



Universidad Científica del Perú - UCP
*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS:

**“MEJORAMIENTO DE LA FLUIDEZ Y RESISTENCIA DEL
CONCRETO SIMPLE CON LA APLICACIÓN DE NANOSILICE,
TARAPOTO 2021.”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTORES:

**CRESPIN SANCHEZ, CINTHYA
SLEE DEL AGUILA, MARIA MARISOL**

ASESOR:

ING° M.Sc. PAREDES AGUILAR LUIS

Tarapoto - Perú

2021

DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida, la salud, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad, por bendecirme y permitirme lograr mis metas.

A mis padres: CELI CRESPI
APAESTEGUI Y MARTHA
SANCHEZ DIAZ, por su amor,
paciencia y consejos, por ser mi
ejemplo a seguir, por depositar
en mí su confianza y apoyarme
siempre para cumplir mis metas.

A mis hermanos: por su cariño,
su amor incondicional, por ser el
motor y motivo para lograr mis
proyectos y metas.

¡Este logro es para ustedes!

CINTHYA CRESPI SANCHEZ

DEDICATORIA

Tengo el grato deseo de dedicar este gran logro, en primer lugar, a Dios quien me ha dado la fuerza, inteligencia y me ha guiado en este camino, por haberme dado salud para llegar a este momento y sé que seguirá guiándome a lo largo de mi vida futura.

A mis padres, Mónica y Erick; por su apoyo y por cada palabra de motivación, a mis hermanos: Milagros, Joselyn y Juan por ser uno de mis motivos para luchar, y a mi tío Ricardo que me apoyo.

De forma muy especial a mi pequeña hija Anette, por ser mi motor y motivo para seguir luchando todos los días de mi vida, por darme esa fuerza que necesito, para nunca darme por vencida.

¡Este logro es para ustedes!

MARIA MARISOL SLEE DEL AGUILA

AGRADECIMIENTO

A: Dios

Por nuestro guía y luz en nuestro camino, y haberme permitido que lográramos nuestros sueños de ser profesionales, brindándome salud para alcanzar nuestras metas.

A: Mis Nuestros Padres y Familiares

Por brindarme el apoyo incondicional, el amor de cada uno de ellos, gracias a su motivación y de esfuerzo para lograr una meta de muchas de las que me propongo en la vida.

A: Mi Alma Mater

Universidad Científica del Perú, por la formación en valores y enseñanza impartidas a lo largo de nuestro camino para formarnos como futuros profesionales, a través de grandes docentes que nos ayudaron durante todo el proceso de formación transmitiendo su sabiduría a cada uno de nosotros.

A: Mi Asesor Ing. Luis Paredes

Aguilar Por su motivación y orientación para el desarrollo del presente informe.

¡Este logro es gracias a ustedes!

Cinthyá Crespín Sánchez - María Marisol Slee del Aguila

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N° 123-2021-UCP-FCEI, del 09 de marzo de 2021, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- | | |
|---|------------|
| • Ing. José del Carmen Pizarro Baldera, Dr. | Presidente |
| • Ing. Joel Padilla Maldonado, M.Sc. | Miembro |
| • Ing. Víctor Eduardo Samamé Zatta, M. Sc. | Miembro |

Como Asesor: **Ing. Luis Paredes Aguilar, M. Sc.**

En la ciudad de Tarapoto, siendo las 18:00 horas del día 15 de diciembre del 2021, modo virtual con la plataforma del ZOOM, supervisado en línea por la Secretaria Académica de la Facultad y el Director de Gestión Universitaria de la Filial Tarapoto de la Universidad, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis **“MEJORAMIENTO DE LA FLUIDEZ Y RESISTENCIA DEL CONCRETO SIMPLE CON LA APLICACIÓN DE NANOSILICE, TARAPOTO 2021”**.

Presentado por las sustentantes:

CINTHIA CRESPIN SANCHEZ y MARIA MARISOL SLEE DEL AGUILA

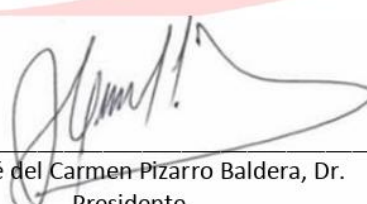
Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTAS**

El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: **APROBADA POR MAYORIA (CON LA NOTA DE CATORCE)**

En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.



Ing. José del Carmen Pizarro Baldera, Dr.
Presidente



Ing. Joel Padilla Maldonado, M.Sc.
Miembro



Ing. Víctor Eduardo Samamé Zatta, M. Sc.
Miembro

FICHA DE CALIFICACIÓN DE LOS SUSTENTANTES

NOMBRES Y APELLIDOS DE LOS ALUMNOS:		CINTHIA CRESPIAN SANCHEZ MARIA MARISOL SLEE DEL AGUILA	
CRITERIOS		PUNTAJE	
		BASE	OBTENIDO
I. PRESENTACIÓN		HASTA 2 PUNTOS	1
1.1.	Motivación		
1.2.	Tono de Voz		
1.3.	Calidad de materiales audiovisuales		
1.4.	Secuencia		
II. DESARROLLO DEL CONTENIDO		HASTA 8 PUNTOS	6
2.1.	Dominio del tema		
2.2.	Uso adecuado de materiales audiovisuales		
2.3.	En la introducción relata experiencias vividas en correspondencia a las Variables de su tesis		
2.4.	Describe el problema y pregunta orientadora		
2.5.	Enuncia los objetivos de la investigación		
2.6.	Presenta la metodología utilizada en el estudio		
2.7.	Da a conocer los resultados más importantes		
III. APOORTE CIENTÍFICO		HASTA 2 PUNTOS	1
3.1.	Al desarrollo de la comunidad		
3.2.	A la carrera profesional y especialidad (según sea el caso)		
3.3.	Otros de importancia		
3.4.	Discusión		
IV. DEFENSA DE LA TESIS		HASTA 8 PUNTOS	6
4.1.	Satisface con sus respuestas		
4.2.	Importancia del estudio		
4.3.	Metodología		
4.4.	Resultados		
4.5.	Conclusiones y recomendaciones		
PUNTAJE TOTAL		DE 20	14
RESULTADO: PUNTAJE TOTAL = 20		PUNTAJE OBTENIDO:	
		14 (CATORCE)	

Ing. José del Carmen Pizarro Baldera, Dr.

Nombre del Presidente de Jurado


FIRMA

Ing. Joel Padilla Maldonado, M. Sc.

Nombre del Miembro del Jurado


FIRMA

Ing. Víctor Eduardo Samamé Zatta, M. Sc.


Nombre del Miembro del Jurado


FIRMA

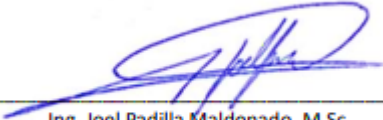
Aprobado (a) Excelencia	19-20
Aprobado (a) Unanimidad	16-18
Aprobado (a) Mayoría	13- 15
Desaprobado	00-12

APROBACIÓN

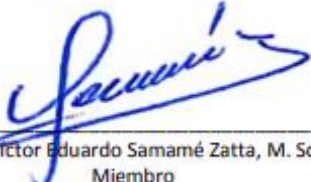
Tesis sustentada en acto público el día miércoles 15 de diciembre a las 18:00 horas del 2021



Ing. José del Carmen Pizarro Baldera, Dr.
Presidente



Ing. Joel Padilla Maldonado, M.Sc.
Miembro



Ing. Víctor Eduardo Samané Zatta, M. Sc.
Miembro



Ing. Luis Paredes Aguilar, M.Sc.
Asesor

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

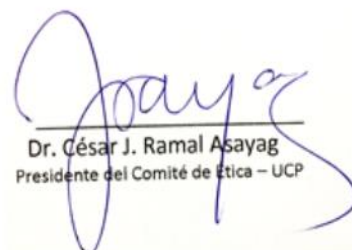
La Tesis titulada:

**“MEJORAMIENTO DE LA FLUIDEZ Y RESISTENCIA DEL CONCRETO SIMPLE
CON LA APLICACIÓN DE NANOSILICE, TARAPOTO 2021”**

De los alumnos: **CRESPIN SANCHEZ CINTHYA Y SLEE DEL AGUILA MARIA MARISOL**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **2% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 23 de Noviembre del 2021.



Dr. César J. Ramal Asayag
Presidente del Comité de Ética - UCP

Document Information

Analyzed document	UCP_Ingenieria_2021_TESIS_CinthyCrespin_MariaSlee_V1.pdf (D118811660)
Submitted	2021-11-16 16:25:00
Submitted by	Comisión Antiplagio
Submitter email	revision.antiplagio@ucp.edu.pe
Similarity	2%
Analysis address	revision.antiplagio.ucp@analysis.orkund.com

Sources included in the report

W	<p>URL: http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/10500/ICcaarpw.pdf?sequence=1&isAllowed=y Fetched: 2021-11-16 16:28:00</p>	 4
<hr/>		
SA	<p>Universidad Científica del Perú / UCP_INGENIERIACIVIL_2021_TESIS_YURIPEREZ_YOLYPLASENCIA_V1.pdf Document UCP_INGENIERIACIVIL_2021_TESIS_YURIPEREZ_YOLYPLASENCIA_V1.pdf (D112730531) Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.orkund.com</p>	 2
<hr/>		
SA	<p>Universidad Científica del Perú / UCP_IngenieriaCivil_2021_Tesis_NandoREATEGUI_EiderCABRERA_V1.pdf Document UCP_IngenieriaCivil_2021_Tesis_NandoREATEGUI_EiderCABRERA_V1.pdf (D114237414) Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.orkund.com</p>	 1
<hr/>		
SA	<p>Universidad Científica del Perú / UCP_INGENIERIACIVIL_2021_TESIS_LUZPLASENCIA_KEVINMENDOZA_V1.pdf Document UCP_INGENIERIACIVIL_2021_TESIS_LUZPLASENCIA_KEVINMENDOZA_V1.pdf (D104738035) Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.orkund.com</p>	 3
<hr/>		
W	<p>URL: http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/55/PI1710131-l.pdf?sequence=1&isAllowed=y Fetched: 2021-11-15 15:42:52</p>	 1

ÍNDICE DEL CONTENIDO

Portada	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Acta de sustentación	iv
Hoja de anti plagio.....	v
Índice de contenido	vi
Índice de cuadros	vii
Índice de gráficos o figuras	viii
Resumen y palabras clave	ix
Abstract	x
1. CAPITULO I. MARCO TEÓRICO	17
1.1. Antecedentes de estudio.....	17
1.1.1. Antecedentes internacionales	17
1.1.2. Antecedentes nacionales	18
1.1.3. Antecedentes Locales.....	20
1.2. Bases teóricas.....	21
1.2.1. Nanotecnología	21
1.2.2. Nano - Aditivos.....	21
1.2.3. Nanosilice	22
1.2.4. Efectos del nanosilice en la trabajabilidad del concreto.	22
1.2.5. Efectos de la nanosilice en la resistencia a compresión del concreto	23
1.2.6. Concreto	23
1.2.7. Aditivos Nanotecnológicos.	29
1.2.8. Clasificación de los Aditivos Nanotecnológicos.....	29
1.2.9. Efectos de los Aditivos Nanotecnológicos en el Concreto.....	30
1.2.10. Resistencia del concreto.....	30
1.2.11. Fluidez del concreto.	31
1.3. Definición de términos básicos.....	31
2. CAPITULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	35
2.1 Descripción del problema.....	35
2.2. Formulación del Problema	36
2.2.1. Problema General	36
2.2.2. Problemas Específicos.....	36
2.3. Objetivos.....	37
2.3.1. Objetivo General	37

2.3.2.	Objetivos Específicos.....	37
2.4.	Justificación de la Investigación.....	37
2.4.1.	Por Valor Teórico.....	37
2.4.2.	Por Utilidad Metodológica.....	37
2.4.3.	Por Implicancia Práctica.....	38
2.4.4.	Por Relevancia Social.....	38
2.5.	Hipótesis.....	38
2.5.1.	Hipótesis general.....	38
2.5.2.	Hipótesis Específicas.....	38
2.6.	variables, Indicadores e Índices.....	39
2.6.1.	Variable Independiente.....	39
2.6.2.	Variables dependientes.....	39
2.7.	Definición conceptual y operacional de las variables.....	39
2.7.1.	Definición conceptual.....	39
2.7.2.	Definición operacional.....	40
2.8.	Operacionalización de variables.....	41
3.	CAPITULO III: METODOLOGIA.....	43
3.1.	Tipo y Diseño de Investigación.....	43
3.1.1.	Tipo de investigación.....	43
3.1.2.	Diseño de investigación.....	44
3.2.	Población y Muestra.....	44
3.2.1.	Población.....	44
3.2.2.	Muestra.....	44
3.3.	Técnicas, Instrumentos y Procedimientos de Recolección de Datos.....	46
3.3.1.	Técnicas de Recolección de Datos.....	46
3.3.2.	Instrumentos de Recolección de Datos.....	46
3.3.3.	Procedimientos de Recolección de Datos.....	46
3.4.	Procesamiento de datos y análisis estadísticos.....	47
4.	CAPITULO IV. RESULTADOS.....	50
5.	CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	55
5.1.	CONCLUSIONES.....	55
5.2.	RECOMENDACIONES.....	50
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	57
	ANEXOS.....	60

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Muestras cilíndricas de concreto</i>	45
<i>Tabla 2: Técnica, instrumento y fuente</i>	46
<i>Tabla 3: Ficha técnica</i>	47
<i>Tabla 4: Determinación de la Resistencia a la comprensión 7 días</i>	50
<i>Tabla 5: Resistencia a la comprensión 14 días</i>	51
<i>Tabla 6: Resistencia a la comprensión 28 días</i>	51
<i>Tabla 7: Fluidez del Concreto: Slump vs tiempo</i>	52
<i>Tabla 8: Resultado de Análisis Granulométrico</i>	65
<i>Tabla 9: Resultado del contenido de humedad del agregado fino.</i>	66
<i>Tabla 10: Resultados de la Cantidad que pasa el tamiz N°200.</i>	66
<i>Tabla 11: Resultado de peso específico del agregado fino</i>	66
<i>Tabla 12: Resultado de peso específico del agregado fino</i>	67
<i>Tabla 13: : Resultado de peso Unitario</i>	67
<i>Tabla 14: Resultado de Análisis Granulométrico</i>	68
<i>Tabla 15: Resultado del contenido de humedad del agregado Grueso.</i>	69
<i>Tabla 16: Resultados de la Cantidad que pasa el tamiz N°200.</i>	70
<i>Tabla 17: Resultado de peso específico del agregado Grueso</i>	70
<i>Tabla 18: Resultado de peso Unitario</i>	70
<i>Tabla 19: Resultado de Abrasión del agregado grueso</i>	71
<i>Tabla 20: Diseño de mezcla patrón</i>	72
<i>Tabla 21: Pesos corregidos para 6 testigos de concreto</i>	72
<i>Tabla 22: Diseño de mezcla adición 1%</i>	73
<i>Tabla 23: Pesos corregidos para 6 testigos de concreto 5% nanosilice</i>	73
<i>Tabla 24: Diseño de mezcla patrón</i>	74
<i>Tabla 25: Pesos corregidos para 6 testigos de concreto 3% nanosilice</i>	74
<i>Tabla 26: Diseño de adición 5%</i>	75
<i>Tabla 27: Pesos corregidos para 6 testigos de concreto 5% nanosilice</i>	75

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura N° 1: Componentes del concreto.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura N° 2: Detalle de probetas para el diseño de mezcla.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura N° 3 : comparación de Slump vs tiempo en cada diseño.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura N° 4: comparación de resistencias obtenidas en cada diseño.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura N° 5: Grafico comparativo del precio.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura N° 6: Diagrama de fluidez.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura N° 7: Diagrama de fluidez.....</i>	<i>69</i>

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como principal objetivo determinar la variación de la fluidez y la resistencia a la compresión del concreto simple, $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, al sustituir parcialmente el cemento portland tipo I por partículas de nanosilice, para mejorar su resistencia a la compresión, y buscando así la reducción de costos en la elaboración del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. La presente es una investigación experimental desarrollada teniendo en consideración y cumplimiento de las normas técnicas del Concreto ASTM, MTC, ACI y NTP.

Se realizaron ensayos de los agregados a utilizar (granulometría, humedad natural, peso específico, peso unitario, abrasión) para el diseño de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ verificando que éstos cumplan con los parámetros de las normas técnicas peruana E.060 para concreto armada, un primer diseño denominado “diseño patrón” sin adición del nanosilice, posterior a esto se procedió a realizar mezclas con la adición del 1%, 3% y 5% de nanosilice que sustituyo parcialmente al cemento, todos los diseños se realizaron según norma ACI-211, una vez concluidos los diseños se moldeo los testigos de concreto para la realización del ensayo a la compresión axial, en la prensa, comparando los resultado obtenidos en cada uno los diseños de mezcla de concreto, asimismo se tomó la prueba de Slump para verificar la variación de esta en los 4 diseños antes mencionados, para los registros del resultados se utilizado como instrumento una ficha técnica de recolección de datos.

Se determinó finalmente que la adición de partículas de nanosilice mejoran la resistencia a la compresión del concreto simple y la trabajabilidad de este.

Palabras clave: Nanosilice, resistencia, Resistencia a la compresión, concreto simple.

ABSTRACT

The main objective of this research study is to determine the variation of fluidity and compressive strength of simple concrete, $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, by partially replacing type I portland cement with nanosilice particles, to improve its resistance to compression, and thus seeking to reduce overall costs. We carry out an experimental investigation using the technical standards of Concrete ASTM, MTC, ACI and NTP, complying with the physical and mechanical characteristics that they stipulate.

Tests of the aggregates to be used (granulometry, natural humidity, specific weight, unit weight, abrasion) were carried out for the concrete design $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ verifying that they comply with the parameters of the Peruvian technical standards E.060 For reinforced concrete, a first design called "pattern design" without adding the nanosilice, after this we proceeded to make mixtures with the addition of 1%, 3% and 5% of nanosilice that partially replaced the cement, all designs were made According to the ACI-211 standard, once the designs were completed, the concrete cores were molded to carry out the axial compression test, in the press, comparing the results obtained in each one of the concrete mix designs, the test was also taken of slump to verify the variation of this in the 4 aforementioned designs, for the records of the results a technical data collection sheet was used as an instrument.

It was finally determined that the addition of nanosilize particles improves the resistance to compression of simple concrete and its workability.

Keywords: Nanosilice, strength, Compressive strength, simple concrete.

INTRODUCCIÓN

El diseño de mezclas de concreto es un proceso que consiste de pasos dependientes entre sí, el concreto es el material más utilizado en la industria de la construcción y esto ha ido aumentando en los últimos años, está constituido por (cemento, agregados, agua y en algunos casos el uso de aditivos), lo que buscamos con esta investigación es mejorar la resistencia a la compresión del concreto simple $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ y la trabajabilidad con métodos nuevos y asimismo buscamos reducir los costos de elaboración.

El concreto se emplea para construir diversos tipos de estructuras, como viviendas, calles, puentes, túneles, presas, grandes edificios, pistas de aterrizaje, sistemas de riego y canalización, rompeolas, embarcaderos y muelles, aceras, bodegas, piscinas, etc., Haciendo el uso común de esta mezcla, es por ello que en la industria de la construcción día a día se busca la manera de mejorar la calidad de este material ya sea utilizando aditivos o diferentes métodos para que el concreto obtenga una mayor resistencia.

Las razones principales para que se use aditivos en la mezcla de concreto son: Incrementar la trabajabilidad del concreto, pero sin cambiar la cantidad de agua. Disminuir la cantidad de agua, pero sin modificar la trabajabilidad del concreto. Incrementar o reducir el tiempo de fraguado, reducir costos sin perder la resistencia.

Es por ello que en la investigación se determinó la resistencia a la compresión y la variación de la fluidez del concreto al sustituir parcialmente en porcentajes de 1%, 3% y 5% el cemento portland tipo I por partículas de nanosilice para un concreto simple con $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$.

CAPITULO I. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes de estudio

1.1.1. Antecedentes internacionales

Tobón y Restrepo (2019). "Comparative analysis of performance of portland cement blended with nanosilica and silica fume" (Artículo Científico). Revista Dyna.rev.fac.nac.minas.

La presente investigación denominada "análisis comparativo del desempeño del cemento portland adicionado con nanosilice y humo de sílice", en la presente investigación se evalúan propiedades físicas como fluidez, consistencia normal, tiempos de fraguado, calor de hidratación, y resistencia a la compresión de pastas y morteros de cementos portland tipo III colombiano reemplazado con nanosilice en porcentajes de 1%,3%,5% y 10%. Luego de realizar los trabajos en el laboratorio y sacar los resultados, se muestra que el nanosilice empieza a actuar y tiene una significativa influencia sobre las propiedades mecánicas en las mezclas de concreto a partir del 5% de sustituir el cemento por nanosilice y con un 10% de sustitución se alcanzan las mejorías en la resistencia a compresión hasta un 120% con respecto a la muestra de control en un día de curado, para tiempos mayores de curado las mejorías decrecen ligeramente llegando hasta un 80% , este porcentaje de mejoría permanece en la resistencia a compresión aun después de los 28 días de curado.

Loaiza y Diaz (2019). "Nanosilice como aditivo para el concreto – Caso Colombia" (Ponencia Internacional). Congreso Brasileiro de Concreto (IBRACON – 2019).

La industria de la construcción mantiene una relación directa con las exigencias del mundo, esta se reinventa como respuesta a las prioridades emergentes, los materiales alternativos como adiciones o reemplazos parciales del cemento en el concreto logran incrementar su desempeño, así como disminuir la huella de carbono. Entre las adiciones más importantes se

encuentran los nanomateriales que llegan con la tercera revolución industrial a transformar desde el interior la eficiencia del material, la nanosilice tiene como principal característica, reducir el contenido del cemento y favorecer las propiedades en estado fresco y en estado endurecido. Para la propiedad de trabajabilidad la cual es evaluada por el ensayo slump en donde se determina la fluidez del concreto y su facilidad de manejo en obra, específicamente se encontró que para concreto con adiciones de nanosilice en un 2% y 4% la trabajabilidad disminuye de un 40% al 60% respectivamente.

Molina y Garzón (2017). “Propiedades de Concretos y Morteros modificados con Nanomateriales: Estado del arte” (Artículo Científico). Revista Arquetipo.

En esta investigación se revisa los avances de la nanotecnología, en los campos de la arquitectura, la ingeniería civil y la industria de la construcción, con énfasis en los seis nanomateriales más utilizados en la industria como son el nanosilice (nano – SiO₂), el nano dióxido de titanio (nano –TiO₂), nano magnetita (nano – Fe₃O₄), nano carbonato de calcio (nano – CaCO₃), nano trióxido de aluminio (nano – AlO₃) y nanotubos de carbón (nano – Al₂O₃); se pudo observar que los efectos de adicionar nanosilice al concreto simple, mejora significativamente el rendimiento del concreto en todas las edades de curado, la resistencia a compresión se incrementó hasta en un 6%, especialmente a partir de los 28 días. Se concluye que la nanotecnología amplía las potencialidades del concreto y reduce su impacto ambiental, porque logra mayor resistencia mecánica con menores dimensiones que los elementos estructurales.

1.1.2. Antecedentes nacionales

Diaz (2019). “Análisis de la Influencia del Nanosilice en la resistencia y costos de producción de concretos convencionales elaborados con cemento Yura tipo I y IP en la ciudad de Arequipa - 2019” (Tesis de Pregrado). Universidad Católica de Santa María – Arequipa. Perú.

En la presente investigación realizada en la ciudad de Arequipa, se estudió la influencia del nanosilice (Gaia Nanosilice) en las propiedades de estado fresco y endurecido de concreto convencionales (resistencia a la compresión hasta 420 kg/cm²), analizando principalmente las propiedades las propiedades resistentes y el costo de producción de estos utilizando cemento Yura tipo I y cemento Yura tipo IP, además de agregados de la cantera “La Poderosa” con el fin de determinar si utilizando nanosilice en dosis del 0.5% y 0.7% se pueden obtener concreto más resistentes a un menor costo que los concreto con diseño patrón, los cuales no contaron con este aditivo en su elaboración. Los concretos estudiados se realizaron con relaciones agua cemento (a/c) de 0.65, 0.60 y 0.55. Los resultados indican que la nanosilice si influye notablemente en la propiedades de estado fresco y endurecido del concreto, el mayor incremento de resistencia a la compresión fue de 12.70% respecto al patrón y se observó en un concreto con relación agua/cemento de 0.55 y dosis de nanosilice al 0.7% elaborado con cemento Yura tipo I, con relación al análisis costo beneficio se ha encontrado que al adicionar nanosilice a concretos elaborados con cemento Yura tipo I resulta más beneficioso, que utilizarlo en concreto elaborados con cemento Yura tipo IP.

Caballero (2019). “Optimización del concreto mediante la adición de nanosilice empleando agregados de la cantera Añashuayco de Arequipa” (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa- Perú. Este estudio aborda el estudio experimental, Esta investigación propone una alternativa de solución al problema, incrementando la resistencia a la compresión del concreto mediante la adición de un aditivo denominado Nanosílice para alcanzar las resistencias de diseño requeridas y valores de permeabilidad óptimos. La investigación se desarrolló haciendo uso del estudio experimental para evaluar el comportamiento de la resistencia a compresión del Concreto elaborado con agregado de las canteras de Añashuayco, y adición de Nanosílice. El estudio se orientó a alcanzar concretos con resistencias de diseño de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ con la adición de 0.6%, 0.8%, 1.0% y 1.4% de aditivo Nanosílice para cada

diseño. Los ensayos se realizaron a los 7, 14 y 28 días para encontrar resistencias a la compresión.

Yehude y Pither (2018). “Estudio comparativo de la determinación de propiedades de resistencia en el concreto utilizando micro y nano sílice con agregados de la cantera Cutimbo - Puno” (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno. El objetivo de la presente investigación es la comparación del micro sílice y el nano sílice, con respecto a un concreto patrón, con un mismo agregado y observar sus propiedades de resistencia y su respectivo análisis de costos con microsíllice y nanosilice, para luego ser aplicado en la edificaciones de elevado niveles en la región de Puno y en obras ejecutadas por instituciones públicas. Los resultados indican que la resistencias aumentan en 45.71%, 50.40% y 51.32% incorporando nanosilice en 0.5%, 1% y 1.5%, se usó cemento portland tipo IP y su relación agua cemento es 0.40; se obtuvo la resistencia a compresión más alta a los 28 días con un resultado de 570.95 kg/cm².

Chileno (2017). “Relación del aditivo nanosilice en la resistencia del concreto en la urbanización Chorrillos – ciudad de Huancayo” (tesis de pregrado). Universidad Peruana Los Andes. Huancayo. Perú. La investigación realizada en la ciudad de Huancayo utilizo como aditivo en el concreto, dicho aditivo se relaciona con la resistencia a compresión del concreto, se realizaron cuatro diseños a 1%, 3% y 5% y la respectiva mezcla patrón, se obtuvieron resistencias con 1% se obtuvo 409 kg/cm², para un porcentaje de 3% se obtuvo 432 kg/cm² y para 5% se obtuvo 461 kg/cm².

1.1.3. Antecedentes Locales

Chuzón y Ramírez (2020). “Diseño de concreto $f'c=210$ kg/cm² adicionando nanosilice para mejorar su resistencia a la compresión” (Tesis pregrado). Universidad Cesar Vallejo - Tarapoto. Perú. Para elaborar la presente investigación se realizaron diseño de mezclas del concreto, se emplearon materiales de la ciudad de Tarapoto, el agregado grueso de la

empresa Barthe y el agregado fino de la cantera del río Huallaga, mientras que nuestro aditivo sílice fue conseguido desde la ciudad de Lima. Siendo todos los materiales llevados al laboratorio de la empresa ARGAD para la ejecución del proyecto. El mismo que fue trabajado teóricamente por capítulos, en la cuales se engloba la problemática de esta investigación, proponiendo los objetivos y nuestras posibles hipótesis para que al concluir los estudios de laboratorio se identifique si se llega o no al logro de los objetivos planteados. Se realizó una muestra de 24 especímenes de concreto, de las cuales 6 probetas están diseñadas en base a un concreto patrón y 18 probetas están diseñadas con la adición de nanosílice en proporciones de 1%, 3% y 5%, siendo analizados a edades de 7, 14 y 28 días; se obtuvo una resistencia a la compresión a 28 días de 213.9 kg/cm².

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Nanotecnología

Según Molina y Garzón (2017), el 29 de diciembre del año 1959 el científico norteamericano Richard Feynman quien recibiría el premio Nobel en el año 1965 dijo en una conferencia “there’s plenty of room at the bottom” (hay mucho sitio en el fondo), con esa frase se inicia el estudio de un mundo diminuto que abarca objetos que miden entre 1 y 999 nanómetros, es decir la millonésima parte de un metro. Algo supremamente reducido si consideramos que un cabello humano mide cerca de 10.00 nanómetros de diámetro. Luego de quince años después Norio Tanaguchi acuñó el término “nanotecnología” y a finales de la década de 1980, Erick Drexler definió y delimitó esa ciencia (p.19).

1.2.2. Nano - Aditivos.

Según los investigadores Loaiza y Díaz (2019), el nanosilice son partículas de dióxido de silicio SiO₂ cuya escala se encuentra entre los 1 y 10

nanómetros, generalmente poseen una forma esférica y su diámetro varía entre los 15 y 40 nanómetros. La sustitución parcial por cemento puede realizarse con nanosilice en polvo o líquida, siendo esta última la más viable dado que se basa en la suspensión de partículas lo que garantiza la dispersión del material. Para la obtención de las nanopartículas existen métodos que se agrupan según el cambio de orden de la magnitud de la partícula de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba, el primero hace referencia a la división de los sólidos a partes más pequeñas y la segunda a la fabricación a partir de átomos o entidades moleculares en una fase gaseosa o en solución (p.04).

1.2.3. Nanosilice

Según los investigadores Loaiza y Diaz (2019), el nanosilice son partículas de dióxido de silicio SiO_2 cuya escala se encuentra entre los 1 y 10 nanómetros, generalmente poseen una forma esférica y su diámetro varía entre los 15 y 40 nanómetros. La sustitución parcial por cemento puede realizarse con nanosilice en polvo o líquida, siendo esta última la más viable dado que se basa en la suspensión de partículas lo que garantiza la dispersión del material. Para la obtención de las nanopartículas existen métodos que se agrupan según el cambio de orden de la magnitud de la partícula de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba, el primero hace referencia a la división de los sólidos a partes más pequeñas y la segunda a la fabricación a partir de átomos o entidades moleculares en una fase gaseosa o en solución (p.04).

1.2.4. Efectos del nanosilice en la trabajabilidad del concreto.

Según los investigadores Loaiza y Diaz (2019), la incorporación de nanosilice afecta las propiedades del concreto en el estado fresco en la propiedad de la trabajabilidad lo cual es evaluada con el ensayo del slump, en donde se determina la fluidez del concreto y su facilidad de manejo en obra, específicamente se encontró que para concretos con adiciones de nano sílice en un 2% y 4% la trabajabilidad disminuye del 40% al 60% respectivamente, es decir la trabajabilidad del concreto mantiene una relación inversamente

proporcional con el porcentaje de adición del SiO₂. (p.05).

1.2.5. Efectos de la nanosilice en la resistencia a compresión del concreto

Según los investigadores Loaiza y Diaz, (2019), menciona que el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga axial de compresión por unidad de área, para concretos de alto desempeño los reemplazos parciales del cemento por nanosilice en cantidades menores del 3%, se encontró que hay una influencia positiva en la resistencia compresión para una edad de 28 días; para el caso del concreto convencional se han obtenido resistencias del orden del 17.5% y 23.15% para reemplazos parciales del 0.82% y el 1.63% respectivamente.(p.06).

1.2.6. Concreto

Según el investigador Caballero (2019), manifiesta que el concreto es un material petreo que se obtiene de la mezcla del cemento portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas especialmente la resistencia; la pasta se compone de agua, cemento, que reaccionan químicamente uniendo las partículas de los agregados, constituyendo un material homogéneo, algunas se añaden ciertas sustancias llamadas aditivos que mejoran o modifican algunas propiedades del concreto. Para lograr las mejores propiedades mecánicas el concreto debe contar con un esqueleto pétreo empacado lo más densamente posible y con la cantidad de pasta de cemento necesaria para llenar los huecos que este deje (p.10)

1.2.6.1. Propiedades mecánicas del concreto

a) Trabajabilidad.

Para el investigador Saavedra (2019), es la propiedad del concreto en estado fresco que determina cuanto esfuerzo se tendrá que aplicar para su manipulación, transporte, colocación, vibración o consolidación y acabado,

logrando mayor homogeneidad.

Para el investigador Riva (2010), esta propiedad no se puede medir, pues depende de muchos factores, tanto propios de las estructuras, como de los materiales componentes de la mezcla, su determinación depende de la experiencia y conocimientos de la persona encargada del diseño de mezclas.

b) Consistencia.

Según el investigador Rivva (2010), la consistencia define la facilidad con la que el concreto fresco podrá deformarse, dando así la posibilidad de que ocupe todos los espacios en el molde o encofrado donde se coloque, para su clasificación se realiza el ensayo de cono de Abrams o ensayo de asentamiento, por lo que se proponen tres clasificaciones como son la consistencia seca, asentamiento entre 1" y 2" (25 mm a 50 mm), consistencia plástica, se tiene un asentamiento entre 3" y 4" (75 mm a 100mm) y la consistencia fluida el cual tiene un asentamiento entre 6" a mas (150mm a mas).

c) Exudación.

Según el investigador Gutiérrez (2003), la exudación es conocida como sangrado consiste en que parte del agua de mezcla sube a la superficie del concreto recién vaciado o durante el proceso de fraguado, esto ocasiona diversos problemas, por ejemplo si la velocidad de evaporación es mayor a la exudación se pueden producir por contracción en la superficie, en cambio si la velocidad de evaporación es menor, la relación agua/cemento de la superficie aumentaría por lo que la zona afectada podría quedar porosa y con una menor resistencia al desgaste.

d) Segregación.

Según el investigador Abanto (2009), se define como la descomposición del concreto en las partes que lo constituyen, es decir cuando el agregado grueso se separa del agregado fino.

e) Cohesividad.

Según el investigador Rivva (2000), es aquella propiedad gracias a la cual se puede controlar el peligro de segregación durante la etapa de vaciado de la mezcla.

f) Resistencia a la compresión.

Según el investigador Gutiérrez (2003), el concreto se diseña para ciertas resistencias para cumplir su función estructural, la característica mecánica más importante de un concreto es su resistencia a la compresión simple, la cual es normalmente utilizada para juzgar su calidad. (p.17).

g) Resistencia a la tracción.

Según el investigador Gutiérrez (2003), es difícil es determinar la resistencia a tracción debido a que existe dificultad para sujetar las probetas, sin provocar esfuerzos de compresión, esto provocaría resultados irreales al tener el concreto sometido a más de un esfuerzo, por esto es utilizado actualmente el método brasilero o tracción indirecta (p.17).

h) Resistencia a la abrasión.

Según el investigador Pasquel (1998), la resistencia a la abrasión es la habilidad de una superficie de concreto de resistir el desgaste por roce y fricción (p.17).

1.2.6.2. Componentes del concreto

a) Cemento.

Según el investigador Saavedra (2019), es el material que al ser mezclado con agua forma el medio ligante que mantiene unidos los componentes del concreto, existen varios tipos de cemento, el uso de cada uno de estos dependerá de las necesidades del proyecto a realizarse, la normativa peruana contempla seis tipos de cemento portland, se tiene el tipo I para uso general cuando no se requiere propiedades especiales, tipo II para uso general cuando

se requiera moderada resistencia a los sulfatos, tipo II (MH) cuando se requiere moderado calor de hidratación y moderada resistencia a los sulfatos, cuando se requiere altas resistencias iniciales, tipo IV cuando se requiere bajo calor de hidratación, tipo V cuando se requiere alta resistencia a los sulfatos (p.17).

Según el investigador Pasquel (1993), en la actualidad en el Perú se fabrican los siguientes tipos de cementos del Tipo I, Tipo II, Tipo V, Tipo IP y Tipo IPM. Es interesante comentar que los cementos nacionales siguen los comportamientos típicos de largo plazo que es factible esperar de cementos fabricado en el extranjero. Por otro lado, los fabricantes locales tienen mucha experiencia en la elaboración del cemento.

b) Cementos Adicionados.

Según el investigador Saavedra (2019), los cuales son obtenidos al pulverizar clinker portland conjuntamente con otros materiales adicionados, los cuales son obtenidos al pulverizar clinker portland conjuntamente con otros materiales denominados adiciones, estos pueden ser la puzolana, la escoria, con la adición eventual de sulfato de calcio. Las adiciones contribuyen a mejorar las propiedades del cemento y su contenido está limitado norma específica correspondiente NTP 334. 001 del año 2011. La normativa peruana contempla los siguientes: cementos adicionados como son el cemento tipo IS cemento portland con escoria de alto horno, cemento tipo IP cemento portland tipo puzolánico, cemento tipo I (PM) puzolánico modificado, cemento portland tipo II es un cemento adicionado ternario, cemento portland del tipo Ico el cual es un cemento portland compuesto (NTP 334.090, del año 2013) (p.18).

c) Relación Agua/Cemento.

Según el investigador Gutiérrez (2003), es uno de los factores que más influyen en la resistencia del concreto, se sabe que una relación agua/cemento puede producir diferentes resistencias, estas dependerán del tipo del cemento y agregado usado (p.20),

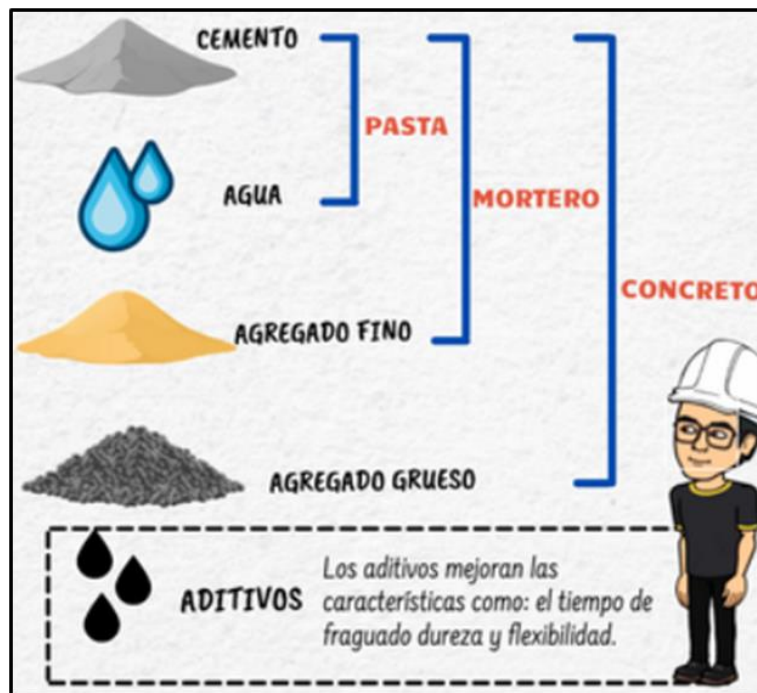
d) El agua en el concreto.

Para el investigador Pasquel (1993), se tiene conocimiento que el agua es un elemento esencial para la hidratación del cemento y el incremento de sus propiedades por lo tanto este debe cumplir requisitos para cumplir esta función en la combinación química sin ocasionar problemas colaterales si contienen ciertas sustancias que pueden dañar el concreto, complementariamente al evaluar el mecanismo de hidratación del cemento, vimos que añadiendo agua adicional mediante curado se produce hidratación adicional del concreto, el cual debe cumplir también con ciertas características y tiene tres funciones principales como son la de reaccionar con el cemento para hidratarlo, actuar como lubricante y procura a la estructura de vacíos necesarios en la pasta para que los productos de hidratación puedan desarrollarse (p.33).

e) El concreto y sus agregados.

Según el estudioso Pasquel (1993), la definición de los agregados se da como los componentes pasivos del concreto que son aglomerados por la pasta de cemento para formar la estructura resistente, ocupan casi las tres cuartas partes del volumen total, la calidad total de estos tienen es de suma importancia primordial en el producto final, la descripción de inactivo es de grado relativo porque si bien su intervención en las reacciones químicas entre el cemento y el agua para fabricar la pasta de cemento, siendo algunas veces tan importante como el cemento para obtener las propiedades particulares como son la resistencia, conductibilidad, durabilidad. Están organizadas comúnmente por partículas de minerales de arenisca, granito, basalto o cuarzo y sus combinaciones de ellas, las características físicas y químicas tienen una elevada influencia en las propiedades del concreto (p.69).

Figura N° 1: Componentes del concreto



Fuente: Sanitary Engineer

5.2.9.6 Organización de los agregados en el concreto.

Según el estudioso Pasquel (1993), se tiene la siguiente clasificación:

a) Por la gradación.

La gradación es una cantidad volumétrica de las partículas, que contiene el concreto, se ha constituido la distribución entre agregado grueso (piedra) y agregado fino (arena), todo está en función a las partículas mayores y a las menores de 4.75 mm (Malla Standard ASTM N°04). Esta apropiada clasificación responde a las apreciaciones del tipo práctico ya que las técnicas de tratamiento de los agregados (zarandeo, chancado) propenden a seleccionar de esta forma, con el objetivo de poder establecer una observación más precisa en su procesamiento y empleo.

b) Por su lugar de origen pueden ser agregados naturales o artificiales.

Estos agregados se forman en mérito a las transformaciones geológicas naturales que han acontecido en el planeta a través de los años y que son extraídos, seleccionados y procesados para mejorar su utilización en la fabricación del concreto, estos son los agregados de uso más habitual a nivel mundial y de uso corriente en el

país por sus amplios recursos tanto en calidad como en cantidad. Con respecto a los agregados artificiales que provienen de una evaluación de los agregados naturales que procede de las canteras que con un procedimiento adicional los cuales se habilitan para emplearse en la producción del concreto, algunos agregados de este tipo son las escorias de altos hornos, la arcilla horneada, el concreto reciclado, la microsílíce, etc. El grado de utilización de los materiales es extenso en la envergadura en la se va investigando y desarrollando otros materiales.

c) Por su densidad.

Se tiene como definición de densidad a la gravedad específica, es decir la división del peso entre el volumen de solidos mencionados a la densidad del agua en condiciones normales con una gravedad especifica que oscila entre los 2.5 a 2.75, los agregados ligeros tienen como gravedad especifica menor al 2.5 y los agregados pesados tienen una gravedad especifica superior a 2.75. Cada uno de estos tipos de agregados manifiesta diversos comportamientos con respecto al concreto, habiéndose establecido técnicas y métodos de diseño y uso para cada caso.

1.2.7. Aditivos Nanotecnológicos.

Según el investigador Caballero (2019), se define como aditivos nanotecnológicos son materiales con propiedades morfológicas más pequeñas que un micrómetro en al menos una dimensión, algunos autores restringen su tamaño de 1 a 100 nanómetros, una definición lógica situaría la nana escala entre la micro escala (1 micrómetro) y la escala atómica molecular (alrededor de 0.20 nanómetros). Mientras que un material del orden micrómetro aun presenta propiedades similares a la de un sólido volumétrico, estos aditivos nanotecnológicos pueden tener diferentes tamaños, formas, naturaleza química y diferente procedencia natural, incidental o artificial (p.30).

1.2.8. Clasificación de los Aditivos Nanotecnológicos.

Según el investigador Caballero (2019), los nanomateriales de pueden clasificar en cuatro tipos, como son los materiales de dimensión cero, las tres dimensiones se ubican en la dimensión nanométrica, esta corresponde las nanoparticulas. De una dimensión teniendo una longitud variable, conservan una sola dimensión en el régimen de los nanómetros como los casos del nano alambre y el nanotubo, de dos

dimensiones con áreas de tamaño definido, mantienen un orden definido de 1 a 100 nanómetros como en el caso de películas delgadas y por último de tres dimensiones en que los sólidos tridimensionales están formados por unidades nanométricas. El concreto con adición de nanosilice es uno de los nanomateriales que al estar correctamente diseñados y desarrollados se obtiene nanomateriales con resultados superiores y más económicos que los materiales tradicionales, debido a la consolidación y refuerzo de propiedades de la materia a un nivel mil veces más pequeño que el antiguo nivel (p.20).

1.2.9. Efectos de los Aditivos Nanotecnológicos en el Concreto.

Según el investigador Caballero (2019), el efecto que produce la adición del óxido de silicio SiO_2 en el concreto, es que mejora la trabajabilidad del concreto adicionando un superplastificante, se tiene un concreto más impermeable, incremento de la resistencia a la compresión hasta un 26% en un lapso de 28 días, incremento a la resistencia a la flexión y por último incremento de la velocidad de fraguado. Con respecto al óxido de titanio (TiO_2) el efecto que produce la adición de este aditivo en el concreto es que mejora la capacidad de auto limpieza, mejora la capacidad de eliminar agentes contaminantes en el medio ambiente como el dióxido de nitrógeno (NO_2) y el dióxido de carbono (CO_2), produciéndose el fenómeno de la fotocatalisis, acelera la hidratación a edad temprana del cemento y por último se incrementa las resistencias a compresión, flexión y abrasión de concreto. Al utilizar el aditivo denominado óxido de hierro (Fe_2O_3) el efecto que produce este aditivo en el concreto es la auto detección de la tensión a compresión soportada, control en tiempo real del estado tensional sin utilizar sensores y por último adicionando óxido de aluminio (Al_2O_3), se incrementa el módulo de elasticidad hasta el 140%. adicionando un 5% (p.23).

1.2.10. Resistencia del concreto.

Según Caballero (2019), se tiene como definición de resistencia, es la propiedad que presenta un cuerpo, elemento, material o estructura para soportar cargas, en ese sentido la compresión es el esfuerzo que soporta un cuerpo a ser presionado por fuerzas que tienden a acortarlo. En ingeniería el ensayo a compresión se obtiene a partir de cilindros de concreto que a los 28

días son sometidos a prueba donde se espera que alcancen su máxima resistencia. Se utiliza para determinar la resistencia de un material o su deformación ante un esfuerzo a compresión (p.11).

1.2.11. Fluidez del concreto.

Según Proyectos, apuntes y normas técnicas de Ingeniería Civil (2010): La fluidez es una medida de la consistencia de la pasta de cemento expresada en términos del incremento del diámetro de un espécimen moldeado por un medio cono, después de sacudir un número determinado de veces.

Esta prueba de consistencia, llamada también Ensayo de Revenimiento, de Asentamiento o Slump test, consiste en compactar una muestra de concreto fresco en un molde tronco-cónico, midiendo el asiento o descenso de la mezcla luego de desmoldarlo.

1.3. Definición de términos básicos

Instituto de Gerencia y Construcción (2010) en su libro denominado “Materiales de Construcción”, define el al clinker como un producto por calcinación de material primas, calizas y arcillosas adecuadamente dosificadas (p.7).

Instituto de Gerencia y Construcción (2010) en su libro denominado “Materiales de Construcción” define los tipos de cementos según la norma NTP 334.009 y ASTM C-150-99, como del tipo I de uso general y sin propiedades especiales, del tipo II uso general y cuando se desea una moderada resistencia a los sulfatos, del tipo III para tener altas resistencias iniciales y elevado calor de hidratación y el tipo IV para tener altas resistencias a los sulfatos (p.14).

Instituto de Gerencia y Construcción (2010) en su libro denominado “Materiales de Construcción” define como adición a los materiales minerales que se incorporan al cemento generalmente en molienda conjunta con ciertas rocas naturales o no, que actúan aumentando las propiedades hidráulicas del cemento o mejorando ciertas cualidades debido a una adecuada granulometría

(p.15).

Instituto de Gerencia y Construcción (2010) en su libro denominado “Materiales de Construcción” define como aditivo acelerante a aquel que acelera el fraguado y/o desarrolla una rápida resistencia inicial del mortero y concreto (p.15).

Instituto de Gerencia y Construcción (2010) en su libro denominado “Materiales de Construcción” define como aditivo reductor de agua, es aquel que reduce la cantidad de agua de mezcla necesaria para producir concreto de una resistencia dada (p.15).

Instituto de Gerencia y Construcción (2010) en su libro denominado “Materiales de Construcción” define como aditivo reductor de agua y retardador de alto rango, es aquel que reduce en 12% o más la cantidad de agua necesaria para producir concreto dada y que retarda el fraguado del mismo (p.15).

Abanto (1995), en el libro de texto “Tecnología del Concreto – Teoría y Problemas” mantiene una definición al concreto como una mezcla de cemento portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas (p.35).

Abanto (1995), en su libro de texto “Tecnología del Concreto – Teoría y Problemas” nos comenta que el cemento y el agua reaccionan químicamente uniendo las partículas de los agregados, constituyendo un material heterogéneo, algunas veces se añaden ciertas sustancias llamadas aditivos que mejoran o modifican algunas propiedades del concreto. (p.18).

Abanto (1995), en su libro de texto “Tecnología del Concreto – Teoría y Problemas” nos comenta que el concreto simple como una mezcla de cemento portland, agregado fino, agregado grueso y agua; en la mezcla el agregado

grueso deberá estar envuelto en la pasta de cemento, el agregado fino debe rellenar los espacios entre el agregado grueso y a la vez estar recubierto por la pasta, (p13).

Abanto (1995), en su libro de texto “Tecnología del Concreto – Teoría y Problemas” nos comenta que el concreto armado, es el concreto simple lleva armaduras de acero como refuerzo y que está diseñado bajo la hipótesis de que los dos materiales trabajan conjuntamente, actuando la armadura para soportar los esfuerzos de tracción o incrementar la resistencia a compresión del concreto (p.14).

Abanto (1995), en su libro de texto “Tecnología del Concreto – Teoría y Problemas” nos comenta que el concreto estructural, es un concreto simple cuando esté dosificado, mezclado, transportado y colocado de acuerdo a especificaciones precisas que garanticen una resistencia mínima pre establecida en el diseño y una durabilidad adecuada (p.14).

Abanto (1995), en su libro de texto “Tecnología del Concreto – Teoría y Problemas” nos comenta que el concreto ciclópeo, se denomina así al concreto simple que esta complementado con piedras desplazadores del tamaño máximo de 10”, cubriendo hasta el 30% como máximo del volumen total, las partículas deben ser introducidas previa selección y lavado con el requisito indispensable de que cada piedra en su ubicación definitiva debe estar rodeada de concreto simple (p.15).

Abanto (1995), en su libro de texto “Tecnología del Concreto – Teoría y Problemas” define al concreto liviano, es el concreto elaborados con agregados livianos y su peso unitario varía desde 400 a 1700 kg/m³ (p.15).

Abanto (1995), en su libro de texto “Tecnología del Concreto – Teoría y Problemas” nos comenta que el concreto normal, son aquellos que están preparados con agregados corrientes y su peso unitario varia de 2300 a 2500

kg/m³, según el tamaño máximo del agregado el peso promedio es de 2400 kg/m³ (p.16).

Abanto (1995), en su libro de texto “Tecnología del Concreto – Teoría y Problemas” nos comenta que el concreto pesado, son aquellos que son preparados utilizando agregados pesados alcanzando el peso unitario entre 2800 a 6000 kg/m³, generalmente se utilizan agregados como minerales fierro como la magnetita, limonita y hematita, se utiliza en paredes de bóvedas y cajas fuertes, en pisos industriales y en la fabricación de contenedores para desechos radiactivos (p.16).

Abanto (1995), en su libro de texto “Tecnología del Concreto – Teoría y Problemas” nos comenta que el concreto premezclado, es un concreto que se dosifica en planta, que puede ser mezclado en la misma obra o en camiones mezcladores que es transportado a obra (p.16).

Abanto (1995), en su libro de texto “Tecnología del Concreto – Teoría y Problemas” nos comenta que el concreto prefabricado como elementos de concreto simple o armado fabricados en una ubicación diferente a su posición final en la estructura. (p.16).

Abanto (1995), en su libro de texto “Tecnología del Concreto – Teoría y Problemas” nos comenta que tanto el fraguado como la perdida de plasticidad que sufre la pasta de cemento, hay dos etapas del fraguado como son el fraguado inicial cuando la masa empieza a perder plasticidad y el fraguado final cuando la pasta de cemento deja de ser deformable y se convierte en un bloque rígido, el endurecimiento es el desarrollo lento de la resistencia. (p.17).

Rivva López (2010), en su libro de texto “Tecnología del concreto - Diseño de Mezclas”, nos comenta que los cementos contiene materiales pulverizados que poseen la propiedad de fraguar y endurecer por adición de una cantidad conveniente de agua, forman una pasta aglomerante capaz de endurecer tanto bajo el agua como en el aire (p.25).

CAPITULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Descripción del problema

En la última década la ciudad de Tarapoto viene experimentando su expansión urbana, un crecimiento acelerado de la población así como de su infraestructura y otras vinculadas con la industria de la construcción, el concreto es el material más utilizado especialmente, durante la última década, además de la elaboración de concretos, se necesita materias primas no renovables como son los agregados, todo esto se engloba a que nuestra sociedad está buscando el desarrollo sostenible, basado en el principio de supervivencia basado en el racionamiento de los recursos, por lo que el desarrollo sostenible se basa en tres pilares como son el desarrollo económico, el desarrollo social y la protección del medio ambiente (Caballero,2019).

Para resolver este problema y obtener nuestros objetivos de mejorar la fluidez y la resistencia a compresión del concreto simple de calidad $f'c = 210$ kg/cm², se va a utilizar las nanopartículas del sílice en la elaboración del diseño de la mezcla del concreto, simple de calidad $f'c = 210$ kg/cm², como componentes adicionales se obtendrá los agregados gruesos de la cantera del río Huallaga y el agregado fino de la cantera del río Cumbaza, en merito a que esta combinación es la más utilizada en la ciudad de Tarapoto por considerarla más económica para la construcción de viviendas sismorresistentes.

Desde el año 2000 se viene extrayendo grandes cantidades de agregados gruesos procedente del río Huallaga y agregado fino del río Cumbaza, dichos agregados son extraídos de los cauces de dichos ríos para la preparación del concreto que necesita la industria de la construcción en la provincia y región San Martín, en donde la industria de la construcción de edificios es cada vez mayor, por lo que no se está cumpliendo la aplicación del desarrollo sostenible y solamente dos de sus principios como son el desarrollo económico y el desarrollo social, por lo que resulta significativo el desarrollo de la presente investigación.

Por lo expuesto líneas arriba, se presenta que el problema específico a solucionar en la presente investigación se centra en la necesidad de encontrar nuevos insumos para mejorar la fluidez y elevar la resistencia a compresión del concreto simple $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y por último en mejorar la calidad de los recursos para la elaboración del concreto en el departamento de San Martín. En mérito a esto la presente investigación tiene un valor científico fundamental y como propuesta se tendría de valor que aporta las partículas de nanosilice al reemplazar el cemento portland en la elaboración de concreto simple $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y de esa forma mejorar la fluidez y resistencia a compresión del concreto a ser utilizado en la industria de la construcción en la ciudad de Tarapoto y alrededores.

2.2. Formulación del Problema

2.2.1. Problema General

¿La sustitución parcial del cemento por partículas de nanosilice nos permitirá mejorar la fluidez y resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$?

2.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuál será la variación de la fluidez y la resistencia a la compresión de un concreto simple con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, al reemplazar el cemento portland tipo I de forma parcial por partículas de nanosilice en los siguientes porcentajes del 1.0%, 3.0% y 5.0%?
- ¿Es posible determinar el porcentaje óptimo, de las partículas de nanosilice necesarios para la sustitución parcial del cemento portland tipo I y obtener una mejor fluidez y resistencia a la compresión del concreto simple $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$?
- ¿Cuánto es la diferencia de costos entre el concreto simple con sustitución óptima de partículas de nanosilice y el concreto patrón?

2.3. Objetivos.

2.3.1. Objetivo General

Determinar la variación de la fluidez y la resistencia a la compresión del concreto simple, $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, al sustituir parcialmente el cemento portland tipo I por partículas de nanosilice.

2.3.2. Objetivos Específicos

Determinar la resistencia a compresión y fluidez de un concreto simple con $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ al reemplazar el cemento portland tipo I parcialmente por partículas de nanosilice en los siguientes porcentajes de 1.0%, 3.0% y 5.0%.

Determinar el porcentaje óptimo de las partículas de nanosilice, el cual reemplazará parcialmente al cemento portland del tipo I para obtener una mejor fluidez y resistencia a la compresión del concreto simple $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Determinar los costos del concreto simple $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$ y del concreto optimo con sustitución parcial del cemento portland por partículas de nanosilice.

2.4. Justificación de la Investigación.

2.4.1. Por Valor Teórico.

La presente investigación se realiza con la finalidad de conocer los efectos sobre el uso de las partículas de nanosilice como un elemento que forma parte de la mezcla de concreto de simple $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, el cual reemplazará en forma proporcionada al cemento portland tipo I en porcentajes del 1.0%, 3.0% y 5.0%.

2.4.2 Por Utilidad Metodológica.

La elaboración y aplicación de cada una de las variables de investigación ya sea independiente (partículas de nanosilice) o dependiente (fluidez y

resistencia a la compresión) pretende de alguna manera adecuarse a los pasos del método científico para realizar estudios experimentales correlacionales en el ámbito de la ingeniería, el cual será validado estadísticamente en función de la muestra.

2.4.3 Por Implicancia Práctica.

El presente proyecto de investigación se está desarrollando porque existe la necesidad de mejorar la fluidez y elevar el nivel de la resistencia a compresión del concreto simple de resistencia a la compresión de $f'c = 210$ kg/cm², sin aumentar el precio de la elaboración del concreto simple por metro cubico y con ello utilizar los recursos de las partículas de nanosilice como alternativa en la construcción en el departamento San Martin.

2.4.4 Por Relevancia Social

El presente proyecto de investigación se realizará para mejorar la fluidez y la resistencia a la compresión del concreto y de esa forma se mejora la calidad de vida de la población del departamento de San Martin, teniendo especial énfasis en la ciudad de Tarapoto, ante la necesidad de tener un concreto de mejor calidad a un bajo costo de elaboración.

2.5. Hipótesis

2.5.1. Hipótesis general.

La sustitución parcial del cemento por partículas de nanosilice permitirá mejorar la fluidez y resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210$ kg/cm².

2.5.2. Hipótesis Específicas

- La variación de la resistencia a la compresión de un concreto simple con $f'c = 210$ kg/cm², al reemplazar el cemento de forma parcial por partículas de nanosilice en los siguientes porcentajes del 1.0%,3.0% y 5.0%, nos permitirá conocer una resistencia a la compresión elevada en comparación al concreto

simple.

- El porcentaje óptimo de las partículas de nanosilice en la sustitución parcial del cemento permitirá obtener una mejor resistencia a la compresión del concreto simple $f'c = 210 \text{ Kg/cm}$.
- El costo obtenido del concreto optimo por sustitución parcial del cemento por partículas de nanosilice, resulta menor en relación al costo obtenido del concreto simple $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

2.6. variables, Indicadores e Índices

2.6.1. Variable Independiente.

- Porcentaje de Partículas de Nanosilice.

2.6.2. Variables dependientes.

- Resistencia a la compresión.
- Fluidez del concreto.

2.7. Definición conceptual y operacional de las variables

2.7.1. Definición conceptual

Nanosilice.

“Son nanopartículas en un rango de 1 a 50 nanómetros de SiO_2 , amorfa insolubles en agua, el tamaño, la distribución de tamaños y el área superficial especifica son parámetros que se definen de acuerdo al proceso de síntesis.” Bjornstrom (2004).

Resistencia de compresión: ASTM C -39

“En la presente investigación se va a delimitar la resistencia a compresión del concreto de los testigos cilíndricos hechos en el laboratorio. Las probetas serán de 150 x 300 mm, el producto obtenido será considerado para verificar que la mezcla de concreto cumpla con los criterios, parámetros y la especificación requerida para el diseño de mezcla con una resistencia de $f'c =$

210 kg/cm², el resultado de prueba es el promedio, (Norma Técnica 339.034 – ASTM C39).

Fluidez del concreto: ASTM C - 1437

La fluidez es una medida de la consistencia de la pasta de cemento expresada en términos del incremento del diámetro de un espécimen moldeado por medio del cono.

2.7.2. Definición operacional

Nanosilice.

“La nanosilice son nanopartículas de SiO₂, amorfas e insolubles en el agua que se comercializa en forma líquida, la cual mezclada con otros compuestos facilita su transporte y trabajabilidad, al diluirla en agua se denomina sílice coloidal” (Cabanillas, 2020). Los porcentajes de aplicación serán: 1%, 3% y 5%.

Resistencia de compresión

“Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento, la resistencia a la compresión de un material que falla debido a la rotura de una fractura, se puede definir en límites bastantes ajustados como una propiedad independiente”.

Fluidez del concreto: ASTM C – 1437

El ensayo para determinar la fluidez (ASTM - 1437), se realiza sobre una base rígida nivelada de diámetro mínimo de 915 ml, se llena el concreto en un molde cónico normado, luego se golpea la superficie del nivel de concreto con un movimiento de corte de la varilla lisa, se retira el molde levantándolo verticalmente en un tiempo máximo de 3 segundos, se espera que el concreto deje de fluir y se mide el diámetro más grande del círculo formado por el concreto.

2.8. Operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unid. medición
Indep. Nano partículas de Sílice	“La nanosilice son nanoparticulas de Sio ₂ , amorfas e insolubles en el agua que comercializa en forma líquida, la cual mezclada con otros compuestos facilita su transporte y trabajabilidad al diluirla en agua se denomina sílice coloidal” (Cabanillas, 2020)	Se sustituirá en 1.0%, 3.0% y 5.0% del cemento por la partícula de nanosilice, en las mezclas de concreto para las probetas correspondientes y consecuentemente, se medirá los valores de la resistencia al esfuerzo a compresión.	Características físicas y químicas de las partículas de nanosilice	Densidad	Kg/m ³
				Superficie	cm ²
				Resistencia a la compresión.	Kg/cm ²
			1.0%, 3.0% y 5.0% de nanosilice como reemplazo del cemento.	Espectrofotometría de absorción	%
				Cemento (100%, 99.0 %, 97.0 %, 95.0%)	%
				Agregado Gueso (100%)	%
Agua (100%)	%				
Depend. Resistencia a compresión (ASTM C – 39)	Se va a delimitar la resistencia a compresión del concreto de los testigos cilíndricos hechos en laboratorio, las probetas serán de 150 x 300 mm, Se coloca la muestra en un cono en dos capas que son compactadas por una varilla se deja y luego se realiza 25 golpes y se realizan cinco medidas.	Se elaborarán 24 probetas. El primer grupo tendrá seis, el segundo grupo tendrá seis, el tercer tendrá seis y el grupo de control tendrá seis probetas. Se extraerá un kilogramo del grupo experimental N°01, N°02. Y N°03. Además, se extraerá la muestra de un kilogramo de la mezcla del grupo de control.	Características de los agregados	Contenido de humedad	%
				Granulometría	%
				Peso específico	Kg/cm ³
			Resistencia a la compresión. Mediciones Presupuesto	Peso unitario	N/m ³
				Absorción.	%
				Rotura de probetas a los 7, 14, 28 días, con curado en agua.	Kg/cm ²
Metro	Metro	M			
	Costos unitario por Kg de concreto	S/.			
Fluidez (ASTM C – 1437)	La fluidez es una medida de la consistencia de la pasta de cemento expresada en términos del incremento del diámetro de un espécimen moldeado por medio del cono	Se tomara ensayos de asentamiento cada ½ hora de los cuatro diseños que consiste en compactar una muestra de concreto fresco en un molde tronco-cónico, midiendo el asentamiento o descenso de la mezcla luego del desmolde.	Fluidez	Slump	Pulg.

CAPITULO III: METODOLOGIA

3.1. Tipo y Diseño de Investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Para esta investigación se aplicará la metodología experimental, en merito a este estudio el investigador tiende a manejar la variable independiente (nanopartículas de sílice SiO₂) para luego analizar y controlar el aumento o disminución que estas tienen sobre las variables dependiente (resistencia a la compresión y fluidez del concreto) (FLEISS, 2013; O' BRIEN, 2009 Y GREEN, 2003). En la presente Tabla N°01, se muestra un modelo del esquema de diseño experimental.

Esquema de diseño de investigación con respecto a la resistencia a compresión.

GE(1):	X ₁ (Muestra patrón + 1.0% de nanosilice)	O1(7d)	X ₁ (Muestra patrón + 1.0% nanosilice)	O2(14d)	X ₁ (Muestra patrón + 1.0% nanosilice)	O3(28d)
GE (2):	X ₂ (Muestra patrón + 3.0% nanosilice)	O1(7d)	X ₂ (Muestra patrón + 3.0% nanosilice)	O2(14d)	X ₂ (Muestra patrón + 3.0% nanosilice)	O3(28d)
GE (3):	X ₃ (Muestra patrón + 5.0% nanosilice)	O1(7d)	X ₃ (Muestra patrón + 1. nanosilice)	O2(14d)	X ₃ (Muestra patrón + 5.0% nanosilice)	O3(28d)
GC (0):	X ₄ Muestra Patrón 0%	O1(7d)	X ₄ Muestra Patrón 0%	O2(14d)	X ₄ Muestra Patrón 0%	O3(28d)

Fuente: Elaboración propia de los tesistas, 2021.

Dónde:

GE: Grupo experimental

GC: Grupo de control (Muestra patrón).

X1: Muestra patrón + 1.0% partículas de nanosilice. X2: Muestra patrón + 3.0% partículas de nanosilice. X3: Muestra patrón + 5.0% partículas de nanosilice

O1, O2, O3 medición.

3.1.2. Diseño de investigación

Esquema de diseño de investigación con respecto a la fluidez del concreto.

GE(1):	X ₁ (Muestra patrón + 1.0% de nanosilice)	O1(0.5 h)	X ₁ (Muestra patrón + 1.0% nanosilice)	O2(1h)	X ₁ (Muestra patrón + 1.0% nanosilice)	O3(2h)
GE(2):	X ₂ (Muestra patrón + 3.0% nanosilice)	O1(0.5 h)	X ₂ (Muestra patrón + 3.0% nanosilice)	O2(1h)	X ₂ (Muestra patrón + 3.0% nanosilice)	O3(2h)
GE(3):	X ₃ (Muestra patrón + 5.0% nanosilice)	O1(0.5 h)	X ₃ (Muestra patrón + 1. nanosilice)	O2(1h)	X ₃ (Muestra patrón + 5.0% nanosilice)	O3(2h)
GC(0):	X ₄ Muestra Patrón 0%	O1(0.5 h)	X ₄ Muestra Patrón 0%	O2(1h)	X ₄ Muestra Patrón 0%	O3(2h)

Fuente: Elaboración propia de los tesistas, 2021.

Dónde:

GE: Grupo experimental

GC: Grupo de control (Muestra patrón).

X₁: Muestra patrón + 1.0% partículas de nanosilice. X₂: Muestra patrón + 3.0% partículas de nanosilice. X₃: Muestra patrón + 5.0% partículas de nanosilice O1, O2, O3 medición.

3.2. Población y Muestra

3.2.1. Población

La población para este proyecto de investigación serán los 24 especímenes de concreto.

3.2.2. Muestra.

La muestra será considerada de 6 probetas para cada grupo

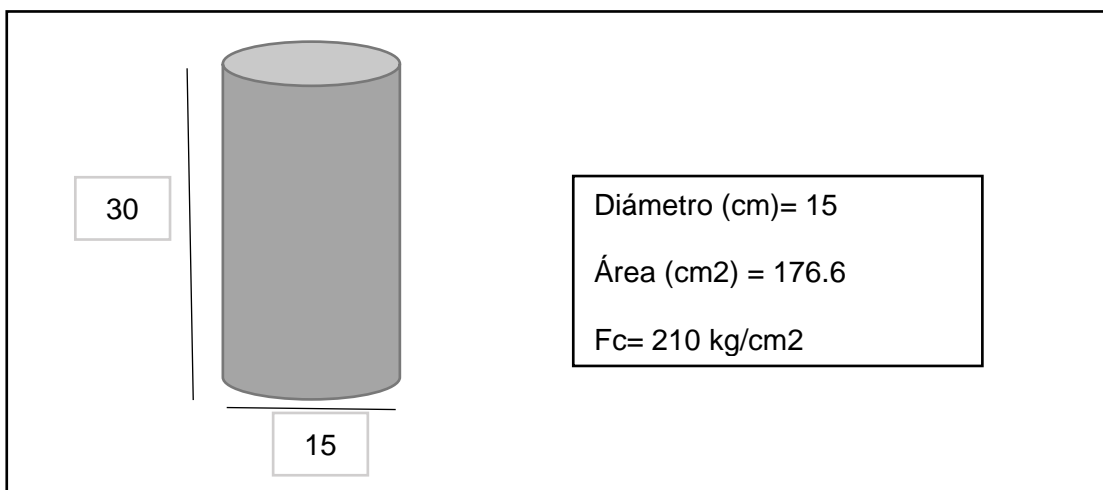
experimental. De las seis probetas (6) serán con concreto patrón, seis probetas (6) adicionado partículas de nanosilice al 1.0%, seis probetas (6) adicionando partículas de nanosilice al 3.0% y seis probetas adicionando partículas de nanosilice al 5.0% (6+18 = 24 especímenes cilíndricos en total). 24 probetas prismáticas de concreto (0.50m x 0.15m x 0.15m), 6 serán con concreto patrón y 18 adicionando partículas de nanosilice, al 1.0%, 3.0% y 5.0% (6+18 = 24 especímenes prismáticos en total).

Tabla 1: Muestras cilíndricas de concreto

TIPO / DESCRIPCIÓN	Cantidad	% de partículas de nanosilice	Días de rotura	Total
Probetas cilíndricas de concreto para ensayos a compresión y fluidez	2	1.0%	7	6
			14	
			28	
	2	3.0%	7	6
14				
28				
2	5.0%	7	6	
		14		
		28		
2	0%	7	6	
		14		
		28		
		TOTAL		24

Fuente: Elaboración propia de los tesistas.

Figura N° 2: Detalle de probetas para el diseño de mezcla.



Fuente: Elaboración de los tesistas

3.3. Técnicas, Instrumentos y Procedimientos de Recolección de Datos

3.3.1. Técnicas de Recolección de Datos

Se utilizará los reglamentos y normas técnicas del concreto: SUCS, ASTM, ACI. Se contará, además, del laboratorio para desarrollar los ensayos respectivos.

3.3.2. Instrumentos de Recolección de Datos

Probetas, programa Excel, software de procesamiento de datos estadísticos, costos y presupuestos S10.

3.3.3. Procedimientos de Recolección de Datos

Se utilizarán las normas actuales emitidas por el gobierno nacional y entidades internacionales.

Tabla 2: *Técnica, instrumento y fuente*

Técnicas	Instrumento	Fuente
“Mejoramiento de la fluidez y resistencia del concreto simple con la aplicación del nanosilice, Tarapoto 2021.	Ficha técnica de recolección de datos.	Elaboración de los tesisistas
Apreciación de las propiedades de diseño de mezcla.	Ficha técnica de recolección de datos.	Elaboración de los tesisistas
Ensayo de compresión aplicando partículas de nanosilice al concreto simple	Ficha técnica de recolección de datos.	Elaboración de los tesisistas

Fuente: Elaboración propia de los tesisistas

3.4. Procesamiento de datos y análisis estadísticos

La investigación documental será a través de fichas de control que serán resumidas y procesadas mediante el uso de las herramientas del programa estadísticos.

La observación directa del presente proyecto de investigación será a través de fichas de observación que serán resumidas y procesadas en el uso de las herramientas del programa Excel.

Finalmente, los resultados obtenidos en el laboratorio y toda la información procesada se ordenarán adecuadamente para poder formular el documento final.

Tabla 3: Ficha técnica

FICHA TÉCNICA

FECHA:

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LA FLUIDEZ Y RESISTENCIA DEL CONCRETO SIMPLE CON LA APLICACIÓN DE NANOSÍLICE, TARAPOTO 2021."

*** Datos necesarios para elaborar el diseño de mezcla del concreto según método ACI - 211**

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL MATERIAL

CARACTERÍSTICAS	AG. FINO	AG. GRUESO	CEMENTO	NANO SÍLICE
PESO ESPECÍFICO (Kg/m ³)				
PESO UNITARIO SUELTO (Kg/m ³)				
PESO UNITARIO VARILLADO (Kg/m ³)				
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)				
ABSORCIÓN (%)				
MODULO DE FINEZA				

1. Características de los agregados para la elaboración del concreto con F'c = 210 kg/cm²

2. Pesos necesarios para la elaboración de concreto F'c = 210 kg/cm²

Descripción	Unidad de medida	Concreto convencional	Adición partículas de Nano sílice 1%	Adición partículas de Nano sílice 3%	Adición partículas de Nano sílice 5%
CEMENTO	Kg.				
AGREGADO GRUESO	Kg.				
AGREGADO FINO	Kg.				
AGUA	Lts.				
NANO SÍLICE	kg				

3. Determinación de asentamiento

DISEÑO	slump
Concreto convencional	
Adición partículas de Nano sílice 1%	
Adición partículas de Nano sílice 3%	
Adición partículas de Nano sílice 5%	

***consistencia según asentamiento**

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO
SECA	0" - 2"
PLÁSTICA	3" - 4"
FLUIDA	5" - 6"

4. Promedio de Resistencia

Cilindro	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Lectura Dial (kg)	Carga Total (Kg)	Resistencia (Kg/cm ²)	Resistencia (%)

***Resistencia mínima según edades**

DÍAS DE ENSAYO	RESISTENCIA MINIMA (%)
7	70%
14	85%
28	100%

OBSERVACIONES:

.....

.....

.....

.....

.....

Fuente: Elaboración propia de los tesistas.
Recuperado del comité ACI-211

CAPITULO IV. RESULTADOS

En este capítulo de la del trabajo de investigación trataremos sobre los resultados obtenidos sobre los grupos de control y a los grupos experimentales para conocer su resistencia a la compresión, la fluidez del concreto simple, así como el costo de elaboración.

4.1. Determinación de la resistencia a compresión y fluidez de un concreto simple con $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ al reemplazar el cemento portland tipo I parcialmente por partículas de nanosilice en los siguientes porcentajes 1.0%, 3.0% y 5.0%.

Tabla 4: Determinación de la Resistencia a la compresión 7 días.

DISEÑO	Edad (días)	Lectura Dial (kg)	Resistencia (Kg/cm ²)	Resistencia (%)	Promedio total (Kg/cm ²)
Convencional	7	29700	167.7	79.9	168.3
	7	29890	168.8	80.4	
Adición nanosilice 1%	7	31640	178.8	85.1	179.3
	7	31820	179.8	85.6	
Adición nanosilice 3%	7	33180	187.5	89.3	188.2
	7	33430	188.9	90.0	
Adición nanosilice 5%	7	35620	201.4	95.9	201.7
	7	35500	200.7	95.6	

Fuente: Elaboración Propia.

Análisis: de la tabla 4 podemos deducir que al sustituir parcialmente al cemento por partículas de nanosilice en proporciones de 1%; 3% y 5% el porcentaje de resistencia a compresión del concreto a 7 días de curado con la adición de 1% de nanosilice se alcanza 179.3 kg/cm de resistencia a la compresión; con la adición de 3% de nanosilice se alcanza 188.2 kg/cm de resistencia a la compresión, y por ultimo con la adición del 5% de nanosilice alcanza 201.7 kg/cm de resistencia a la compresión respectivamente, se observa que la adición de particulas de nanosilice influyen positivamente con respecto a concreto patrón cuyo resultado es de 168.3 kg/cm.

Tabla 5: Resistencia a la compresión 14 días

DISEÑO	Edad (días)	Lectura Dial (kg)	Resistencia (Kg/cm ²)	Resistencia (%)	Promedio (Kg/cm ²)
Convencional	14	32750	185.1	88.1	185.5
	14	32890	185.9	88.5	
Adición nanosilice 1%	14	34630	195.8	93.2	196.3
	14	34810	196.8	93.7	
Adición nanosilice 3%	14	36440	206.1	98.1	206.9
	14	36750	207.8	99.0	
Adición nanosilice 5%	14	38640	218.6	104.1	219.2
	14	38860	219.8	104.7	

Fuente: Elaboración Propia

Análisis: de la tabla 5 podemos deducir que al sustituir parcialmente al cemento por partículas de nanosilice en proporciones de 1%; 3% y 5% el porcentaje de resistencia a compresión del concreto a 14 días de curado con la adición de 1% de nanosilice se alcanza 196.3 kg/cm de resistencia a la compresión; con la adición de 3% de nanosilice se alcanza 206.9 kg/cm de resistencia a la compresión, y por ultimo con la adición del 5% de nanosilice se alcanza 219.2 kg/cm de resistencia a la compresión respectivamente, se observa que la adición de partículas de nanosilice influyen positivamente con respecto a concreto patrón cuyo resultado es de 185.5kg/cm

Tabla 6: Resistencia a la compresión 28 días

DISEÑO	Edad (días)	Lectura Dial (kg)	Resistencia (Kg/cm ²)	Resistencia (%)	Promedio (Kg/cm ²)
Convencional	28	42360	239.7	114.2	239.1
	28	42150	238.6	113.6	
Adición nanosilice 1%	28	43800	247.9	118.1	246.0
	28	43120	244.1	116.2	
Adición nanosilice 3%	28	45330	256.6	122.2	258.0
	28	45800	259.3	123.5	
Adición nanosilice 5%	28	49460	280.1	133.4	281.3
	28	49850	282.4	134.5	

Fuente: Elaboración Propia

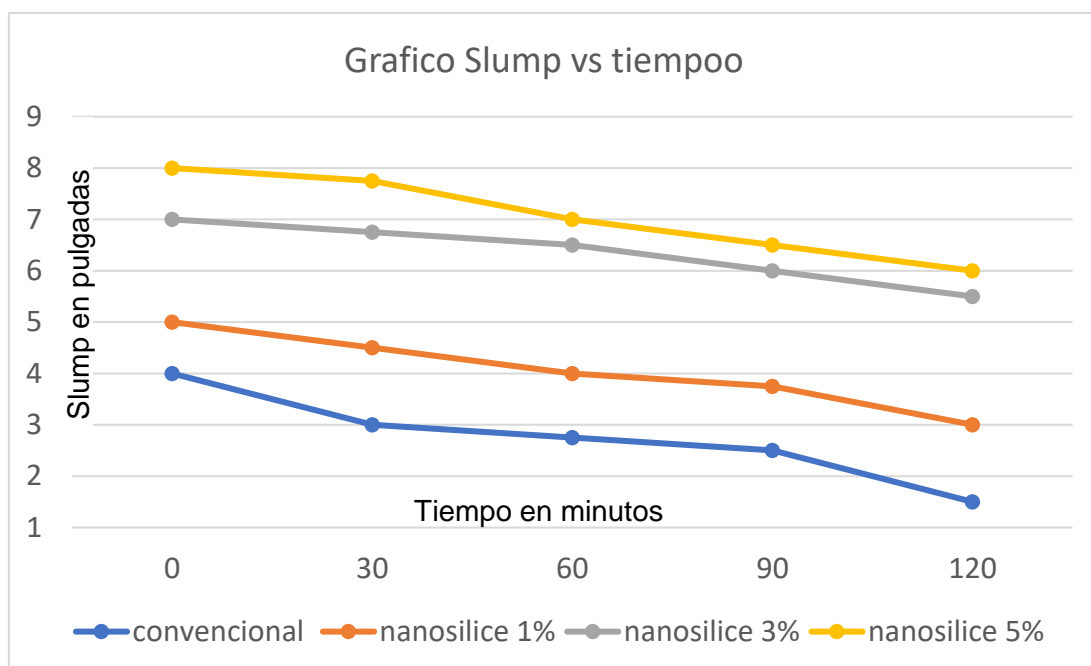
Análisis: de la tabla 6 podemos deducir que al sustituir parcialmente al cemento por partículas de nanosilice en proporciones de 1%; 3% y 5% el porcentaje de resistencia a compresión del concreto a 28 días de curado con la adición de 1% de nanosilice se alcanza 246.0 kg/cm de resistencia a la compresión; con la adición de 3% de nanosilice se alcanza 258.0 kg/cm de resistencia a la compresión, y por ultimo con la adición del 5% de nanosilice se alcanza 281.3 kg/cm de resistencia a la compresión respectivamente, se observa que la adición de partículas de nanosilice influyen positivamente con respecto a concreto patrón cuyo resultado es de 239.1kg/cm

Tabla 7: Fluidiz del Concreto: Slump vs tiempo

Slump vs tiempo				
Tiempo / Diseño	Slump Convencional	Slump con Adición nanosilice 1%	Slump con Adición nanosilice 3%	Slump con Adición nanosilice 5%
0'	4"	5"	7"	8"
30'	3"	4 ½"	6 ¾"	7 ¾"
60'	2 ¾"	4"	6 ½"	7"
90'	2 ½"	3 ¾"	6"	6 ½"
120'	1 ½"	3"	5 ½"	6"

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 3 : comparación de Slump vs tiempo en cada diseño



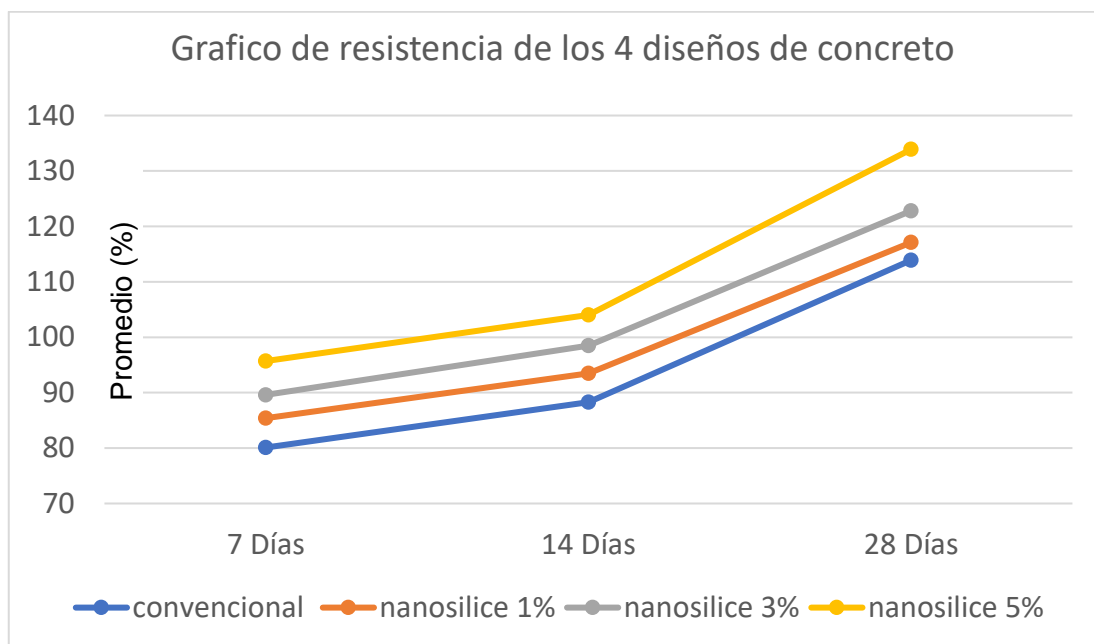
Fuente: Elaboración Propia

Análisis: de la tabla 8, podemos deducir que al sustituir parcialmente al cemento por partículas de nanosilice en proporciones de 1%; 3% y 5% el porcentaje, se obtiene una mayor fluidez del concreto de los grupos experimentales con respecto al concreto convencional o grupo patrón.

En los resultados de la fluidez de cada uno de los diseños de concreto con adición de partículas de nanosilice que reemplazan parcialmente al cemento en tres porcentajes 1%, 3%, 5% al concreto simple $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, tomados cada media hora a la mezcla de concreto se observó que cuanto más se adiciona las partículas de a nanosilice aumenta la fluidez del concreto mejorando la trabajabilidad de este.

4.2.- Determinación del porcentaje óptimo de las partículas de nanosilice el cual ha reemplazado parcialmente al cemento portland tupo I para la resistencia a la compresión del concreto simple.

Figura N° 4: comparación de resistencias obtenidas en cada diseño



Fuente: Elaboración propia de los tesisistas.

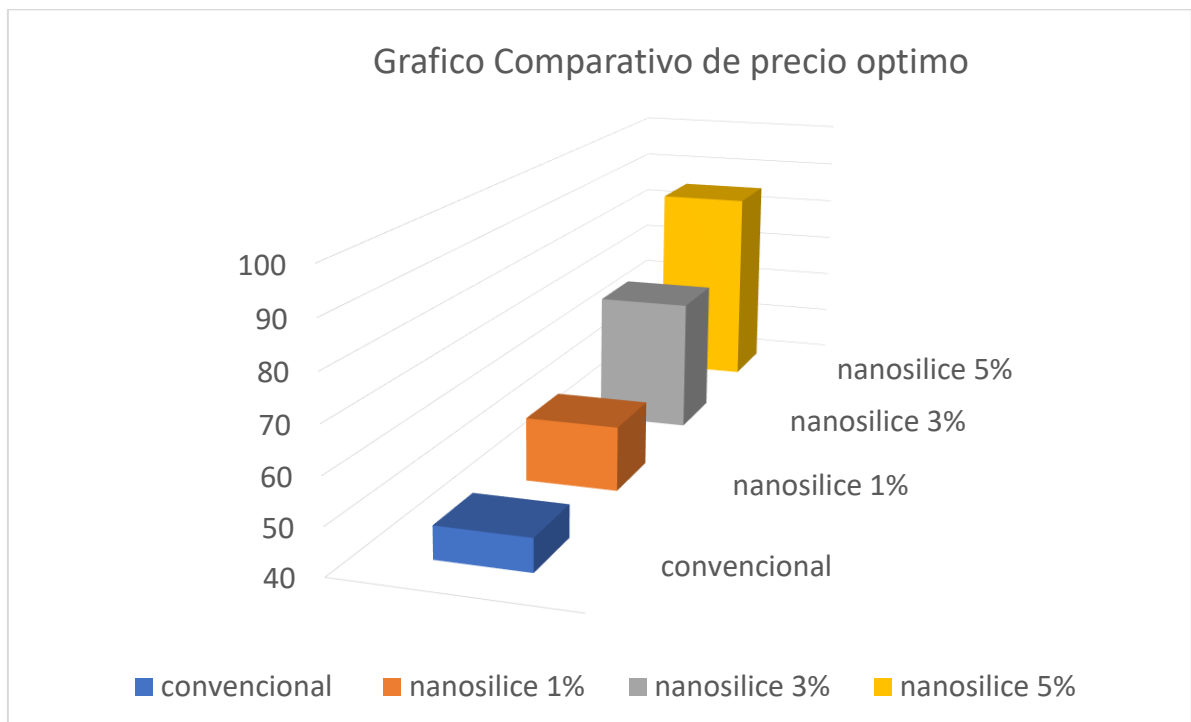
En la figura N°4: A los 7 días de curado se observa que la adición de nanosilice al 5% nos determina una resistencia a compresión de 95.7%; a los 14 días de curado la adición del 5% de nanosilice nos determina una resistencia a compresión de 104.4%, y por último a los 28 días de curado la adición del 5% de nanosilice nos determina una resistencia a la compresión de 133.9%, en base a estos antecedentes y observando el cuadro N°03 fluidez del concreto podemos determinar que el porcentaje de

nanosilice es al 5%

4.3 Determinación de los costos del concreto simple $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$ y del concreto optimo con sustitución parcial del cemento portland por partículas de nanosilice.

Al comparar los precios entre la muestra patrón y el porcentaje óptimo de partículas de nano sílice se ha apreciado el costo del porcentaje óptimo supera significativamente al costo del concreto sin incorporación de partículas de nanosilice Teniendo como precio al concreto patrón la suma de S/ 47.03 por kilogramo y el porcentaje óptimo de fibra partículas de nano sílice el monto de S/ 85.05 por kilogramo.

Figura N° 5: Grafico comparativo del precio



Fuente: Elaboración propia de los tesisistas.

5 CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.2 Conclusiones

- Según el objetivo específico N°1 La resistencia a la compresión correspondiente a la mezcla del concreto con 0% de partículas nanosilice a los 7 días se ha logrado obtener una resistencia de 168.3 kg/cm², a los 14 días se ha logrado obtener una resistencia de 185.5 kg/cm², a los 28 días se ha logrado obtener una resistencia de 239.1 kg/cm².
- La resistencia a la compresión correspondiente a la mezcla del concreto con 5% de partículas nanosilice a los 7 días se ha logrado obtener una resistencia de 201.1 kg/cm², a los 14 días se ha logrado obtener una resistencia de 104.4 kg/cm², a los 28 días se ha logrado obtener una resistencia de 281.3 kg/cm².
- La Fluidéz correspondiente a la mezcla del concreto con 0% de partículas nanosilice a las 0 horas se obtuvo un Slump de 4", a 1 hora se obtuvo un Slump 2 ³/₄", La Fluidéz correspondiente a la mezcla del concreto con 1% de partículas nanosilice a las 0 horas se obtuvo un Slump de 5", a 1 hora se obtuvo un Slump 4 ".
- La Fluidéz correspondiente a la mezcla del concreto con 3% de partículas nanosilice a las 0 horas se obtuvo un Slump de 7", a 1 hora se obtuvo un Slump 6", La Fluidéz correspondiente a la mezcla del concreto con 5% de partículas nanosilice a las 0 horas se obtuvo un Slump de 8", a 1 hora se obtuvo un Slump 6 ¹/₂",
- Según el objetivo específico N°2 el porcentaje óptimo que se ha determinado correspondiente a la sustitución parcial del cemento con partículas de nana sílice es al 5% puesto que, se ha obtenido una resistencia de 281.3 kg/cm² en comparación a los demás resultados, haciendo esto un porcentaje de 133.9%, lo que hace entender que al añadir mayor proporción partículas de nana sílice la resistencia a la

compresión tiende a aumentar.

- Según lo precisado en el Objetivo Específico N°3 el costo del concreto simple de calidad $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sin adición de partículas de nano sílice es de S/ 47.03 soles por kilogramo y el costo del concreto con adición optima de partículas de nano sílice es de S/ 85.05 por kilogramo, esto significa que el costo del concreto con adición de partículas de nano sílice es significativamente superior al del concreto simple diseñado sin agregar nanosilice.

5.3 Recomendaciones

- Realizar una investigación con un porcentaje de partículas de nanosilice mayor a 5%, dicho porcentaje remplazara parcialmente al cemento del concreto simple $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- Que el agregado fino (arena) debe ser limpia, libre de restos de orgánicos, arcilla, partículas escamosas, salitre y otras sustancias dañinas.
- Que el agregado Grueso (Grava) debe ser gradada, limpia, libre de restos de orgánicos, arcilla, partículas escamosas, salitre y otras sustancias dañinas.
- Utilizar el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de partículas de nanosilice remplazando parcialmente al cemento en un 5%, ya que al llegar a los 28 días la resistencia aumenta y alcanza una mayor resistencia requerida a lo que estipula la norma (NTP 339.034), ACI.
- Realizar un adecuado control de la trabajabilidad a emplear en el concreto debiéndose cumplir el Slump de diseño.
- En cuanto al costo, no es recomendable el uso de aditivo nanosilice en la preparación de concreto simple $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abanto (2009). "Tecnología del Concreto – Teoría y Problemas"
(Libro). Editorial San Marcos – Lima. Perú.
- Alata y Castro (2015). "Estudio de la Nanotecnología aplicados a los materiales de construcción modernos y como afecta su comportamiento en la industria. (Trabajo Monográfico). Universidad de Ciencias Aplicadas. Lima. Perú.
- Caballero (2019). "Optimización del concreto mediante la incorporación de Nanosilice, empleando agregados de la cantera Añashuayco de Arequipa." (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional San Agustín de Arequipa. Arequipa, Perú.
- Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI) - (Perú). Norma Técnica Peruana 399.601. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillos de concreto. Requisitos. Lima: NTP, 2006. 16 pp.
- Grech. (2001) .El diseño en ingeniería según el Institute of Industrial Engineers. (Libro). Introducción a la Ingeniería. Un enfoque a través del diseño. Prentice Hall. México.
- Gutiérrez (2003). El concreto y otros materiales para la construcción. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Colombia sede Manizales.
- Gonzales. (2004). Manual de supervisión de obras de concreto. Limusa: México. 2004.143 pp.ISBN.9681859073
- Hernández y et. al. Metodología de la investigación. 6edición. Editorial MC Graw: Hill/Interamericana Editores SA DE CV. 2014.

- Loaiza y Diaz (2019). “Nanosilice como aditivo para el concreto – Caso Colombia” (Ponencia Internacional). Congreso Brasileiro de Concreto (IBRACON – 2019).
- Molina y Garzón (2017). “Propiedades de concretos y morteros modificados con Nanomateriales: Estado del arte” (Artículo Científico). Revista Arquetipo N°14 del año 2017, páginas del 81 al 98.
- Muñoz (2008). Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis. [en línea]. México: Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. 1998. 86p. Disponible en:https://books.google.com.pe/books?id=1ycDGW3ph1UC&pg=PA84&dq=metod419&sa=X&ved=0ahUKEwjJsuXqj_TiAhVHRKwKHQIDC3EQ6AEILTAB#v=onepage&q=metodo%20de%20 analisis%20de%20datos&f=false. ISBN: 970-17-0139-9.
- Pasquel (1993). Tópicos de Tecnología de Concreto en el Perú. Consejo Departamental de Lima – Capitulo de Ingeniería Civil. Lima. Perú.
- Rimay (2017). Diseño de concreto fibroreforzado de $f'c=250\text{kg/cm}^2$ con fibra vegetal. (Tesis pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca – Perú. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1072>.
- Rivva Lopez (1992). Tecnología del Concreto – Diseño de Mezclas. (Libro). Capitulo Peruano del American Concrete Institute, Asociación de Fabricantes de Cemento, Capitulo de Ingenieros Civiles – Lima. Perú.
- Rivva Lopez (2010). Diseño de Mezclas de Concreto. Lima. Perú. Colegio de Ingenieros del Peru.

Saavedra Pérez (2019). Analisis de la Influencia de la Nanosilice en la resistencia y costo de producción de concreto convencionales elaborados con cementos Yura tipo I y tipo IP en la ciudad de Arequipa. Universidad Catolica de Santa María. Arequipa. Perú. <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/9610>

Tobón y Restrepo (2019). “Comparative analysis of performace of portland cement blended with nanosilica and silica fume” (Artículo Científico).Revista Dyna.rev.fac.nac.minas [online]. 2010, vol.77, n.163 [cited 2021-02-04], pp.37-46. Available from: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532010000300004&lng=en&nrm=iso>. ISSN 0012-7353.

Yehude y Pither (2018). “Estudio comparativo de la determinación de propiedades de resistencia en el concreto utilizando micro y nano sílice con agregados de la cantera Cutimbo - Puno” (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno

Anexo 01: matriz de consistencia

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Técnica e Instrumentos
<p>Problema general ¿La sustitución parcial del cemento por partículas de nanosilice permitirá mejorar la fluidez y resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$?</p> <p>Problemas específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál será la variación de la fluidez y la resistencia a la compresión de un concreto simple con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al reemplazar el cemento portland tipo I de forma parcial por partículas de nanosilice en los siguientes porcentajes del 1.0%, 3.0% y 5.0%? • ¿Es posible determinar el porcentaje óptimo de las partículas de nanosilice necesarios para la sustitución parcial del cemento portland tipo I y obtener una mejor fluidez y resistencia a la compresión del concreto simple de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$? • ¿Cuál es la diferencia de costos entre el concreto simple con sustitución óptima de partículas de nanosilice y el concreto patron? 	<p>Objetivo general Determinar la variación de la fluidez y la resistencia a la compresión del concreto simple $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir parcialmente el cemento portland tipo I por partículas de nanosilice”.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar la resistencia a compresión y fluidez de un concreto simple con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al reemplazar el cemento portland tipo I parcialmente por partículas de nanosilice en los siguientes porcentajes de 1.0%, 3.0% y 5.0% • Determinar el porcentaje óptimo de las partículas del nanosilice, el cual reemplazara parcialmente al cemento portland tipo I para obtener una mejor fluidez y resistencia a la compresión del concreto simple $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. • Determinar los costos del concreto simple $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y del concreto óptimo con sustitución parcial del cemento portland tipo I por partículas de nanosilice. 	<p>Hipótesis general: La sustitución parcial del cemento por partículas de nanosilice permitirá mejorar la fluidez y resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.</p> <p>Hipótesis específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La variación de la resistencia a la compresión de un concreto simple con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, al reemplazar el cemento de forma parcial por partículas de nanosilice en los siguientes porcentajes del 1.0%, 3.0% y 5.0%, permitirá conocer una resistencia a la compresión elevada en comparación al concreto simple • El porcentaje óptimo de las partículas de nanosilice en la sustitución parcial del cemento permitirá obtener una mejor resistencia a la compresión del concreto simple $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ • El costo obtenido del concreto óptimo por sustitución parcial del cemento por partículas de nanosilice, resulta menor en relación al costo obtenido del concreto simple $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ 	<p>Técnica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Normas técnicas del concreto. • Laboratorio de ensayos del concreto. <p>Instrumentos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formatos estandarizados. • Fichas de registro. • Equipos para ensayos de resistencia del concreto. • Hoja de cálculo Excel. • Minitab

Anexo 2: análisis de costos de materiales

COSTO UNITARIO POR M3 DE CONCRETO CONVENCIONAL (CONCRETO PATRÓN)				
INSUMOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
CEMENTO	BIS.	8.07	25.00	201.75
PIEDRA	M3	0.51	70.00	35.77
ARENA	M3	0.62	40.00	24.92
AGUA	Lts.	182.10	0.25	45.53
PRECIO TOTAL S/.				307.97

COSTO UNITARIO POR M3 DE CONCRETO CON ADICIÓN PARTICULAS DE NANOSILICE 1%				
INSUMOS	UNIDADES	CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
CEMENTO	BIS.	8.07	25.00	201.75
PIEDRA	M3	0.51	70.00	35.77
ARENA	M3	0.62	40.00	24.92
NANOSILISE	gr.	1.60	60.00	0.096
AGUA	Lts.	182.10	0.25	45.53
PRECIO TOTAL S/.				308.06

COSTO UNITARIO POR M3 DE CONCRETO CON ADICIÓN PARTICULAS DE NANOSILICE 3%				
INSUMOS	UNIDADES	CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
CEMENTO	BIS.	8.07	25.00	201.75
PIEDRA	M3	0.51	70.00	35.77
ARENA	M3	0.62	40.00	24.92
NANOSILISE	M3	4.70	60.00	0.282
AGUA	Lts.	182.10	0.25	45.53
PRECIO TOTAL S/.				308.25

COSTO UNITARIO POR M3 DE CONCRETO CON ADICIÓN PARTICULAS DE NANOSILICE 5%				
INSUMOS	UNIDADES	CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
CEMENTO	BIS.	8.07	25.00	201.75
PIEDRA	M3	0.51	70.00	35.77
ARENA	M3	0.62	40.00	24.92
NANOSILISE	M3	7.80	60.00	0.468
AGUA	Lts.	182.10	0.25	45.53
PRECIO TOTAL S/.				308.43

Anexo 03: instrumento de recolección de datos

FICHA TÉCNICA

FECHA: _____

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LA FLUIDEZ Y RESISTENCIA DEL CONCRETO SIMPLE CON LA APLICACIÓN DE NANOSÍLICE, TARAPOTO 2021."

* Datos necesarios para elaborar el diseño de mezcla del concreto según método ACI - 211

1. Características de los agregados para la elaboración del concreto con $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL MATERIAL

CARACTERÍSTICAS	AG. FINO	AG. GRUESO	CEMENTO	NANO SÍLICE
PESO ESPECÍFICO (Kg/m^3)	2.561	2.543	3000	2.2
PESO UNITARIO SUELTO (Kg/m^3)	1512	1526	1501	
PESO UNITARIO VARILLADO (Kg/m^3)	166	1608		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.18	0.20		
ABSORCIÓN (%)	1.90	0.64		
MÓDULO DE FINEZA	2.06			

2. Pesos necesarios para la elaboración de concreto $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Descripción	Unidad de medida	Concreto convencional	Adición partículas de Nano sílice 1%	Adición partículas de Nano sílice 3%	Adición partículas de Nano sílice 5%
CEMENTO	Kg.	12.81	12.81	12.81	12.81
AGREGADO GRUESO	Kg.	28.87	28.87	28.87	28.87
AGREGADO FINO	Kg.	35.53	35.53	35.53	35.53
AGUA	Lts.	6.08	6.08	6.80	6.80
NANO SÍLICE	kg		0.13	0.38	0.64

3. Determinación de asentamiento

DISEÑO	slump
Concreto convencional	4"
Adición partículas de Nano sílice 1%	5"
Adición partículas de Nano sílice 3%	7"
Adición partículas de Nano sílice 5%	8"

Fichas de recolección de datos

Fotografía N°01: Hoja de recolección de datos

***consistencia según asentamiento**

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO
SECA	0" - 2"
PLÁSTICA	3" - 4"
FLUIDA	5" - 6"

4. Promedio de Resistencia

Cilindro	Diámetro (cm)	Area (cm ²)	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Lectura Dial (Kg)	Carga Total (Kg)	Resistencia (Kg/cm ²)	Resistencia (%)
1 convencido	15.0	176.7	22-06-21	28	42173.33	42178.9	239.1	113.9
2 1% nanosilica	15.0	176.7	22-06-21	28	43380	43392.112	246.0	117.15
3 3% nanosilica	15.0	176.7	23-06-21	28	45563.3	45587.24	258.0	122.85
4 5% nanosilica	15.0	176.7	23-06-21	28	49553.3	49598.78	281.3	133.95

***Resistencia mínima según edades:**

DIAS DE ENSAYO	RESISTENCIA MINIMA (%)
7	70%
14	85%
28	100%

Fotografía N°02: Hoja de recolección de datos

***ENSAYOS DE
LABORATORIO***

Ensayos Agregado fino

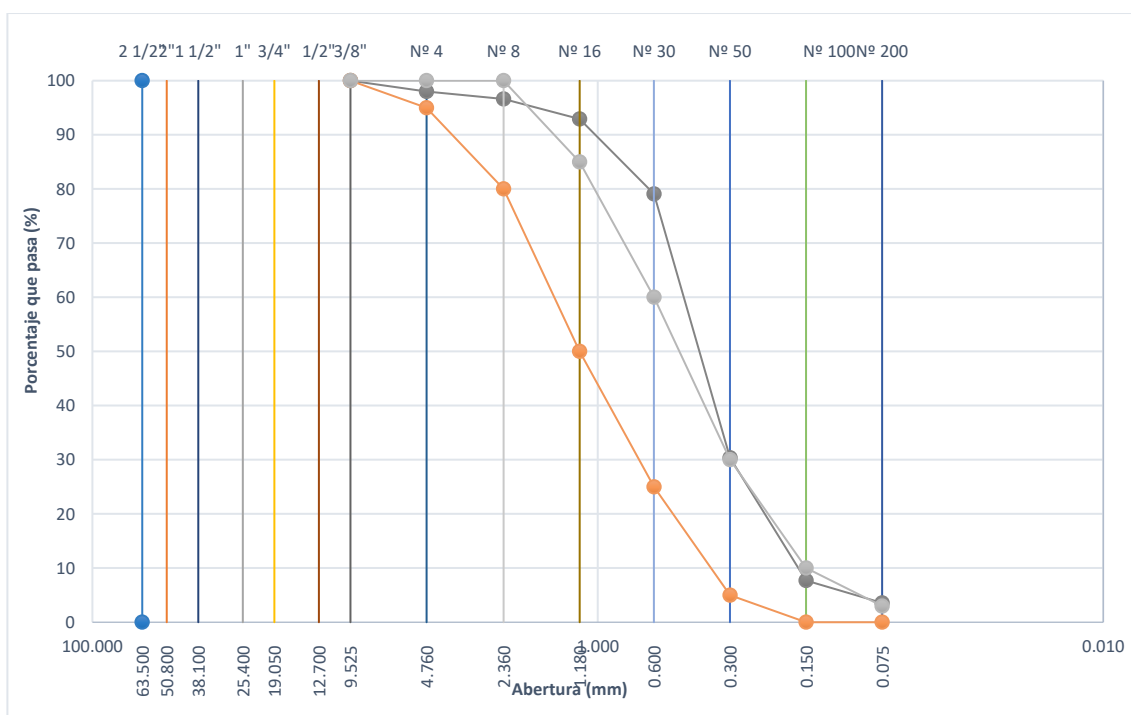
a) Análisis granulométrico (ASTM D 422)

Tabla 8: Resultado de Análisis Granulométrico.

Tamices ASTM	Abertura en mm	Peso Retenido	%Retenido parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Especificación
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700				100.0	
3/8"	9.525	0.9	0.2	0.2	98.0	100
# 4	4.760	10.3	1.8	2.0	96.6	95 - 100
# 8	2.360	7.7	1.4	3.4	93.6	80 - 100
# 16	2.000	20.8	3.7	7.1	93.0	50 - 85
# 30	0.600	78.1	13.9	20.9	79.1	25 - 60
# 50	0.300	274.9	48.7	69.6	30.4	5 - 30
# 100	0.150	127.9	22.7	92.3	7.7	2 - 10
# 200	0.075	23.3	4.1	96.4	3.6	0 - 3
< # 200	FONDO	20.2	3.6	100.0	0.0	

Fuente: Elaboración propia 2021

Figura N° 6: Diagrama de fluidez



Fuente: Elaboración propia 2021

b) Contenido de humedad (ASTM C 566)

Tabla 9: Resultado del contenido de humedad del agregado fino.

Contenido de Humedad		
Numero Tara	1	2
Peso De La Tara (Grs)	100	0
Peso Del Suelo Humedo + Peso De La Tara (Grs)	673.3	573.3
Peso Del Suelo Seco + Peso De La Tara (Grs)	634.9	534.9
Peso Del Agua (Grs)	38.4	38.4
Peso Del Suelo Seco (Grs)	534.9	534.9
% De Humedad	7.18	7.18
Promedio % De Humedad	7.18	

Fuente: Elaboración Propia

c) Cantidad de material que pasa el tamiz (N°200) (ASTM C 117)

Tabla 10: Resultados de la Cantidad que pasa el tamiz N°200.

% que pasa	
A -Peso inicial de la muestra seca (gr)	500.0
B- Peso de la muestra seca retenida en el tamiz 200 (gr)	489.9
C - Residuo A-B	10.10
D % DEL FINO QUE PASA EL TAMIZ 200: $(A - B) / A * 100$	2.02

Fuente: Elaboración Propia

d) Peso Específico (ASTM C-128)

Tabla 11: Resultado de peso específico del agregado fino

Peso específico			
Peso material saturado superficialmente seco (en Aire) (gr)	300.2	300.3	
Peso frasco + agua (gr)	664.2	664.1	
Peso frasco + agua + A (gr)	964.4	964.4	
Peso del material + agua en el frasco (gr)	847.2	847.1	
Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm3)	117.2	117.3	
Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	294.6	294.7	

Volumen de masa = E - (A - F) (cm3)	111.6	111.7	PROMEDIO
Pe bulk (Base seca) = F/E	2.514	2.512	2.513
Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.561	2.560	2.561
Pe aparente (Base seca) = F/G	2.640	2.638	2.639
% de absorción = ((A - F) / F)*100	1.901	1.900	1.90%

Fuente: Elaboración Propia

e) Equivalente de arena (ASTM D 2419)

Tabla 12: Resultado de peso específico del agregado fino

Peso específico			
Hora de entrada a saturación	02:20	02:22	02:24
Hora de salida de saturación (más 10')	02:30	02:32	02:34
Hora de entrada a decantación	02:32	02:34	02:36
Hora de salida de decantación (más 20')	02:52	02:54	02:56
Altura máxima de material fino	4.20	4.20	4.40
Altura máxima de la arena	3.40	3.40	3.40
Equivalente de arena	81	81	78
Equivalente de arena promedio	80.0		
Resultado equivalente de arena	80.0		

Fuente: Elaboración Propia

d) Peso Unitario (ASTM C 29)

Tabla 13: : Resultado de peso Unitario

Peso Unitario Suelto			
Peso del recipiente + muestra	8480.00	8470.00	8500.00
Peso del recipiente	5410.00	5410.00	5410.00
Peso de la muestra	3070.00	3060.00	3090.00
Volumen	2032.00	2032.00	2032.00
Peso unitario suelto húmedo	1.511	1.506	1.521
Peso unitario suelto promedio	1.512		
Peso Unitario Suelto Varillado			

Peso del recipiente + muestra	8800.00	8770.00	8805.00
Peso del recipiente	5407.00	5407.00	5407.00
Peso de la muestra	3393.00	3363.00	3398.00
Volumen	2032.00	2032.00	2032.00
Peso unitario compactado húmedo	1.670	1.655	1.672
Peso unitario compactado promedio	1.666		

Fuente: Elaboración Propia

Ensayos Agregado Grueso

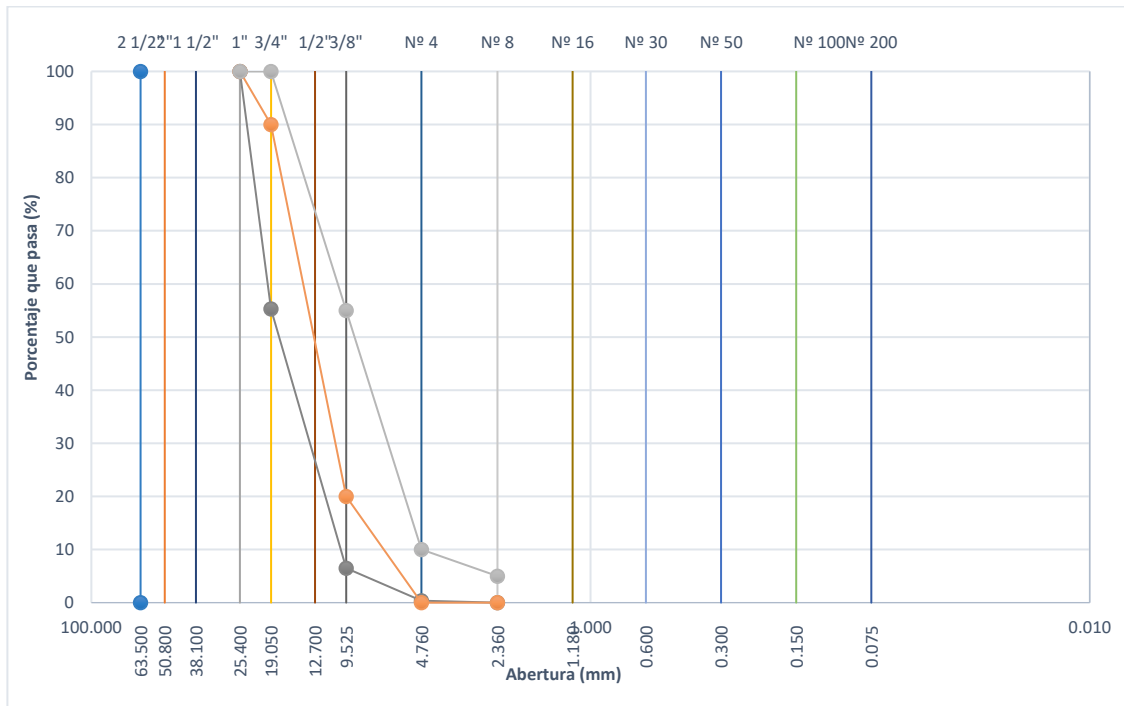
a) Análisis granulométrico (ASTM D 422)

Tabla 14: Resultado de Análisis Granulométrico

Tamices ASTM	Abertura en mm	Peso Retenido	%Retenido parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Especificación
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400				100.0	100 - 100
3/4"	19.050	3,192.1	44.7	44.7	55.3	90 - 100
1/2"	12.700	2,367.4	33.1	77.8	22.2	
3/8"	9.525	1,118.5	15.7	93.5	6.5	20 - 55
# 4	4.760	437.6	6.1	99.6	0.4	0 - 10
< # 4	4.760	27.3	0.4	100.0	0.0	0 - 5
# 8	2.360	0.0	0.0	100.0	0.0	
# 16	2.000	3,192.1	44.7	44.7	55.3	
# 30	0.600					
# 50	0.300					
# 100	0.150					
# 200	0.075					
< # 200	FONDO					

Fuente: Elaboración propia 2021

Figura N° 7: Diagrama de fluidez



Fuente: Elaboración propia 2021

b) Contenido de humedad (ASTM C 566)

Tabla 15: Resultado del contenido de humedad del agregado Grueso.

Contenido de Humedad		
Numero Tara	12	11
Peso De La Tara (Grs)	0	100
Peso Del Suelo Humedo + Peso De La Tara (Grs)	586.9	686.9
Peso Del Suelo Seco + Peso De La Tara (Grs)	585.7	685.7
Peso Del Agua (Grs)	1.2	1.2
Peso Del Suelo Seco (Grs)	585.7	585.7
% De Humedad	0.205	0.205
Promedio % De Humedad	0.20	

Fuente: Elaboración Propia

c) Cantidad de material que pasa el tamiz (N°200) (ASTM C 117)

Tabla 16: Resultados de la Cantidad que pasa el tamiz N°200.

% que pasa	
A -Peso inicial de la muestra seca (gr)	9717.0
B- Peso de la muestra seca retenida en el tamiz 200 (gr)	9650.0
C - Residuo A-B	67.00
D % DEL FINO QUE PASA EL TAMIZ 200: (A - B) /A*100	0.69

Fuente: Elaboración Propia

d) Peso Específico (ASTM C-128)

Tabla 17: Resultado de peso específico del agregado Grueso

Peso específico			
Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	1004.6	1008.6	
Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	615.7	605.5	
Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm3)	388.9	403.1	
Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	999.6	1000.8	
Volumen de masa = C- (A - D) (cm3)	383.9	395.3	PROMEDIO
Pe bulk (Base seca) = D/C	2.570	2.483	2.527
Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.583	2.502	2.543
Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.604	2.532	2.568
% de absorción = ((A - D) / D * 100)	0.500	0.779	0.64

Fuente: Elaboración Propia

e) Peso Unitario (ASTM C 29)

Tabla 18: Resultado de peso Unitario

Peso Unitario Suelto			
Peso del recipiente + muestra	8465.00	8582.00	8483.00
Peso del recipiente	5410.00	5410.00	5410.00
Peso de la muestra	3055.00	3172.00	3073.00

Volumen	2032.00	2032.00	2032.00
Peso unitario suelto húmedo	1.503	1.561	1.512
Peso unitario suelto promedio	1.526		
Peso Unitario Suelto Varillado			
Peso del recipiente + muestra	8690.00	8680.00	8665.00
Peso del recipiente	5410.00	5410.00	5410.00
Peso de la muestra	3280.00	3270.00	3255.00
Volumen	2032.00	2032.00	2032.00
Peso unitario compactado húmedo	1.614	1.609	1.602
Peso unitario compactado promedio	1.608		

Fuente: Elaboración Propia

f) Abrasión (ASTM C 131)

Tabla 19: Resultado de Abrasión del agregado grueso

Abrasión	
Tamiz Pasa - Retiene	Gradación
1 1/2" - 1"	
1" - 3/4"	
3/4" - 1/2"	2500.0
1/2" - 3/8"	2500.0
3/8" - 1/4"	
1/4" - No 4	
Nº 4 - No 8	
Peso Total	5000.0
(%) Retenido en la malla Nº 12	3999.5
(%) Que pasa en la malla Nº 12	1000.5
No de esferas	11
Peso de las esferas (gr)	4584 ± 25
% Desgaste	20.01

Fuente: Elaboración Propia

Diseño de mezcla patrón

Tabla 20: Diseño de mezcla patrón

Peso de los elementos kg/m ³ de mezcla		
Materiales	Pesos secos	Pesos Corregidos
Cemento	343	343
Agr. fino	721.0	772.8
Agr. grueso	949	950.9
Agua	216.0	182.1
ADITIVO	0.00	0.00
Colada kg/m ³	2228.9	2248.6

Fuente: Elaboración Propia

Cálculo de pesos para 6 moldes de concreto con desperdicio del 12%

Tabla 21: Pesos corregidos para 6 testigos de concreto

Peso de los elementos kg/m ³ de mezcla	
Materiales	Pesos secos
Cemento	12.81
Agr. fino	28.87
Agr. grueso	35.53
Agua	6.80
ADITIVO	0.00

Fuente: Elaboración Propia

Diseño de mezcla Adición 1%

Tabla 22: Diseño de mezcla adición 1%

Peso de los elementos kg/m3 de mezcla		
Materiales	Pesos secos	Pesos Corregidos
Cemento	343	339.53
Agr. fino	721.0	772.8
Agr. grueso	949	950.9
Agua	216.0	182.1
Nanosilice 1%	3.43	3.43
Colada kg/m3	2239.1	2258.9

Fuente: Elaboración Propia

Cálculo de pesos para 6 moldes de concreto con adición de 1% de nanosilice y con desperdicio del 12%

Tabla 23: Pesos corregidos para 6 testigos de concreto 5% nanosilice

Peso de los elementos kg/m3 de mezcla	
Materiales	Pesos secos
Cemento	12.68
Agr. fino	28.87
Agr. grueso	35.53
Agua	6.80
Nanosilice 1%	0.13

Fuente: Elaboración Propia

Diseño de mezcla Adición 3%

Tabla 24: Diseño de mezcla patrón

Peso de los elementos kg/m3 de mezcla		
Materiales	Pesos secos	Pesos Corregidos
Cemento	343	353.29
Agr. fino	721.0	772.8
Agr. grueso	949	950.9
Agua	216.0	182.1
Nanosilice 1%	10.29	10.29
Colada kg/m3	2239.1	2258.9

Fuente: Elaboración Propia

Cálculo de pesos para 6 moldes de concreto con adición de 3% de nanosilice y con desperdicio del 12%

Tabla 25: Pesos corregidos para 6 testigos de concreto 3% nanosilice

Peso de los elementos kg/m3 de mezcla	
Materiales	Pesos secos
Cemento	12.43
Agr. fino	28.87
Agr. grueso	35.53
Agua	6.80
Nanosilice 3%	0.38

Fuente: Elaboración Propia

Diseño de mezcla Adición 5%

Tabla 26: Diseño de adición 5%

Peso de los elementos kg/m3 de mezcla		
Materiales	Pesos secos	Pesos Corregidos
Cemento	343	325.86
Agr. fino	721.0	772.8
Agr. grueso	949	950.9
Agua	216.0	182.1
Nanosilice 1%	17.14	17.14
Colada kg/m3	2246.0	2265.8

Fuente: Elaboración Propia

Cálculo de pesos para 6 moldes de concreto con adición de 5% de nanosilice y con desperdicio del 12%

Tabla 27: Pesos corregidos para 6 testigos de concreto 5% nanosilice

Peso de los elementos kg/m3 de mezcla	
Materiales	Pesos secos
Cemento	12.17
Agr. fino	28.87
Agr. grueso	35.53
Agua	6.80
Nanosilice 5%	0.64

Fuente: Elaboración Propia

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AG. FINO



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
 @.jhcdcontratistas@gmail.com
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ,CONCRETO Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM D 422

OBRA : "MEJORAMIENTO DE LA FLUIDEZ Y RESISTENCIA DEL CONCRETO SIMPLE CON LA APLICACIÓN DE NANOSILICE, TARAPOTO 2021."

Nº REGISTRO : 001

LOCALIDAD : Tarapoto

TECNICO : S.R.V

MATERIAL : Arena Natural Zarandeada <3/8 para concreto

INGº RESP. : V.A.C.G

CALICATA :

FECHA : 15/06/2021

MUESTRA : M-1

HECHO POR : G.L.C

ACOPIO : EN OBRA

DEL KM :

CANTERA : RIO CUMBAZA

AL KM :

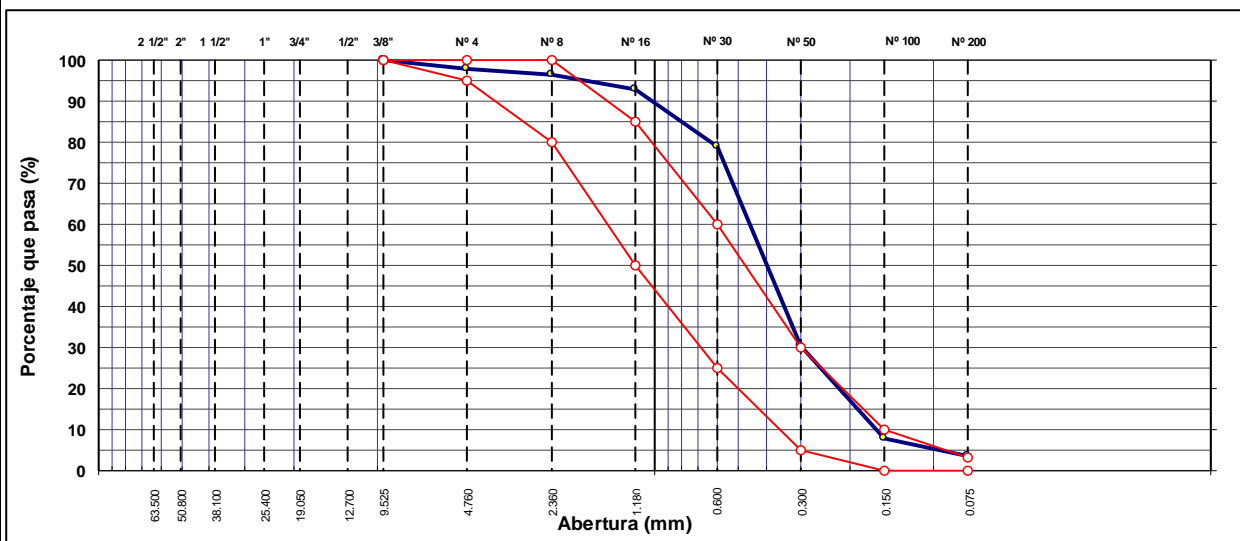
UBICACIÓN :

CARRIL :

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	%Q' PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				
3"	76.200						PESO TOTAL	=	564.1	gr	
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO	=	500.0	gr	
2"	50.800						PESO FINO	=	552.9	gr	
1 1/2"	38.100						LÍMITE LÍQUIDO	=	N.P.	%	
1"	25.400						LÍMITE PLÁSTICO	=	N.P.	%	
3/4"	19.050						ÍNDICE PLÁSTICO	=	N.P.	%	
1/2"	12.700						Ensayo Malla #200		P.S.Seco	P.S.Lavado	% 200
3/8"	9.525	0.9	0.2	0.2	100.0	100					
# 4	4.760	10.3	1.8	2.0	98.0	95 - 100	MÓDULO DE FINURA	=	1.95	%	
# 8	2.360	7.7	1.4	3.4	96.6	80 - 100	EQUIV. DE ARENA	=	80.0	%	
# 16	1.180	20.8	3.7	7.1	93.0	50 - 85	PESO ESPECÍFICO:				
# 30	0.600	78.1	13.9	20.9	79.1	25 - 60	P.E. Bulk (Base Seca)	=	2.51	gr/cm ³	
# 50	0.300	274.9	48.7	69.6	30.4	5 - 30	P.E. Bulk (Base Saturada)	=	2.56	gr/cm ³	
# 100	0.150	127.9	22.7	92.3	7.7	2 - 10	P.E. Aparente (Base Seca)	=	2.64	gr/cm ³	
# 200	0.075	23.3	4.1	96.4	3.6	0 - 3	Absorción	=	1.90	%	
< # 200	FONDO	20.2	3.6	100.0	0.0		PESO UNIT. SUELTO	=	1.512	kg/m ³	
FINO		552.9					PESO UNIT. VARILLADO	=	1.666	kg/m ³	
TOTAL		564.1					% HUMEDAD		P.S.H.	P.S.S	% Humedad

OBSERVACIONES:

CURVA GRANULOMÉTRICA



ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD AG. FINO



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
 @. jhcdcontratistas@gmail.com
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ,CONCRETO Y PAVIMENTOS

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL

ASTM C 566

OBRA	: "MEJORAMIENTO DE LA FLUIDEZ Y RESISTENCIA DEL CONCRETO SIMPLE CON LA APLICACIÓN DE NANOSILICE, TARAPOTO 2021."	Nº REGISTRO	:001
LOCALIDAD	: Tarapoto	TÉCNICO	:S.R.V
MATERIAL	: Arena Natural Zarandeada <3/8 para concreto	ING. RESP.	:L.O.G.J
CALICATA	:	FECHA	:15/06/2021
MUESTRA	: M-1	HECHO POR	:G.L.C
ACOPIO	: EN OBRA	DEL KM	:
CANTERA	: RIO CUMBAZA	AL KM	:
UBICACIÓN	:	CARRIL	:

AGREGADO FINO

DATOS DE LA MUESTRA

NUMERO TARA	1	2		
PESO DE LA TARA (grs)	100	0		
PESO DEL SUELO HUMEDO + PESO DE LA TARA (grs)	673.3	573.3		
PESO DEL SUELO SECO + PESO DE LA TARA (grs)	634.9	534.9		
PESO DEL AGUA (grs)	38.4	38.4		
PESO DEL SUELO SECO (grs)	534.9	534.9		
% DE HUMEDAD	7.18	7.18		
PROMEDIO % DE HUMEDAD	7.18			

OBSERVACIONES:

ENSAYO DE PESO ESPECIFICO AG. FINO



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
 @.jhcdcontratistas@gmail.com
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS , CONCRETO Y PAVIMENTOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

(ASTM C-128)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

OBRA : "MEJORAMIENTO DE LA FLUIDEZ Y RESISTENCIA DEL CONCRETO SIMPLE CON LA APLICACIÓN DE NANOSILICE, TARAPOTO 2021." CIUDAD : Tarapoto MATERIAL : Arena Natural Zarandeada <3/8 para concreto CALICATA : MUESTRA : M-1 ACOPIO : EN OBRA CANTERA : RIO CUMBAZA UBICACIÓN :	N° REGISTRO : 001 TÉCNICO : S.R.V ING° RESP. : V.A.C.G FECHA : 15/06/2021 HECHO POR : G.L.C DEL KM : : AL KM : : CARRIL : :
---	--

DATOS DE LA MUESTRA

AGREGADO FINO

A	Peso material saturado superficialmente seco (en Aire) (gr)	300.2	300.3		
B	Peso frasco + agua (gr)	664.2	664.1		
C	Peso frasco + agua + A (gr)	964.4	964.4		
D	Peso del material + agua en el frasco (gr)	847.2	847.1		
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm3)	117.2	117.3		
F	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	294.6	294.7		
G	Volumen de masa = E - (A - F) (cm3)	111.6	111.7		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.514	2.512		2.513
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.561	2.560		2.561
	Pe aparente (Base seca) = F/G	2.640	2.638		2.639
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	1.901	1.900		1.90%

OBSERVACIONES:

ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA AG. FINO



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
 @.jhcdcontratistas@gmail.com
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ,CONCRETO Y PAVIMENTOS

EQUIVALENTE DE ARENA

ASTM D 2419



OBRA	“MEJORAMIENTO DE LA FLUIDEZ Y RESISTENCIA DEL CONCRETO SIMPLE CON LA APLICACIÓN DE NANOSILICE, TARAPOTO 2021.”	Nº REGISTRO	: 001
LOCALIDAD	: Tarapoto	TECNICO	: S.R.V
MATERIAL	: Arena Natural Zarandeada <3/8 para concreto	ING. RESP.	: V.A.C.G
CALICATA	:	FECHA	: 15/06/2021
MUESTRA	: M-1	HECHO POR	: G.L.C
ACOPIO	: EN OBRA	DEL KM	:
CANTERA	: RIO CUMBAZA	AL KM	:
UBICACIÓN	:	CARRIL	:

Equivalente de arena : 80

MUESTRA	OBRA	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	
		02:20	02:22	02:24	
		02:30	02:32	02:34	
		02:32	02:34	02:36	
		02:52	02:54	02:56	
	Altura máxima de material fino	cm	4.20	4.20	4.40
	Altura máxima de la arena	cm	3.40	3.40	3.40
	Equivalente de arena	%	81	81	78
	Equivalente de arena promedio	%	80.0		
	Resultado equivalente de arena	%	80		

Observaciones:

ENSAYO DE PESO UNITARIO AG. FINO

	C. (51) 956 217 383 – 939 175 863 @.jhcdcontratistas@gmail.com D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo				
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ,CONCRETO Y PAVIMENTOS					
PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS					
ASTM C 29					
OBRA : "MEJORAMIENTO DE LA FLUIDEZ Y RESISTENCIA DEL CONCRETO SIMPLE CON LA APLICACIÓN DE NANOSILICE, TARAPOTO 2021."	N° REGISTRO : 001				
CIUDAD : Tarapoto	TÉCNICO : S.R.V				
MATERIAL : Arena Natural Zarandeada <3/8 para concreto	ING° RESP. : V.A.C.G				
CALICATA :	FECHA : 15/06/2021				
MUESTRA : M-1	HECHO POR : G.L.C				
ACOPIO : EN OBRA	DEL KM :				
CANTERA : RIO CUMBAZA	AL KM :				
UBICACIÓN :	CARRIL :				
AGREGADO FINO					
Peso unitario suelto :	1.512	Peso unitario Varillado :			
		1.666			
PESO UNITARIO SUELTO					
DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	8480.00	8470.00	8500.00	
Peso del recipiente	(gr)	5410.00	5410.00	5410.00	
Peso de la muestra	(gr)	3070.00	3060.00	3090.00	
Volumen	(cm ³)	2032.00	2032.00	2032.00	
Peso unitario suelto	(kg/m ³)	1.511	1.506	1.521	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m³)	1.512			
ITARIO VARILLADO					
DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	8800.00	8770.00	8805.00	
Peso del recipiente	(gr)	5407.00	5407.00	5407.00	
Peso de la muestra	(gr)	3393.00	3363.00	3398.00	
Volumen	(cm ³)	2032.00	2032.00	2032.00	
Peso unitario compactado	(kg/m ³)	1.670	1.655	1.672	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m³)	1.666			
OBS.:					

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AG. GRUESO



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
 @.jhcdcontratistas@gmail.com
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ,CONCRETO Y PAVIMENTOS ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

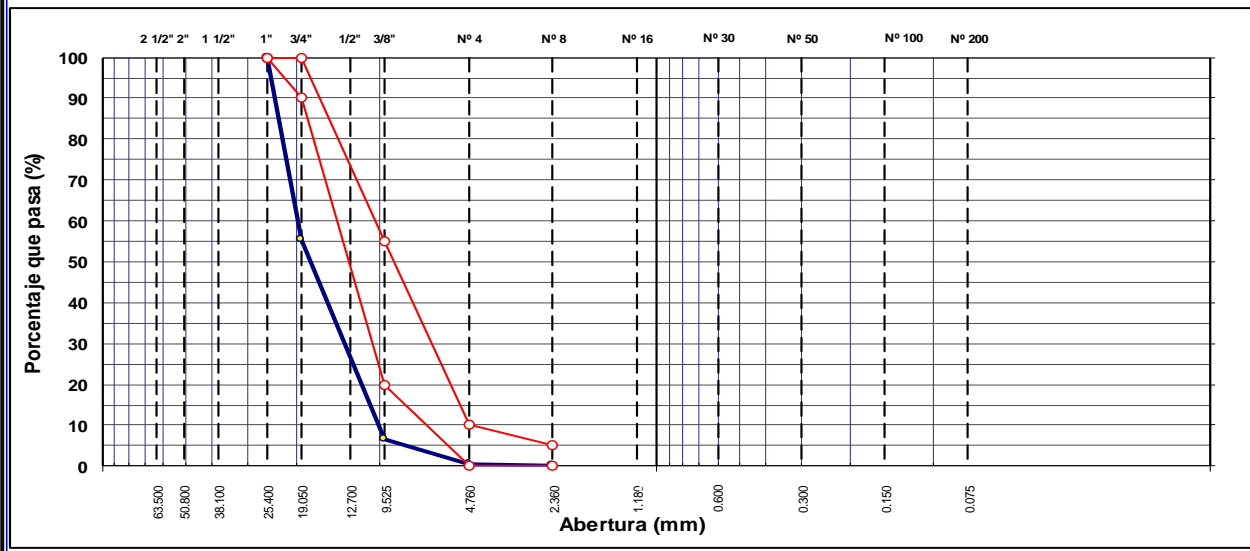
ASTM D 422

OBRA : "MEJORAMIENTO DE LA FLUIDEZ Y RESISTENCIA DEL CONCRETO SIMPLE CON LA APLICACIÓN DE NANOSILICE, TARAPOTO 2021."
 LOCALIDAD : TARAPOTO
 MATERIAL : Grava Chancada Para concreto T.Max.<1"
 CALICATA :
 MUESTRA : M-1
 ACOPIO : EN OBRA
 CANTERA : RIO HUALLAGA
 UBICACIÓN :

Nº REGISTRO : 001
 TECNICO : S.R.V
 INGº RESP. : V.A.C.G
 FECHA : 15/06/2021
 HECHO POR : G.L.C
 DEL KM :
 AL KM :
 CARRIL :

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	HUSO AG-2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						PESO TOTAL = 7,142.9 gr
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						MÓDULO DE FINURA = 7.38 %
1 1/2"	38.100						PESO ESPECÍFICO:
1"	25.400				100.0	100 - 100	P.E. Bulk (Base Seca) = 2.527 gr/cm ³
3/4"	19.050	3,192.1	44.7	44.7	55.3	90 - 100	P.E. Bulk (Base Saturada) = 2.543 gr/cm ³
1/2"	12.700	2,367.4	33.1	77.8	22.2		P.E. Aparente (Base Seca) = 2.568 gr/cm ³
3/8"	9.525	1,118.5	15.7	93.5	6.5	20 - 55	Absorción = 63.98 %
# 4	4.760	437.6	6.1	99.6	0.4	0 - 10	PESO UNIT. SUELTO = 1.526 kg/m ³
<# 4	2.360	27.3	0.4	100.0	0.0	0 - 5	PESO UNIT. VARILLADO = 1.608 kg/m ³
# 8	2.360	0.0	0.0	100.0	0.0		CARAS FRACTURADAS:
# 16	1.180						1 cara o más = %
# 30	0.600						2 caras o más = %
# 40	0.420						Partículas chatas y alarg. = %
# 50	0.300						
# 80	0.180						% HUMEDAD P.S.H. P.S.S % Humedad
# 100	0.150						
# 200	0.075						OBSERVACIONES:
< # 200	FONDO						
TOTAL		7,142.9					

CURVA GRANULOMÉTRICA



ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD AG. GRUESO

 <p>JHCDO CONTRATISTAS S.A.C.</p>	<p>C. (51) 956 217 383 – 939 175 863 @. jhcdcontratistas@gmail.com D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo</p>	
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ,CONCRETO Y PAVIMENTOS		

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL
ASTM C 566



OBRA : "MEJORAMIENTO DE LA FLUIDEZ Y RESISTENCIA DEL CONCRETO SIMPLE CON LA APLICACIÓN DE NANOSILICE, TARAPOTO 2021." LOCALIDAD : TARAPOTO MATERIAL : Grava Chancada Para concreto T.Max.<1" CALICATA : MUESTRA : M-1 ACOPIO : EN OBRA CANTERA : RIO HUALLAGA UBICACIÓN :	Nº REGISTRO : 001 TÉCNICO : S.R.V ING. RESP. : V.A.C.G FECHA : 15/06/2021 HECHO POR : G.L.C DEL KM : AL KM : CARRIL :
--	--

AGREGADO GRUESO

DATOS DE LA MUESTRA				
NUMERO TARA	12	11		
PESO DE LA TARA (grs)	0	100		
PESO DEL SUELO HUMEDO + PESO DE LA TARA (grs)	586.9	686.9		
PESO DEL SUELO SECO + PESO DE LA TARA (grs)	585.7	685.7		
PESO DEL AGUA (grs)	1.2	1.2		
PESO DEL SUELO SECO (grs)	585.7	585.7		
% DE HUMEDAD	0.205	0.205		
PROMEDIO % DE HUMEDAD	0.20			

OBSERVACIONES: _____

ENSAYO DE PESO UNITARIO AG. GRUESO

	C. (51) 956 217 383 – 939 175 863 @.jhcdcontratistas@gmail.com D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo				
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ,CONCRETO Y PAVIMENTOS					
PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS					
MTC E 203 - ASTM C 29 - ASSHTO T-19					
OBRA : "MEJORAMIENTO DE LA FLUIDEZ Y RESISTENCIA DEL CONCRETO SIMPLE CON LA APLICACIÓN DE NANOSILICE, TARAPOTO 2021." CIUDAD : TARAPOTO MATERIAL : Grava Chancada Para concreto T.Max.<1" CALICATA : MUESTRA : M-1 ACOPIO : EN OBRA CANTERA : RIO HUALLAGA UBICACIÓN :	N° REGISTRO : 001 - 2019 TÉCNICO : S.R.V ING° RESP. : V.A.C.G FECHA : 15/06/2021 HECHO POR : E.P.S DEL KM : AL KM : CARRIL :				
AGREGADO GRUESO					
Peso unitario suelto :	1.526	Peso unitario Varillado : 1.608			
PESO UNITARIO SUELTO					
DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	8465.00	8582.00	8483.00	
Peso del recipiente	(gr)	5410.00	5410.00	5410.00	
Peso de la muestra	(gr)	3055.00	3172.00	3073.00	
Volumen	(cm ³)	2032.00	2032.00	2032.00	
Peso unitario suelto	(kg/m ³)	1.503	1.561	1.512	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m³)	1.526			
PESO UNITARIO VARILLADO					
DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	8690.00	8680.00	8665.00	
Peso del recipiente	(gr)	5410.00	5410.00	5410.00	
Peso de la muestra	(gr)	3280.00	3270.00	3255.00	
Volumen	(cm ³)	2032.00	2032.00	2032.00	
Peso unitario compactado	(kg/m ³)	1.614	1.609	1.602	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m³)	1.608			
OBS.:					

ENSAYO DE PESO ESPECIFICO AG. GRUESO



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
 @.jhcdcontratistas@gmail.com
 D. Jr: Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS , CONCRETO Y PAVIMENTOS

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

ASTM C 127

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

OBRA : "MEJORAMIENTO DE LA FLUIDEZ Y RESISTENCIA DEL CONCRETO SIMPLE CON LA APLICACIÓN DE NANOSILICE, TARAPOTO 2021." LOCALIDAD : TARAPOTO MATERIAL : Grava Chancada Para concreto T.Max.<1" CALICATA : MUESTRA : M-1 ACOPIO : EN OBRA CANTERA : RIO HUALLAGA UBICACIÓN :	Nº REGISTRO : 001 TÉCNICO : S.R.V INGº RESP. : V.A.C.G FECHA : 15/06/2021 HECHO POR : G.L.C DEL KM : AL KM : CARRIL :
--	--

DATOS DE LA MUESTRA

AGREGADO GRUESO

A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	1004.6	1008.6		
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	615.7	605.5		
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm ³)	388.9	403.1		
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	999.6	1000.8		
E	Volumen de masa = C- (A - D) (cm ³)	383.9	395.3		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.570	2.483		2.527
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.583	2.502		2.543
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.604	2.532		2.568
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	0.500	0.779		0.64

OBSERVACIONES:

ENSAYO DE ABRASION AG. GRUESO



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
 @.jhcdcontratistas@gmail.com
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE ABRASIÓN (MÁQUINA DE LOS ÁNGELES)

ASTMC 131

<p>OBRA : "MEJORAMIENTO DE LA FLUIDEZ Y RESISTENCIA DEL CONCRETO SIMPLE CON LA APLICACIÓN DE NANOSILICE, TARAPOTO 2021."</p> <p>LOCALIDAD : TARAPOTO</p> <p>MATERIAL : Grava Chancada Para concreto T.Max.<1"</p> <p>CALICATA :</p> <p>MUESTRA : M-1</p> <p>ACOPIO : EN OBRA</p> <p>CANTERA : RIO HUALLAGA</p> <p>UBICACIÓN :</p>	<p>Nº REGISTRO : 001</p> <p>ASIST. LABO : S.R.V</p> <p>INGº RESP. : V.A.C.G</p> <p>FECHA : 15/06/2021</p> <p>HECHO POR : E.P.S</p> <p>DEL KM :</p> <p>AL KM :</p> <p>CARRIL :</p>
--	---

Tamiz Pasa - Retiene	Gradaciones			
	A	B	C	D
1 1/2" - 1"				
1" - 3/4"				
3/4" - 1/2"		2500.0		
1/2" - 3/8"		2500.0		
3/8" - 1/4"				
1/4" - N° 4				
N° 4 - N° 8				
Peso Total		5000.0		
(%) Retenido en la malla N° 12		3999.5		
(%) Que pasa en la malla N° 12		1000.5		
N° de esferas		11		
Peso de las esferas (gr)		4584 ± 25		
% Desgaste		20.01		

OBSERVACIONES :

Anexo 04: panel fotográfico



Fotografía N°1: Se puede apreciar el muestreo en cantera de los agregados para la realización del diseño.



Fotografía N°2: Se puede apreciar el muestreo en cantera de los agregados para la realización del diseño.



Fotografía N°3: Se puede apreciar el lavado del agregado.



Fotografía N°4: Se puede apreciar el secado del agregado.



Fotografía N°5: Se puede apreciar el ensayo de análisis granulométrico



Fotografía N°6: Se puede apreciar el ensayo de análisis granulométrico



Fotografía N°7: Se puede apreciar el ensayo de peso unitario.



Fotografía N°8: Se puede apreciar el ensayo de peso unitario.



Fotografía N°9: Se puede apreciar el ensayo de peso específico.



Fotografía N°10: Se puede apreciar el ensayo de peso específico.



Fotografía N°11: Materiales utilizados para la realización de los diseños de concretos con adición de nanosílice.



Fotografía N°12: Dosificación de los diseños de concreto.



Fotografía N°13: Control de temperatura de los diseños de concreto.



Fotografía N°14: Prueba de asentamiento para los diseños de Mezclas (Slump).



Fotografía N°15: Moldeos de los testigos de concreto.



Fotografía N°16: Testigos de concretos moldeados.



Fotografía N°17: Rotura de resistencia de concreto.



Fotografía N°18: Rotura de resistencia de concreto.



Fotografía N°19: Rotura de resistencia de concreto.



Fotografía N°20: Rotura de resistencia de concreto.




Fotografía N°21: Rotura de resistencia de concreto.




Fotografía N°22: Rotura de resistencia de concreto.

ANEXO 5: UBICACIÓN DE CANTERAS:



	Proyecto:	"MEJORAMIENTO DE LA FLUIDEZ Y RESISTENCIA DEL CONCRETO SIMPLE CON LA APLICACIÓN DE NANOSILICE, TARAPOTO 2021."		
	CANTERA (RIO CUMBAZA)	Ubicación	Vía de Evitamiento, Tarapoto 22200	
		Acceso	Carretera asfaltada	
		Afluente	Río Cumbaza.	
		Uso	Agregado fino para Concreto.	



	Proyecto:	"MEJORAMIENTO DE LA FLUIDEZ Y RESISTENCIA DEL CONCRETO SIMPLE CON LA APLICACIÓN DE NANOSILICE, TARAPOTO 2021."		
	CANTERA (RIO HUALLAGA)	Ubicación	Km 15 de la carretera Fernando B. Terry, Shapaja	
		Acceso	Carretera asfaltada	
		Afluente	Río Huallaga.	
		Uso	Agregado grueso para Concreto.	

