestias, acudir al médico.

En caso de contacto con la piel

Lavar la zona afectada inmediatamente con agua y jabón.

Si persisten los síntomas de irritación, acudir al médico

En caso de contacto con los ojos

Lavar los ojos afectados inmediatamente con agua abundante durante 15 minutos
Tratamiento médico necesario.

En caso de ingestión

No provocar el vómito
Requerir inmediatamente ayuda médica

5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

Medios de extinción adecuados

Elegir los medios de extinción según el incendio rodeante.

Medios de extinción que no deben utilizarse por razones de seguridad

No aplicable.

Riesgos específicos que resultan de la exposición a la sustancia, sus productos de combustión y gases producidos.

No aplicable

Equipo de protección para el personal de lucha contra incendios

↳ Usar equipo respiratorio autónomo.

Indicaciones adicionales

- El producto no arde por sí mismo.
- Los restos del incendio así como el agua de extinción contaminada, deben eliminarse según las normas locales en vigor.

6. MEDIDAS A TOMAR EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

Precauciones individuales

↳ Evitar la formación de polvo.

Medidas de protección del medio ambiente

- En caso de penetración en cursos de agua, el suelo o los desagües, avisar a las autoridades competentes.

Métodos de limpieza

- Recoger con medios mecánicos.
- Tratar el material recogido según se indica en el apartado "eliminación de residuos".

7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Manipulación

Indicaciones para manipulación sin peligro

Ver capítulo 8 / Equipo de protección personal

Evitar la formación de polvo.

Usar solamente en áreas bien ventiladas.

Indicaciones para la protección contra incendio y explosión

No aplicable

Almacenamiento

Exigencias técnicas para almacenes y recipientes

- Mantener los recipientes herméticamente cerrados y guardarlos en un sitio fresco y bien ventilado.

Indicaciones para el almacenamiento conjunto

- l Manténgalo alejado de alimentos, bebidas y comida para animales.

Información adicional relativa al almacenamiento

- l Proteger del agua y de la humedad del aire

8. LÍMITES DE EXPOSICIÓN Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Componentes con valores límites a controlar en el lugar de trabajo

Designación del componente

Número CAS	Tipo	Ref. / País / Año
Dióxido de Silicio 69012-64-2	MAK-G 4 mg/m ³	

Protección personal

Medidas generales de protección e higiene

- No respirar el polvo
- Prever una ventilación suficiente o escape de gases en el área de trabajo.
- No fumar, ni comer o beber durante el trabajo.
- Lavarse las manos antes de los descansos y después del trabajo.
- Observar las medidas de precaución habituales en el manejo de productos químicos.

Protección respiratoria

Máscara de protección para polvos en caso de que se forme polvo concentrado.

Protección de las manos

- Guantes de goma.

Protección de los ojos

- Gafas protectoras.

Protección corporal

- Ropa de trabajo.



9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Aspecto

Estado Físico	Polvo
Color	Gris
Olor	Inodoro

Datos significativos para la seguridad

		Método
Punto de Inflamación	No aplicable	
Temperatura de autoinflamación	No aplicable	
Solubilidad en agua a 20°C	El producto no es miscible	

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Condiciones que deben evitarse

No se conocen

Materias que deben evitarse / Reacciones peligrosas

Almacenando y manipulando el producto adecuadamente, no se producen reacciones peligrosas.

Descomposición Térmica y Productos de descomposición peligrosos

Utilizando el producto adecuadamente, no se descompone.

11. INFORMACIONES TOXICOLÓGICAS

Sensibilización

No se conocen efectos sensibilizantes a largo plazo.

Experiencia sobre personas

Contacto con la piel

- Puede causar irritación

Contacto con los ojos

- Puede causar irritación

Inhalación

- Puede causar irritación

Ingestión

- Puede causar perturbaciones en la salud.

12. INFORMACIONES ECOLÓGICAS

Indicaciones adicionales

- No Aplica.

13. ELIMINACIÓN DE RESIDUOS

Producto

Recomendaciones

- ┆ Eliminar, observando las normas locales en vigor.
- ┆ Ver capítulo 15, regulaciones nacionales

Envases / embalajes sin limpiar.

Recomendaciones

- ┆ Embalajes vacíos deben tratarse según la legislación de las Autoridades Locales.

14. INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE

ADR / RID

Información Complementaria

Mercancía no peligrosa

IMO / IMDG

Información Complementaria

Mercancía no peligrosa

IATA / ICAO

Información Complementaria

Mercancía no peligrosa

15. DISPOSICIONES DE CARÁCTER LEGAL

Etiquetado según 88 / 379 / EEC

Según Directivas CE y la legislación nacional correspondiente, el producto no requiere etiqueta.

Disposiciones nacionales

Clase de Toxicidad: libre

BAG T N°: 617300

Hoja de Seguridad no sujeta a control de actualización
Edición N°8

Revisión : 06/05/15
Impresión : 06/05/15
Sika® Fume, 5/5

Clasificación de peligrosidad para el agua (DE)
WGK: 1 (autoclasiificación)

Clasificación contra incendios (CH)
6

Indicaciones y codificación para la eliminación de residuos
Disponer en contenedores como material inerte.

16. OTRAS INFORMACIONES

En caso de emergencia consultar a Aló EsSalud
Teléfono: 472-2300 ó 0801-10200

**“La presente Edición anula y reemplaza la Edición N°7
la misma que deberá ser destruida”**

Advertencia:

La información contenida en esta Hoja de Seguridad corresponde a nuestro nivel de conocimiento en el momento de su publicación. Quedan excluidas todas las garantías. Se aplicarán nuestras Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Por favor, consulte la Hoja Técnica del producto antes de su utilización. Los usuarios deben remitirse a la última edición de las Hojas de Seguridad de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe

Aprobado por: GMS



Ficha técnica del aditivo nanosilíce

Ulmen S.A. Adicionante a Cementos



GAIA Nanosilíce

Adicionante a cementos para concretos de altas prestaciones

Fecha de Emisión: Mar 10, 05
Revisión: 11
Fecha de Revisión: Ago 26, 16
Página 1 de 1

Descripción

GAIA Nanosilíce es el primer adiconante base nanosilíce generado durante 2004 por la sinergia Scitech Cognoscible / Ulmen.

Pertenece a la línea GAIA NANOSILICE, donde las reacciones químicas en el hormigón convierten las nanoparticulas de silíce en nanoparticulas de cemento.

Aspectos Técnicos

Elimina el total de la silíce en polvo en cualquiera de sus alternativas, y también los superplastificantes, reduciendo al mínimo los reductores plastificantes.

Con GAIA Nanosilíce se obtiene concretos de alto rendimiento : 70 MPa a R28.

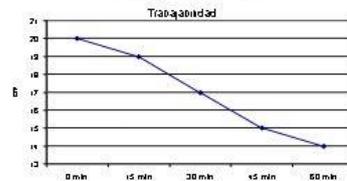
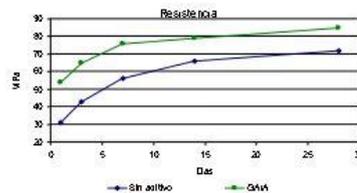
Ideal para concretos tipo "Fast Track", a usar dentro de las 24 horas posteriores al vaciado, con adecuadas dosificaciones, que permiten obtener hormigones impermeables según norma DIN 1048 o Nch 2262.

Propiedades

Consecuencia de la menor actividad operacional, menor flujo de material con la consiguiente reducción de inventario, y - - - es líquido, amigable con el medio ambiente y la salud de los trabajadores.

Duración

6 meses almacenado en lugar fresco y protegido del sol, recomendado por nuestro Sistema de Control de Calidad, certificado bajo ISO 9001:2008



H-70 con 1,5% de GAIA

Dosis

Se recomienda su uso en dosis de 0,5 a 3% en base al peso del cemento. Para dosis fuera de este rango, contacte al equipo técnico ULMEN.

Presentación

Bidón plástico de 230 Kg.
Contenedor retornable de 1.000 kg

Propiedades Físicas

Aspecto : Liq. Levemente viscoso.
Color : Blanco
Densidad : 1,032 ± 0,004 g/mL
pH : 5 ± 1
Viscosidad : 14 ± 1 (s) (C.Ford Nº4)

Clasificación

Gaia Nanosilíce no tiene clasificación normada, sin embargo cumple como aditivo superplastificante tipo F, según NCh 2182-2010

Lautaro # 2430 – Tel. (56-2) 28973468 – (56-2) 25952838 – La Pintana
Santiago – Chile

www.cognoscibletechnologies.com

www.ulmen.cl

atencionalcliente@ulmen.cl



HOJA DE SEGURIDAD

Fecha de Emisión: Nov 22, 04
Revisión: 10
Fecha de Revisión: Ago 26, 16
Página 1 de 2

GAIA Nanosilice

SECCION 1: IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y DEL PROVEEDOR

Nombre del producto : **GAIA Nanosilice**
Código del producto : 760-04
Clasificación : Aditivo para Concretos
Vida útil : 6 meses almacenado en lugar fresco y protegido del sol, recomendado por nuestro Sistema de Control de Calidad, certificado bajo ISO 9001:2008
Proveedor : INDUSTRIAS ULMEN S.A.
E-mail : atencionalcliente@ulmen.cl
Página Web : www.ulmen.cl

Toda llamada de emergencia dentro y/o fuera del país será reembolsada previa revisión



SECCION 2: COMPOSICIÓN/ INFORMACIÓN DE LOS COMPONENTES

Nombre químico : Mezcla de polímeros, ácidos carboxílicos y sílice en solución
Fórmula química : Confidencial
N° CAS : No aplica

SECCION 3: IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS

Marca en etiqueta : Rombo NFPA
Clasificación de Salud (1) / Inflamabilidad (0)
Reactividad (0) / Riesgo Especial (0)
Riesgos : Ninguno
Peligros para la salud : Ninguno



SECCION 4: MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

Contacto con los ojos : Lavar con abundante agua durante 15 min. Referir al médico
Contacto con la piel : Lavar de inmediato con agua y jabón
Inhalación : Dar aire fresco si fuese necesario
Ingestión : Enjuagar boca con agua tibia. Referir al médico

SECCION 5: MEDIDAS PARA COMBATIR EL FUEGO

Agentes extintores : No inflamable ni combustible. Actuar según tipo de fuego existente
Protección especial : Ninguna
Proced. Especiales : No aplica
Riesgo explosión : No aplica

SECCION 6: MEDIDAS PARA CONTROLAR DERRAMES O FUGAS

Medidas de emergencia : Lavar con agua y trapear
Protección personal : Antiparras y guantes
Daños al ambiente : Ninguno, líquido inofensivo
Métodos de eliminación : Tratar como líquido inofensivo

SECCION 7: MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Manipulación : Usar antiparras y guantes
Almacenamiento : Almacenar en lugar fresco y seco
Embalajes : Almacenar sólo en envase original

SECCION 8: CONTROL DE EXPOSICIÓN/ PROTECCIÓN ESPECIAL

Medidas por exposición : No se requiere
Protección respiratoria : No se requiere
Protección de los ojos : Antiparras
Guantes de protección : de PVC

Ficha técnica del aditivo SikaVisconcrete - 3330

CONSTRUYENDO CONFIANZA



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

Sika® ViscoCrete®-3330

ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE DE ALTO RANGO PARA CLIMAS FRÍOS

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Es un superplastificante de tercera generación para concretos y morteros. Ideal para climas fríos y/o se necesita altas resistencias a tempranas edades.

USOS

- Es adecuado para la producción de concreto en obra y concreto premezclado.
- Se usa para los siguientes tipos de concreto:
 - Concreto pre-fabricado.
 - Acelera la fragua del concreto.
 - Para concretos de pavimentos tipos Fast Track, concretos de pronta puesta en servicio.
 - Concreto para climas fríos.
 - Concreto con alta reducción de agua (hasta 30%)
 - Es adecuado para concreto bajo agua, sistemas Tremie. (la relación agua material cementante debe ser entre 0.30 a 0.45)
 - Concreto de alta resistencia.
 - Concreto autocompactante.
- El alto poder reductor de agua, la excelente fluidez y el corto tiempo de fraguado con altas resistencias tempranas tienen una influencia positiva en las aplicaciones antes mencionadas

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

Sika® ViscoCrete®-3330 actúa por diferentes mecanismos. Gracias a la absorción superficial y el efecto de separación espacial sobre las partículas de cemento (paralelos al proceso de hidratación) se obtienen las siguientes propiedades:

- Extrema reducción de agua (que trae consigo una alta densidad y resistencia)
- Excelente fluidez (reduce en gran medida el esfuerzo de colocación y vibración).
- Adecuado para la producción de concreto autocompactante.
- Incrementa las altas resistencias iniciales (producción de prefabricados)
- Alta impermeabilidad
- Menor relación agua – cemento la impermeabilidad.
- Aumenta la durabilidad del concreto.
- Reduce la exudación y segregación.
- Aumenta la cohesión del concreto.
- Aumenta la adherencia entre el concreto y el acero.
- Comportamiento mejorado de contracción y deslizamiento.
- Reduce la carbonatación del concreto

Sika® ViscoCrete®-3330 no contiene cloruros ni otros ingredientes que promuevan la corrosión del acero. Por lo tanto, puede usarse sin restricciones en construcciones de concreto reforzado y pre-tensado.

CERTIFICADOS / NORMAS

Cumple con la norma ASTM C-494 tipo F y ASTM C-1017 tipo I

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Empaques

- Granel x 1 L
- Cilindro x 200 L
- Dispenser x 1,000 L

Hoja De Datos Del Producto
Sika® ViscoCrete®-3330
Junio 2019, Versión 01.01
021301011000000179

Vida Útil	1 año a partir de la fecha de producción
Condiciones de Almacenamiento	El producto debe de ser almacenado en su envase original y sin abrir, protegido de la luz directa del sol y de las heladas, a temperaturas entre 5°C y 35 °C.
Densidad	1.08 +/- 0.01

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

Como plastificante o superplastificante:

Sika® ViscoCrete®-3330 se agrega al agua de amasado o junto con el agua a la mezcladora de concreto. Para un aprovechamiento óptimo de la alta capacidad de reducción de agua, recomendamos un mezclado cuidadoso durante 60 segundos como mínimo. Para evitar la exudación en el concreto y lograr la consistencia deseada, el agua restante de la mezcla recién se añadirá cuando hayan transcurrido 40 segundos del tiempo de mezclado. El uso de Sika® ViscoCrete®-3330 garantiza un concreto de la más alta calidad. Sin embargo, también en el caso del concreto preparado con Sika® ViscoCrete®-3330 debe cumplirse con las normas estándar para la buena producción y colocación de concretos. El concreto fresco debe ser curado apropiadamente con Sika® Antisol® S. Cuando se trabaja con relaciones a (material cementante) bajas es recomendable mezclar el concreto de 7 a 10 minutos.

DOSIFICACIÓN

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

LIMITACIONES

Para Concretos Fluidos y Concretos Autocompactantes.

Sika® ViscoCrete®-3330 también puede usarse para concretos fluidos y autocompactantes mediante la utilización de dosificaciones especiales de mezclado.

Cuando el Sika® ViscoCrete®-3330 está Congelado. Descongelarlo lentamente a temperatura ambiente y mezclarlo en forma intensiva.

Combinaciones.

Sika® ViscoCrete®-3330 puede combinarse con los siguientes productos
Sika®: Sika® CNI, Sika® Fume y SikaAer®, SikaRapid® - 1 entre otros.

NOTAS

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

RESTRICCIONES LOCALES

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

Hoja De Datos Del Producto
Sika® ViscoCrete®-3330
Junio 2019, Versión 01.01
021301011000000179

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

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

NOTAS LEGALES

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



Certificados de ensayos de Laboratorio



INFORME DE ENSAYO N° 005 - 2020 - M&V

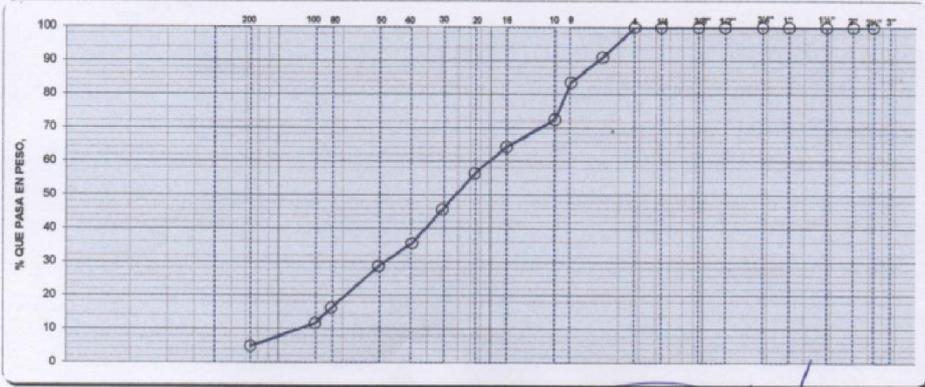
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : Tesis "Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia con microsilice y nanosilice, Lima - 2019"
CANTERA : Santa Clara
MUESTRA : Agregados
SOLICITANTE : Flores Peña, Palmer **FECHA** 20.04 al 28.04.2020

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(NORMA MTC E - 107)**

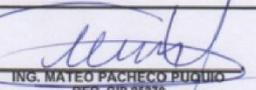
MUESTRA : AGREGADO FINO NATURAL PROF.

Tamiz		Material retenido				Especificaciones		Descripción
Ø		Peso (g)	Retenido (%)	Acumulado (%)	Pasante (%)	min. (%)	max. (%)	
Pulgada	mm							
3"	76.20							Humedad (%) 2.30
2 1/2"	63.50							Grava (%)
2"	50.80							Arena (%) 100.0
1 1/2"	38.10							
1"	25.40							Pasante N° 200 (%) 4.9
3/4"	19.05							Peso Inicial (gr) 1,000.0
1/2"	12.70							Peso lavado (gr) 1,000.0
3/8"	9.53							
1/4"	6.35							
N° 4	4.76				100.0			
N° 6	3.36	89.5	9.0	9.0	91.1			
N° 8	2.36	75.2	7.5	16.5	83.5			
N° 10	2.00	110.0	11.0	27.5	72.5			
N° 16	1.19	82.3	8.2	35.7	64.3			
N° 20	0.84	79.5	8.0	43.7	56.4			
N° 30	0.59	106.8	10.7	54.3	45.7			
N° 40	0.43	100.2	10.0	64.4	35.7			
N° 50	0.30	68.7	6.9	71.2	28.8			
N° 80	0.18	125.0	12.5	83.7	16.3			
N° 100	0.15	45.6	4.6	88.3	11.7			
N° 200	0.074	68.4	6.8	95.1	4.9			
Bandeja		48.8	4.9	100.0	0.0			



M&V (1/24)
mpp/jema/kra
O.S. N° 005




ING. MATEO PACHECO PUGUIO
 REG. CIP 28378
 Lima, 30 de Mayo de 2020

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : Tesis "Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia con microsílíce y nanosílíce, Lima - 2019"

CANTERA : Santa Clara

MUESTRA : Agregados

SOLICITANTE : Flores Peña, Palmer

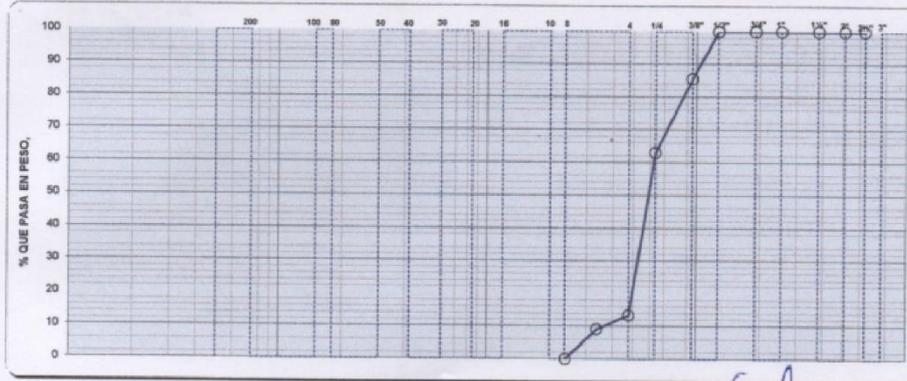
FECHA : 20.04 al 28.04.2020

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(NORMA MTC E - 107)**

MUESTRA : AGREGADO GRUESO

PROF.

Tamiz	Material retenido				Especificaciones		Descripción
	Ø Pulgada mm	Peso (g)	Retenido (%)	Acumulado (%)	Pasante (%)	min. (%)	
3"	76.20						Humedad (%) 0.40
2 1/2"	63.50						Grava (%) 86.6
2"	50.80						Arena (%) 13.4
1 1/2"	38.10						
1"	25.40						Pasante N° 200 (%)
3/4"	19.05						Peso Inicial (gr) 1,000.0
1/2"	12.70				100.0		Peso lavado (gr) 1,000.0
3/8"	9.53	145.0	14.5	14.5	85.5		
1/4"	6.35	225.0	22.5	37.0	63.0		
N° 4	4.76	496.2	49.6	86.6	13.4		
N° 8	3.36	42.6	4.3	90.9	9.1		
N° 8	2.38	91.2	9.1	100.0	0.0		
N° 10	2.00						
N° 16	1.19						
N° 20	0.84						
N° 30	0.59						
N° 40	0.43						
N° 50	0.30						
N° 60	0.18						
N° 100	0.15						
N° 200	0.074						
Bandeja							



M&V (2/24)
mvp/jems/km
O.S. N° 005



[Signature]
ING. MATEO PACHECO BUQUIO
RUC: 26379
Lima, 30 de Mayo de 2020



**Grupo
M & V**
Ingenieros SAC

INFORME DE ENSAYO N° 005 - 2020 - M&V

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS

PROYECTO : Tesis "Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia con microsíllice y nanosíllice, Lima - 2019"
 CANTERA : La que se indica. ING. RESPONSABLE : mpp / jems
 MUESTRA : Agregados TECNICO : kra
 SOLICITADO : Flores Peña, Palmer FECHA : 20.04 al 28.04.2020

NTP 400.021 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso

Código de la muestra	Cantera Santa Clara		
PESO MAT. SATURADO Y SUPERFICIALMENTE SECO (EN AIRE) A	2200.3		
PESO MAT. SATURADO Y SUPERFICIALMENTE SECO (SUMERGIDO) B	1391.2		
VOLUMEN DE LA MASA + VOLUMEN DE VACIOS C=(A-B)	809.1		
PESO DE MATERIAL SECO D	2176.4		
VOLUMEN DE LA MASA E=C-(A-D)	785.2		
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA) D/C	2.690		
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA) A/C	2.719		
PESO APARENTE (BASE SECA) D/E	2.772		
ABSORCIÓN	1.10		

NTP 400.022 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino

PESO FIOLA (CALBRADA CON AGUA) A	661.3		
PESO FIOLA (CALBRADA CON AGUA) + PESO MATERIAL B	961.3		
PESO FIOLA + AGUA + MATERIAL S.S.S. (EXTRAIDO EL AIRE) C	850.9		
VOLUMEN DE LA MASA + VOLUMEN DE VACIOS D=(B-C)	110.4		
PESO DE MATERIAL SECO E	294.7		
VOLUMEN DE LA MASA F=D-(PESO MATERIAL S.S.S-E)	105.1		
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA) E/D	2.669		
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA) MAT.S.S.S./D	2.717		
PESO APARENTE (BASE SECA) E/F	2.804		
ABSORCIÓN	1.80		

OBSERVACIONES

M&V (3/24)
mpp/jems/kra
O.S. N° 005



ING. MATEO PACHECO PUGUIO
REG. CIP 25379
Lima, 30 de Mayo de 2020

Coop. San Miguel Mz. D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Eds. Grasoles P. Eapa - Callao.
Tel: (511) 691-9143 Celular RPC (511) 94778-9980 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)
LIMA-PERU

mw.ingasac@hotmail.com
cotizaciones@mvingenieros.com
www.mvingenieros.com

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO N° 005 - 2020 - M&V

SOLICITANTE : Flores Peña, Palmer
 PROYECTO DE TESIS : "Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia con microsilíce y nanosilíce, Lima - 2019"
 CANTERA : Santa Clara
 MUESTRA : Probetas 15x30cm
 IDENTIFICACIÓN : Diseños M1, M2, M3*
 F'c = 600 Kg/cm²
 CANTIDAD : 81 unidades
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2020.04.20
 FECHA DE ENSAYO : 2020.04.21 al 04.28

**VERIFICACION DE DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO PORTLAND
(MÉTODO ACI)**

MATERIALES						
Agregado Arena:	Cantera Santa Clara		Agua:	Potable	Cemento:	Sol Tipo I
Agregado Grueso:						
Microsilíce:	Sika Fume					
Nanosilíce:	GAJA Nanosilíce					
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS						
DESCRIPCIÓN	ARENA 48%		PIEDRA 52%			
Peso específico bulk seca (gr/cm ³)	2.669		2.690			
Peso unitario varillado (kg/m ³)	1397		1499			
Absorción (%)	1.80		1.10			
Módulo de finura	3.70		0.50			
Tamaño máximo nominal (pulg)	-		3/4"			
ESPECIFICACIONES DE DISEÑO						
Resistencia	f'c = 600 kg/cm ²					
Slump (pulg)	5"					
VALORES DE DISEÑO POR METRO CÚBICO DE MEZCLA (SECO)						
COMPONENTES	M-1 5% Microsilíce		M-2 10% Microsilíce		M-3 15% Microsilíce	
	PESO	PROPORCIÓN(*)	PESO	PROPORCIÓN(*)	PESO	PROPORCIÓN(*)
Cemento	675.2 kg	15.9 Bolsas	675.2 kg	15.9 Bolsas	675.2 kg	15.9 Bolsas
Agregado Fino	987.7 kg	24.7 sacos de 40kg c/u	949.5 kg	23.7 sacos de 40kg c/u	911.2 kg	22.8 sacos de 40kg c/u
Agregado Grueso	799.4 kg	20.0 sacos de 40kg c/u	768.4 kg	19.2 sacos de 40kg c/u	737.4 kg	18.4 sacos de 40kg c/u
Agua	213.4 lt	213.4 litros	223.5 lt	223.5 litros	233.6 lt	233.6 litros
Superplastificante (1%)	7.2 kg	7.2 lt/bolsa	7.0 kg	7.0 lt/bolsa	6.7 kg	6.7 lt/bolsa
Microsilíce	33.8 kg	0.6 bolsas	67.5 kg	1.1 bolsas	101.3 kg	1.7 bolsas
Relación agua/cemento	0.3		0.3		0.3	
Factor Cemento	15.9 bolsas/lt		15.9 bolsas/lt		15.9 bolsas/lt	

OBSERVACIONES:

- Fecha de orden de ensayo: 20.04.2020
- * Microsilíce con superplastificante 1.0%
- Las proporciones de mezcla de los agregados y la cantidad de agua serán corregidos según su contenido de humedad en obra.

- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



[Signature]
ING. MATEO PACHECO PUGUIO

REG. CIP 25379
 Lima, 30 de Mayo del 2020

M&V (5/24)
 mgr/mpp/jms
 O.S. N°005

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
INFORME DE ENSAYO N° 005 - 2020 - M&V**

SOLICITANTE : Flores Peña, Palmer
 PROYECTO DE TESIS : "Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia con microsíllice y nanosíllice, Lima - 2019"
 CANTERA : Santa Clara
 MUESTRA : Probetas 15x30cm
 IDENTIFICACIÓN : Diseños m1, m2, m3*
 F'c = 600 Kg/cm2
 CANTIDAD : 81 unidades
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2020.04.20
 FECHA DE ENSAYO : 2020.04.21 al 04.28

**VERIFICACION DE DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO PORTLAND
(MÉTODO ACI)**

MATERIALES						
Agregado Arena:	Cantera Santa Clara		Agua:	Potable	Cemento:	Sol Tipo I
Agregado Grueso:						
Microsíllice:	Sika Fume					
Nanosíllice:	GAIA Nanosíllice					
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS						
DESCRIPCIÓN	ARENA 48%		PIEDRA 52%			
Peso específico bulk seca (gr/cm ³)	2.669		2.690			
Peso unitario varillado (kg/m ³)	1397		1499			
Absorción (%)	1.80		1.10			
Módulo de finura	3.70		0.50			
Tamaño máximo nominal (pulg)	--		3/4"			
ESPECIFICACIONES DE DISEÑO						
Resistencia	f'c = 600 kg/cm ²					
Slump (pulg)	5"					
VALORES DE DISEÑO POR METRO CÚBICO DE MEZCLA (SECO)						
COMPONENTES	m-1 0.5% Nanosíllice		m-2 1.5% Nanosíllice		m-3 3.0% Nanosíllice	
	PESO	PROPORCIÓN(*)	PESO	PROPORCIÓN(*)	PESO	PROPORCIÓN(*)
Cemento	675.2 kg	15.9 Bolsas	675.2 kg	15.9 Bolsas	675.2 kg	15.9 Bolsas
Agregado Fino	1026.0 kg	25.6 sacos de 40kg c/u	1026.0 kg	25.6 sacos de 40kg c/u	1026.0 kg	25.6 sacos de 40kg c/u
Agregado Grueso	830.3 kg	20.8 sacos de 40kg c/u	830.3 kg	20.8 sacos de 40kg c/u	830.3 kg	20.8 sacos de 40kg c/u
Agua	203.3 lt	203.3 litros	203.3 lt	203.3 litros	203.3 lt	203.3 litros
Superplastificante (1%)	7.5 kg	7.5 lt/bolsa	7.5 kg	7.5 lt/bolsa	7.5 kg	7.5 lt/bolsa
Nanosíllice	3.4 kg	3.4 lt/bolsa	10.1 kg	10.1 lt/bolsa	20.3 kg	20.3 lt/bolsa
Relación agua/cemento	0.3		0.3		0.3	
Factor Cemento	15.9 bolsas/lt		15.9 bolsas/lt		15.9 bolsas/lt	

OBSERVACIONES:

- Fecha de orden de ensayo: 20.04.2020
- * Nanosíllice con superplastificante 1.0%
- Las proporciones de mezcla de los agregados y la cantidad de agua serán corregidos según su contenido de humedad en obra.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



(Firma)
ING. MATEO PACHECO PUQUIO
 REG. CIP 26379
 Lima, 30 de Mayo del 2020

M&V (6/24)
 mgr/mpp/jms
 O.S. N°005

Certificado de Calibración del Laboratorio



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No. LB 077 -2020

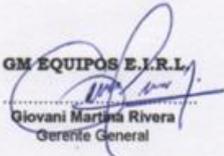
FECHA DE EMISION	05/02/2020	
EXPEDIENTE	T 00772020	
SOLICITANTE	GRUPO M&V INGENIEROS SAC	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la Guía para la Expresión de la Incertidumbre de la medición.
DIRECCION	Mz D Lt 8 SAN MIGUEL DE PALLANCA YORA SAN JUAN DE LURIGANCHO	Generalmente el valor de magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con incertidumbre asociada con una probabilidad de aproximadamente 95%.
INSTRUMENTO DE MEDICION	MAQUINA DE ENSAYO A COMPRESION	
MARCA	ELE INTERNATIONAL	
MODELO	N° 36-3082/2	
NUMERO DE SERIE	81900000008	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.
ALCANCE DE INIDIGACION	100,50 kN a 70,65 kN	
DIVISION DE ESCALA/ RESOLUCION	digital	
Procedencia	United States	
Identificación	GMV-125 (225)	
Tipo	Electronica	GM EQUIPOS E.I.R.L. No se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento ni de una incorrecta interpretación de los resultados la calibración aquí declarados.
Ubicación	Laboratorio	
Fecha de Calibración	02/05/2020	

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION

La Calibración se realizó por el Método de comparación del dial del anillo y la lectura de celda de carga.

LUGAR DE CALIBRACION

La calibración se realizó en el laboratorio del GRUPO M&V INGENIEROS SAC



GM EQUIPOS E.I.R.L.
Giovanni Marina Rivera
Gerente General

Equipo de laboratorio para la minería y construcción. Suelos, concretos, rocas. Fabricación mantrnimiento y reparación.
SERVICIOS DE LABORATORIO, CALIBRACIONES. RUC 20513819804, Jr. Viviano Paredes 829 Lima 29. gmequijos@gmail.com