



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'_c=210$
kg/cm² agregando nanosílice y nanoalúmina, Lima 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Alcarraz Caceres, Ruben (orcid.org/0000-0003-4083-9401)
Villalobos Olivos, Jonathan Tomas (orcid.org/0000-0001-7599-3236)

ASESOR:

Dr. Fernández Díaz, Carlos Mario (orcid.org/0000-0001-6774-8839)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ
2023

DEDICATORIA

Es presente investigación se lo dedico a Dios, porque me da la vida, la tranquilidad y fortaleza para seguir construyendo mis sueños por el bien de la familia y la sociedad, a mis dos hijos y mi esposa, me entendieron mi ausencia en este proceso a mis padres que son el motor y motivo, que me impulsa escalar en la vida personal y profesional.

A esta Prestigiosa Universidad por acogerme y brindarme todos sus conocimientos que me servirá para desarrollarme en mi desempeño personal y profesional.

A Andrea, Tomas y Mathias, mis pequeños hijos, quienes aprenderán la importancia de esta investigación, el uso, avance de las nanopartículas en el futuro optimo y próximo en la construcción.

Al lector; a veces la vida nos pone muchas dificultades, nunca es tarde para mejorar y ser resilientes.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad su plana docente, por haberme permitido mi formación científica del conocimiento. En dicho proceso encaminó para reformular mi futuro hacia un éxito más seguro.

A nuestro supervisor y maestros ingenieros por impartir y recomendar su experiencia en el fortalecimiento del conocimiento.

A mi compañero de esta investigación por coadyuvar en el logro de este objetivo que nos permitió culminar este instrumento del conocimiento. Al descifrador toda vez está en uno el logro de sus metas y objetivos.

Agradezco ante todo a Jehová Dios, quien con su infinito amor leal y su gran sabiduría me ha brindado todo lo necesario para vivir, guiarme en esta nueva etapa de mi vida y darme una hermosa familia que son ese apoyo constante en todo tipo de momentos.

A Tomas Villalobos y Henry Villalobos mis Padres, que están siempre enseñándome, guiándome, corrigiéndome para poder ser una persona de bien, las palabras se quedan cortas para demostrar cuanto los quiero y cuan agradecido estoy. Se que esta tesis les resultará beneficioso para su conocimiento.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, FERNÁNDEZ DÍAZ CARLOS MARIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis Completa titulada: "

Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ agregando nanosílice y nanoalúmina, Lima 2023", cuyos autores son ALCARRAZ CACERES RUBEN, VILLALOBOS OLIVOS JONATHAN TOMAS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 12 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
FERNÁNDEZ DÍAZ CARLOS MARIO DNI: 09026248 ORCID: 0000-0001-6774-8839	Firmado electrónicamente por: CMFERNANDEZD el 21-12-2023 15:23:44

Código documento Trilce: TRI - 0694508



Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, ALCARRAZ CACERES RUBEN, VILLALOBOS OLIVOS JONATHAN TOMAS estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "

Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ agregando nanosílice y nanoalúmina, Lima 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
ALCARRAZ CACERES RUBEN DNI: 31170956 ORCID: 0000-0003-4083-9401	Firmado electrónicamente por: AALCARRAZCA el 16-12-2023 11:42:38
VILLALOBOS OLIVOS JONATHAN TOMAS DNI: 44914683 ORCID: 0000-0001-7599-3236	Firmado electrónicamente por: JVILLALOBOSOL28 el 16-12-2023 00:18:47

Código documento Trilce: INV - 1556203

Índice de Contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento ..	iii
Declaratoria de autenticidad del asesor.....	iv
Declaratoria de originalidad de los autores.....	v
Índice de Contenidos.....	vi
Índice de Tablas	viii
Índice de Figuras.....	x
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. METODOLOGÍA	13
1.1 Tipo y diseño de investigación.....	13
Tipo de investigación	13
Diseño de investigación.....	14
1.2 Variables, operacionalización	14
Variable dependiente	14
Variables independientes	15
Definición conceptual.....	15
Definición operacional.	15
Nanosílice.....	15
Nanoalúmina.....	15
Dimensiones 1	16
Dimensiones 2	16
Dimensiones 3	16
Dimensiones 4	17
1.3 Población, muestra y muestreo	17
Población.....	17
Muestra.....	17
1.4 Técnicas e instrumento de recolección de dato.....	18

	Instrumentos de recolección de datos	18
	Validez del instrumento	18
	Confiabilidad	19
1.5	Procedimientos	20
1.6	Método de análisis de datos	20
1.7	Aspectos éticos.....	20
IV.	RESULTADOS	21
V.	DISCUSIÓN	57
VI.	CONCLUSIONES	59
VII.	RECOMENDACIONES.....	60
	REFERENCIAS.....	62
	ANEXOS.....	67
	Anexo 1. Matriz de Operacionalización	68
	Anexo 2. Matriz de Consistencia	69
	Anexo 3. Aspectos Administrativos	70
	Anexo 4. Presupuesto	71
	Anexo 5. Compra de Nanopartículas	72
	Anexo 6. Financiamiento	73
	Anexo 7. Cronograma de ejecución	74
	Anexo 8. Uso de Normas para este Proyecto de Investigación	74
	Anexo 9. Ficha de Instrumentos de recolección de datos	76
	Anexo 10. Validación De Contenido De Ficha De Registr.....	80
	Anexo 11. Certificados de laboratorio	86
	Anexo 12. Diseño de Concreto y resultados	88
	Anexo 13. Resultados de ensayos	99
	Anexo 14. Panel Fotográfico	113
	Anexo 15. Análisis estadístico prueba de hipótesis con SPSS	114
	Anexo 16. Resultadode similitud.....	119

Índice de Tablas

Tabla 1.	Expertos de la validez.....	19
Tabla 2.	Resistencia a compresión del concreto estándar 7 días.....	22
Tabla 3.	Resistencia a la compresión con 0.6% NS y 0.6% de NA 7 días. ..	23
Tabla 4.	Resistencia a la compresión con 0.9% NS y 0.6% NA 7 días.	23
Tabla 5.	Resistencia a la compresión con 1.6% NS y 0.6% NA 7días.	24
Tabla 6.	Resistencia a la compresión promedio a 7 días c/dosificación	24
Tabla 7.	Resistencia a la compresión del concreto estándar a los 14 días. ..	25
Tabla 8.	Resistencia a la compresión con 0.6% NS y 0.6% NA 14 días.	25
Tabla 9.	Resistencia a la compresión con 0.9% NS y 0.6% NA 14 días.	26
Tabla 10.	Resistencia a la compresión con 1.6% NS y 0.6% NA 14 días.	26
Tabla 11.	Resistencia a la compresión promedio a 14 días c/dosificación	27
Tabla 12.	Resistencia a compresión del concreto estándar a los 28 días.	27
Tabla 13.	Resistencia a la compresión con 0.6% NS y 0.6% NA 28 días.	28
Tabla 14.	Resistencia a la compresión con 0.9% NS y 0.6% NA 28 días.	29
Tabla 15.	Resistencia a la compresión con 1.6% NS y 0.6% NA 28 días.	29
Tabla 16.	Resistencia a la compresión promedio a 28 días c/ dosificación ...	30
Tabla 17.	Resistencia a la flexión del concreto estándar a los 7 días.....	31
Tabla 18.	Resistencia a la flexión con 0.6% NS y 0.6% NA 7 días.....	31
Tabla 19.	Resistencia a la flexión con 0.9% NS y 0.6% NA a 7 días.....	32
Tabla 20.	Resistencia a la flexión con 1.6% NS y 0.6% NA a 7 días.....	32
Tabla 21.	Resistencia a la Flexión promedio a 7 días c/ dosificación.....	33
Tabla 22.	Resistencia a la flexión del concreto estándar a los 14 días.	33
Tabla 23.	Resistencia a la flexión con 0.6% NS y 0.6% NA a los 14 días.....	34
Tabla 24.	Resistencia a la flexión con 0.9% NS y 0.6% NA a los 14 días.....	34
Tabla 25.	Resistencia a la flexión con 1.6% NS y 0.6% NA a los 14 días.....	35
Tabla 26.	Resistencia a la Flexión promedio a 14 días c/ dosificación.....	35
Tabla 27.	Resistencia a la flexión del concreto estándar a los 28 días.	36
Tabla 28.	Resistencia a la flexión con 0.6% NS y 0.6% NA a los 28 días.....	36
Tabla 29.	Resistencia a la flexión con 0.9% NS y 0.6% NA a los 28 días.....	37
Tabla 30.	Resistencia a la flexión con 1.6% NS y 0.6% NA a los 28 días.....	37
Tabla 31.	Resistencia a la Flexión promedio a 28 días c/dosificación.....	38
Tabla 32.	Resistencia a la tracción del concreto estándar a los 7 días.	39

Tabla 33.	Resistencia a la tracción con 0.6% NS y 0.6% NA a 7 días.....	39
Tabla 34.	Resistencia a la tracción con 0.9% NS y 0.6% NA a los 7 días.....	40
Tabla 35.	Resistencia a la tracción con 1.6% NS y 0.6% de NA a 7 días.....	40
Tabla 36.	Resistencia a la tracción promedio a los 7 días c/ dosificación.....	40
Tabla 37.	Resistencia a la tracción del concreto estándar a los 14 días.	41
Tabla 38.	Resistencia a la tracción con 0.6% NS y 0.6% NA a 14 días.	42
Tabla 39.	Resistencia a la tracción con 0.9% NS y 0.6% NA a 14 días.....	42
Tabla 40.	Resistencia a la tracción con 1.6% NS y 0.6% NA a 14 días.	43
Tabla 41.	Resistencia a la tracción promedio a los 14 días c/dosificación.....	43
Tabla 42.	Resistencia a la tracción del concreto estándar a los 28 días.	43
Tabla 43.	Resistencia a la tracción con 0.6% NS y 0.6% NA a 28 días.	44
Tabla 44.	Resistencia a la tracción con 0.9% NS y 0.6% de NA a 28 días. ...	45
Tabla 45.	Resistencia a la tracción con 1.6% NS y 0.6% de NA a 28 días.	45
Tabla 46.	Resistencia a la tracción promedio a los 28 días c/dosificación.....	45
Tabla 47.	Promedio de la porosidad y coeficiente permeabilidad a 7 días.....	47
Tabla 48.	Promedio de la porosidad y coeficiente permeabilidad a 14 días....	47
Tabla 49.	Promedio de la porosidad y coeficiente permeabilidad a 28 días....	48
Tabla 50.	Resistencia a la compresión óptimo con las dosificaciones.....	49
Tabla 51.	Resistencia a la flexión óptimo con las dosificaciones empleadas ..	50
Tabla 52.	Resistencia a la tracción óptimo con las dosificaciones empleadas.	51
Tabla 53.	Comparación del % de porosidad y el coeficiente c/ dosificaciones	52
Tabla 54.	Análisis correlacional de la Var ind. y Var dep. a la compresión	52
Tabla 55.	Análisis correlacional de la Var ind. y Var dep. a la flexión.....	53
Tabla 56.	Análisis correlacional de la Var ind. y Var dep. a la tracción.....	54
Tabla 57.	Análisis correlacional de la Var ind. y Var dep. a la porosidad... ..	55

Índice de Figuras

Figura 1.	Ensayo de permeabilidad del concreto	11
Figura 2.	Prueba de flexión	11
Figura 3.	Rotura del concreto de resistencia a la compresión	12
Figura 4.	Rendimiento de resistencia a la compresión.....	50
Figura 5.	Rendimiento de resistencia a la flexión	51
Figura 6.	Rendimiento de resistencia a la Tracción.....	52
Figura 7.	Comparación del % óptimo de porosidad en las dosificaciones	53
Figura 8.	Coefficiente a la permeabilidad de concreto con las dosificaciones	53

Resumen

Esta investigación se desarrolló con la finalidad determinar y evaluar la influencia de nanosílice y nanoalúmina en la resistencia a la compresión, flexión, tracción y permeabilidad del concreto estándar $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ con adiciones al hormigón con proporciones 0.6%, 0.9% y 1.6% de NS y 0.6 de NA al peso del cemento portland. El diseño de investigación es cuasi experimental con un enfoque cuantitativo; se realizó muestras de 4 ensayos a la compresión, tracción y permeabilidad con 108 probetas y 36 vigas para evaluar la resistencia a la flexión, cada una de las roturas en 7, 14, 28 días. Se determinará el óptimo rendimiento con las dosificaciones en mejorar concreto estándar. Del proceso experimental se evidenció el incremento de resistencias agregando nanopartículas resultando significativo en la dosificación de 1.6% NS y 0.6 NA a los 28 días, resistencia a la compresión de 296.8 kg/cm^2 representando un 16.42% incremento, resistencia a la flexión 44.14 Kg/cm^2 representando 15.43%, tracción 37.33 Kg/cm^2 que representa 28.82% de mejora al concreto estándar y se evidencia una reducción máximo del contenido de aire en concreto 6.35% hasta 4.21%. Por tanto la inclusión de nanosilice y nanoalúmina influye favorablemente en las propiedades mecánicas del concreto.

Palabras clave: nanopartículas, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, permeabilidad

Abstract

This research was developed with the purpose of determining and evaluating the influence of nanosilica and nanoalumina on the compressive, flexural, traction and permeability resistance of standard concrete $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ with additions to the concrete with proportions 0.6%, 0.9% and 1.6 % NS and 0.6 NA by weight of Portland cement. The research design is quasi-experimental with a quantitative approach; Samples of 4 compression, traction and permeability tests were carried out with 108 specimens and 36 beams to evaluate the bending resistance, each of the breaks in 7, 14, 28 days. The optimal performance will be determined with the dosages in improving standard concrete. From the experimental process, the increase in resistance by adding nanoparticles was evident, resulting in a significant dosage of 1.6% NS and 0.6 NA at 28 days, compressive strength of 296.8 kg/cm^2 representing a 16.42% increase, flexural strength 44.14 Kg/cm^2 . cm^2 representing 15.43%, traction 37.33 Kg/cm^2 representing 28.82% improvement over standard concrete and a maximum reduction of the air content in concrete is evident from 6.35% to 4.21%. Therefore, the inclusion of nanosilica and nanoalumina favorably influences the mechanical properties of the concrete.

Keywords: nanoparticles, compressive strength, flexural strength, permeability

I. INTRODUCCIÓN

En la producción del diseño del concreto siempre se evidenciaron diferentes tipos de problemas e imperfecciones. Dado que el hormigón $f'c=210\text{kg/cm}^2$ es usado frecuentemente en obras civiles, y está expuesto a muchos factores como: alto contenido de porosidad, agrietamientos, fisuras, filtraciones de humedad, deterioro de acero por corrosión por contenido de aire en el hormigón; existencia de la salinidad en terrenos constructivos, todo lo indicado deteriora al concreto. Con esta investigación se pretende alcanzar una solución a estos problemas en la construcción con diseño de este concreto estándar adicionando Nanopartículas en proporción de nanosílice y nanoalúmina; siendo el objeto mejorar la resistencia a la compresión, tracción, flexión cierre de poros lograr la impermeabilidad, evitar la corrosión del acero. Para esto se sostiene que ya existen experiencias de muchos artículos científicos a nivel internacional que han demostrado un gran aumento de propiedades mecánicas de concreto, como la inclusión de nanoactivadores en proporción de nanosílice y otros autores con nanoalúmina. Sin embargo, existen algunas dudas en nuestro medio por experimentar en el laboratorio con la inclusión de nanopartículas en nuestro medio, donde se determinarán el resultado en un laboratorio con las proporciones específicas de las nanopartículas de sílice y alúmina dar aporte nacional en función a esta investigación cuantitativa experimental en mejorar en la tecnología del concreto en obras constructivas.

Según Bocanegra (2019) afirmó que el diseño del hormigón actualmente tiende a ser más exigente en relación con la resistencia por el debido a sus complicaciones constructivas de infraestructura de mejoramiento de las fábricas industriales, frecuentemente verificó dificultades constructivas de su durabilidad y vida útil; debido a que están expuestos a hidrocarburos y espacios salinos que requieren de un concreto impermeable. Las interferencias constructivas son limitaciones en el continuo proceso de ejecución del proyecto, generando sobrecostos, ampliaciones de tiempo y otro tipo de perjuicios para los involucrados.

Chuzón & Ramírez (2020), estudiaron el nanosílice para desarrollar hormigón ligero de alta resistencia. En este proceso, se tomó en cuenta estándares instituidos: ACI

211.2-98 y ACI 363.2R. Obteniendo como resultado diferentes distribuciones oscilando entre 56.20 kg/m³ de hormigón (equivalente al 5.98% del contenido de cemento) y 67.87 kg/m³ de hormigón (equivalente al 6.46% del contenido de cemento). Este estudio trato de dar una oportunidad para mejorar técnicamente el diseño del concreto adicionando nanopartículas, la resistencia apropiada compresión y flexión, conocer los costos adicionales generados por estos aditivos. Los resultados de la investigación en diferentes porcentajes obtuvieron mejora a la compresión en el concreto al prototipo en 10.79%, 11.30% 17.35% respectivamente.

Este proyecto de investigación, permitirá a las empresas conocer sus aplicaciones, mejorar el costo y la durabilidad del concreto a través del tiempo, generando un alto rendimiento, siendo significativo en mejora de las propiedades mecánicas del concreto con costo razonable. Además, las nanopartículas son óptimas, por lo que se eligen el nanosílice y nanoalúmina, que es un material puzolánico, que mejora el concreto en todos los sentidos, ya que le da la mejor resistencia al concreto y no requiere mucha diferencia de precio, también ayuda al medio ambiente por ser aditivos no contaminantes y ahorra emisiones para concreto. La formulación del problema nos permitirá preguntarnos cual será lo más interesante que tenemos que responder en este proyecto de investigación y que tenemos que desglosar en dos problemas específicos.

Problema general. ¿De qué manera influye agregando nanosílice y nanoalúmina en las propiedades físicas y mecánicas del hormigón $f'_c=210\text{kg/cm}^2$, Lima 2023?;

Problema específico 1 ¿De qué manera influye la dosificación del nanosílice y nanoalúmina en las propiedades mecánicas a la compresión, tracción, flexión y permeabilidad del hormigón $f'_c=210\text{kg/cm}^2$, Lima 2023?; **problema específico 2** ¿Cuál será el óptimo rendimiento con el agregando de nanosílice y nanoalúmina a la compresión, tracción, flexión y permeabilidad del concreto $f'_c= 210\text{kg/cm}^2$, Lima 2023?

Respecto al problema se pretende realizar una investigación experimental en un laboratorio con la inclusión de nanopartículas en el hormigón estándar como una solución a las exigencias del avance tecnológico en la construcción en mejora de

la infraestructura civiles, preservar la vida útil para la continuidad y la operatividad de los elementos estructurales; estableciendo un análisis correcto conforme las normas vigentes al diseño de pruebas en los materiales y control de calidad.

Para esta investigación señalaremos los objetivos que nos permita determinar la solución de los problemas en la producción del concreto; para este fin someteremos a un proceso experimental a variables independientes en la mejora de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón de variable dependiente, a continuación planteamos el Objetivo General, analizar la influencia de nanosílice y nanoalúmina en las propiedades físicas y mecánicas del hormigón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2023; como Objetivo específico 1; Determinar la influencia a las propiedades mecánicas a la compresión, tracción, flexión y permeabilidad agregando nanosílice y nanoalúmina del hormigón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2023. El siguiente Objetivo específico 2, Determinar el óptimo de las dosificaciones del nanosílice y nanoalúmina en las propiedades físicas y mecánicas del hormigón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2023. Las propiedades físicas y mecánicas se refieren al análisis de la resistencia a la compresión, flexión, e impermeabilidad en la reducción de la porosidad; los mismos que se demostraran en los ensayos correspondientes por medio de probetas; donde se observará el resultado de la resistencia a la compresión, flexión, impermeabilidad, y la dureza del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ estándar. Mientras la Hipótesis general: Agregando nanosílice y nanoalúmina influye favorablemente en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2023. Hipótesis específica 1: Agregando las dosificaciones de nanosílice y nanoalúmina influye de manera favorable en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2023. La segunda hipótesis específico: el óptimo rendimiento del agregando de nanosílice y nanoalúmina es favorable en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2023.

II. MARCO TEÓRICO

Estudios analizados en nuestro país se encontró a Velásquez (2019), quien en su análisis sobre efectos del hormigón fresco con la adición del nanosílice usando

conglomerados en la ciudad de Abancay. El objetivo fue conocer las características del hormigón pesado agregado de nanosílice; donde desarrollo y expuso 3 tipos de relación a/c de 0.50, 0.45 y 0.40, con nanosílice en porcentajes de 0.5%, 1% y 1.5%, para compararse con el diseño estándar de cada relación agua/cemento a 7 y 28 días de madurez; para dicho propósito tomó muestras de 180 probetas de 36 vigas, obteniéndose el hormigón pesado aumentando a 0.5% de nanosílice. También realizo prueba a la compresión resultando favorables adicionar el 0.5% de nanosílice. Con el hormigón con relación a/c de 0.50 aumento un 2.47% de su resistencia a los 28 días, con una densidad de 2992 kg/m³; también en la dosis de 0.5% aumentando su resistencia a 16.27% para un concreto con relación a/c de 0.40 a los 28 días, con una densidad de 2949 kg/m³, y culminando hizo ensayos a flexión donde incrementando el hormigón a/c de 0.40, obteniendo 3.07%, 5.07% y 6.11%, y una densidad de 2937 kg/m³, 2959 kg/m³ y 2971 kg/m³.

Osorio (2019) investigó a nivel nacional y determinó el efecto del nanosílice y la resistencia del hormigón dependiente a la exposición en terrenos con sulfatos en la costa; como objetivo demostró el comportamiento positivo con la inclusión de un porcentaje de nanosílice en el concreto en términos de durabilidad en terreno crítico; utilizó cemento sol tipo I, con correspondencia agua/cemento de 0.56 en Norma la guía ACI 211.1 con mezclas, agregando 0.5%, 1.0% y 1.5% de nanosílice. Resultó de este experimento, la dureza a la compresión en 14 días se incrementó a un valor de 349 kg/cm², y a 28 días de 395 kg/cm² para los hormigones que contenían un 1.0% de nanosílice. Posteriormente, se sometieron las mismas muestras a un ambiente agresivo utilizando agua de mar recolectada en la zona de estudio. A 42 días de maduración se obtuvo la fortaleza a la compresión más alta de este ensayo fue de 374 kg/cm² y menor porosidad con un valor del 1.76% para el hormigón.

Tamayo (2019) Analizó Los resultados de concreto con nanosílice obteniendo gran resistencia inicial, a los 3 días obtuvo el 58.8% a flexión y el 72.1% a compresión, posteriormente el incrementó fue progresivo, a los 7 días tanto en flexión como compresión más del 80% de su resistencia. A los 28 días alcanzó grandes resistencias 11.9 MPa a flexión y 84.4 MPa a compresión. Los valores iniciales de los ensayos a los tres días adquieren valores en un rango muy similar, en días

posteriores cada adición tiene diferente comportamiento mecánico hasta llegar a su valor final. Observó que la mayor resistencia tanto en flexión como compresión se la obtiene de los 3 a los 7 días, posterior a ello la resistencia aumentó, aunque detenidamente. Análisis comparativo de la resistencia a flexión a los 3, 7 y 28 días de los hormigones con sus respectivas adiciones de nanosílice en el concreto con dosificaciones de 0.3 a 0.7% el peso del cemento.

Carrasco (2019). En su investigación pretendió demostrar la influencia del nanosílice en las peculiaridades del hormigón $f'c= 350 \text{ kg/cm}^2$ para lograr un hormigón de mayor durabilidad. Los ejemplares implementados agregaron nanosílice con proporciones 0.5% 1.0% 1.5% 2.0% con resultado los 28 días. Utilizó técnicas y normativas que estudió el proceder del hormigón y sus componentes. Posteriormente, llevó a cabo ensayos para observar y evaluar el hormigón fresco como rígido. El resultado de la resistencia a la compresión del hormigón aumento significativamente, con una proporción del 2%, a los 28 días con una resistencia del 52,9% más que el hormigón $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$. En conclusión, se señaló que la dosis de 0.5% proporciona la mayor resistencia después de 24 horas.

Li, Chunqing (2023) investigó sobre el mecanismo de influencia de nanoalúmina (Al_2O_3)(NA) en concreto a multi escala. La dosificación como muestra adicionó el 1% NA en concreto mejoró. Comparado con el concreto sin NA, obteniéndose el incremento de las resistencias a la compresión temprana 14 días y 28 tardía en un 13,8 % y un 19,1 %, respectivamente, y mejoró la capacidad de resistir perforaciones de iones de cloruro. Además, exhibió una densidad seca y una resistencia a la compresión disminuidas, y una porosidad abierta y una absorción de agua aumentadas, NA puede reaccionar con el hidróxido de calcio (CH) para generar más nanofibras, que podían llenar los poros y unir las grietas para mejorar concreto rendimiento bajo experimentos microscópicos.

Caballero, Damiani y Ruiz (2021) investigaron a nivel nacional procedentes de la Universidad de San Agustín de Arequipa, pretendieron optimizar el hormigón patrón a 175, 210, 280 y 350 Kg/cm^2 respectivamente en mejora de las propiedades mecánicas. En este proceso utilizaron el tipo de investigación experimental aplicada con el contexto cuantitativo, las muestra que emplearon con la adición de nanosílice al peso del cemento con dosificaciones de 0.6%, 0.8%, 1,0% y 1.4 % del agregado de una cantera de Añashuayco en Arequipa. En este proceso

experimental demostraron notablemente la plasticidad y la homogénea en la mezcla siendo trabajable y plantearon la rotura de las probetas a los 7 y 28 días de cada ensayo. Como resultado de esta optimización demostraron el incremento la resistencia a la compresión de 175 Kg/cm² a los 7 días en 20.24%, 31.19%, 35.63% y 57.29% en comparación con los grupos de referencia (concreto - patrón) de cada dosificación de NS; Mientras tanto, NS incremento del 17.33%, 24.89%, 49.84% y 72.38% también aumentó la resistencia a la compresión a los 28 días. Además, demostraron la permeabilidad en cada dosificación en comparación del concreto patrón $f'c = 210$ Kg/cm² a los 28 días con 0%, 0.6%, 1.0% y 1,4% de NS con las mismas condiciones de adición al peso del cemento; donde lograron demostrar que la porosidad de penetración promedio en cada una de las adiciones fue mejor en concreto normal 25.30 mm, 10.43 mm, 9.33 mm y 10.47 mm. El autor concluyó que los diseños agregando nanosílice entre el rango de 0,8 a 1,4 % alcanzan las resistencias mayores a menor costo en los 175 y 210 Kg/cm², también resaltó que la permeabilidad de 0.6 a 1.0 % es menor penetración de humedad y corrosión.

Velásquez, et al. (2019) demostró en su investigación, sobre consecuencias del nanosílice, características y microestructura del hormigón ligero. El objetivo principal fue analizar la estructura y el proceder del concreto en presencia de nanosílice. Se realizaron ensayos de trabajabilidad, resistencia y se examinó la microestructura del concreto utilizando espectroscopia de rayos X. El efecto mejoró el comportamiento y la resistencia del concreto. Esto se debe a que la nanosílice proporciona una estructura más uniforme y homogénea al Concreto, lo que lo hace más denso y resistente a fugas y penetraciones de gases y productos químicos que pueden afectar su calidad. En conclusión, la adición de nanosílice beneficia al hormigón ligero.

Alshammari (2019) realizó en su investigación demostró sobre el impacto de nanosílice en la resistencia y porosidad, su objetivo fue reconocer los cambios y variación de ensayos analizados, agregando al hormigón tipo III y adicionando el 0.5%,1.0%,2.0% y 3%, resultando el diseño en resistencia de 6000 psi a 28 días. Indicando que aumentaron las características si se agregan esta nanopartícula, pero en cuanto a su porosidad disminuye al estar al 2%. Concluyendo que el aumento a la resistencia e impermeabilidad es mayor dependiendo al % adicionado de nanosilice, mejorando el hormigón convencional.

Zanon et al. (2018) investigaron internacionalmente sobre las diferentes causas y resultados del nanosílice en el mortero expuestos a iones de cloruro. Sometieron pruebas físicos-químicos superficiales y micro estructurales, con el objetivo de analizar a las nanopartículas agregando nanosílice en proporciones de 0.1%, 0.5% y 0.7%. El resultado de este ensayo en laboratorio con nanosílice 0.1% no mejoró sus características mecánicas y físicas del mortero; pero con nanosílice en proporciones de 0.5% y 0.7%. El resultado de este ensayo resultó incrementarse la resistencia a la compresión y tracción mecánica del mortero en 10% al mortero original.

León (2018) en su investigación nacional en la ciudad de Huancayo, pretendió analizar el comportamiento del hormigón con las nanopartículas de nanosílice. El objetivo fue determinar la resistencia adecuada; para mejorar la compresión axial y la consistencia en hormigones autocompactantes creados con distintas relaciones agua/cemento de 0.40 en distintas edades de 1, 3, 7, 14 y 28 días en estado fresco, registrándose el asentamiento de 4 ¼" para una dosis del 2% de nanosílice. Luego del experimento logró demostrar la resistencia a la compresión mecánica de 595 kg/cm² a los 28 días. También realizó el experimento con 1.5% de nanosílice, se registró el siguiente asentamiento y elevó 4 ½" con una relación de mezcla de a/c= 0.4; en este proceso demostró su resistencia mecánica de 498 kg/cm². Con proporción de nanosílice del 1%, el asentamiento se elevó a 3 ½", obteniendo una resistencia mecánica de 389 kg/cm² a 28 días de edad.

Shokravi et al. (2021) en sus investigaciones desarrollaron a nivel internacional los efectos de la nanoalúmina en las propiedades físicas y mecánicas del hormigón fresco autocompactante. Su objetivo fue determinar la mejora mecánica a altas temperaturas y el proceso de aceleración hidratados y reducción de la estructura de poros, reduciendo la trabajabilidad del concreto fresco y la absorción de agua. La adición de la nanoalúmina registró una hidratación y resistencia acelerada, reduce la absorción de agua y la contracción por secado del hormigón y aumentando un 16% de resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y una resistencia sometida a temperaturas entre 100 °C – 1000 °C llegando a 28 días y

entre las temperaturas indicadas. Resultando que la nanoalúmina tiene menor permeabilidad, logrando una mayor durabilidad y resistencia a la compresión reduciendo el diámetro de flujo en el asentamiento y la trabajabilidad en la adición de este nano aditivo.

Teoría Referencial

La nanotecnología

Yang xua et al. (2020) indicaron que el uso de la nanotecnología en el diseño y en la tecnología de materiales ayudan que las características mecánicas y la durabilidad para los materiales cementosos están relacionados con las propiedades de su microestructura. Además, investigaron la influencia de varios tipos de dispersantes y nanopartículas dando resultados óptimos en el cemento fraguado que contiene nanosílice. Las nanopartículas y su adición de estos hacen que el cemento sea más compacto y promueve el desarrollo de la solidez mecánica del cemento endurecido. La nanosílice (0.30 nm), cemento y 3 dispersantes: sulfito de acetona formaldehído (AFS), policarboxilato 0.15 (PC) y dispersante de policarboxilato anfótero (APC). La nanosílice que posee un efecto de nucleación y un efecto de relleno de tamaño pequeño puede promover la formación y el crecimiento de hidratos, mientras tanto, llena los poros grandes en los productos de hidratación.

Tamayo (2019) calificó como el control de la materia en ordenes de magnitud de 1 a 100 nanómetros. Para que los materiales puedan alcanzar estas características se ha manipulado la materia a escalas muy pequeñas incapaces de ver para el ojo humano. Actualmente la nanotecnología ha permitido la fabricación de ingredientes con usos y características completamente nuevas.

Nanopartículas

La nanopartícula existe en el mundo natural y también se crean como resultado de actividades humanas, son ultrafinas y compuestas por 1 a 100 nanómetros de dimensión. Partículas finas establecidas en 100 y 2,500 nanómetros. Las partículas

gruesas entre 2,500 y 10,000 nanómetros. están clasificadas por su diámetro y tiene tres medidas mínimas a 100 nm.

Efectos de los nanomateriales en el Concreto

La aplicación de nanopartículas en el concreto influye de manera importante las partículas rellenan huecos entre los granos del cemento y operan como núcleos activos que aumentan la hidratación del cemento al incrementar la superficie específica. Según Alcázar & Marín (2012) al rellenar los huecos se crea un matriz más densa por lo que disminuye la porosidad. La dimensión de las partículas reaccionando con el cemento son capaces de crear microestructuras más densas y menos porosas que las de un concreto tradicional (Tamayo, 2019, p.12).

Nanosílice

Tamayo (2019) El nanosílice es un aditivo plastificante, de aspecto de color blanco, como su nombre lo indica está compuesto a base de sílice su compuesto químico SiO_2 . El tamaño de las partículas es entre 3nm y 150 nm, es decir 100 veces menos que las partículas del cemento en físico. Al ser el tamaño de las partículas nanométrico la superficie específica es muy grande lo que genera una buena plasticidad a la mezcla sin la necesidad de plastificantes. Según Basf su densidad es de 1.030 kg/m³ Tiene la propiedad de incrementar la resistencia inicial y final del concreto en dosificaciones de 0.3 a 0.7% el peso del cemento.

Nanoalúmina:

Páucar, Villegas & García (2019) denominaron en síntesis y tamaño de la nanoalúmina (Al_2O_3) se definen como microscópicamente de 7,5 nm a 200 nm, y se crearon unas siguientes medidas de 2 mm, obteniendo la sinterización a 1200°C, Siguiendo las transformaciones estructurales mediante espectroscopia infrarrojo y difracción de rayos X, indico la presencia de alúmina a partir de los 1000°C. El uso adecuado del material sinterizado fue estimado por sus características mecánicas, donde la alúmina manométrica sinterizada una resistencia a la flexión 2,6 veces superior.

Contracción del concreto

Según la Revista construyendo seguro (2023), Reconocida por contracción del mortero y formación de fisuras, una vez que está seco. El mortero se contrae o se reduce, bajo ciertas condiciones siendo común la deshidratación.

Factores externos de la contracción del concreto

El divisor que acelera la reducción del mortero es: medioambiental, la temperatura, aire, humedad o viento. Si fuera el momento que la temperatura del ambiente aumente, la humedad disminuirá, el viento aumentará acelerando la evaporación del agua en el mortero afectándolo y finalmente la geometría del tipo de encofrado (Construye seguro de Aceros Arequipa, 2023).

Propiedades del concreto

El mortero es rígido cuando se mezclan cemento, piedra chancada, arena gruesa y agua, adicionando el aditivo según las circunstancias del trabajo que demanda. Las principales propiedades del material es la de trabajabilidad, consistencia, tracción, exudación, permeabilidad y peso unitario llamado la unidad de medida mínima en m³ (Construye seguro de Aceros Arequipa, 2023).

Trabajabilidad

Es un mortero ideado adecuadamente en estado fresco, siendo elástico y moldeable con herramientas manuales, el contenido de aire mínimo debe ser el requerido y la segregación deben ser minimizadas. La proporción del agua necesaria será por las características y agregados del mortero deseado. (NTP E.060)

Exudación

Es producto de una mezcla de concreto fresco que no es uniforme, el elemento agua se aleja y sobresale del mortero. Siendo disminución de densidad y resistencia del mortero endurecido, aumentando la fragilidad a degeneración y corrosión a través del tiempo, las causas de este problema provienen de mala selección del material, terreno salino o con material orgánico, la proporción del agua, por la falta de vibración y la temperatura no controlada según (Revista construniec, 2023).

Permeabilidad

Es el análisis de la compacidad máxima al concreto, se puede medir la disminuye de la porosidad o penetración en milímetros, toda vez que la porosidad se menor la corrosión no puedan penetrar el hormigón ni la humedad incrementando la vida útil de una estructura del concreto simple o armado; con la búsqueda de aditivo nanométrico se pretende eliminar la porosidad en la estructura interna del hormigón. Según la Revista PyS Concreto (2020), porosidad en el hormigón es aire atrapado, producto de inconsistencia en el hormigón o la falta de vibración en el fraguado, esta porosidad expone a la corrosión del acero en una estructura y tiende a filtración de la humedad. La porosidad varía entre 15% y 35% siendo perjudicial. Método por presión según norma ASTM – C231.

Figura 1. *Ensayo de permeabilidad del concreto*

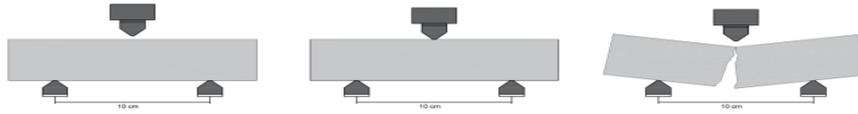


Fuente: Diseño adaptado de Caballero, Damiani y Ruiz (2021)

Flexión

Este ensayo a rotura se lo realiza en la maquina WYKEHAM FARRANCE Se selecciona 3 probetas por cada adición o material a ensayar. Se colocan las probetas en el centro, en el eje transversal, a 8cm de los laterales. La distancia entre los soportes inferiores es de 10 cm. La medida de las probetas se recomienda 0.15x0,15x0.45 cm

Figura 2. *Prueba de flexión*



Fuente: diseño construneic.com

Se enciende el medidor, colocándolo en cero, y configurándolo para que guarde el mayor esfuerzo alcanzado. Se enciende la maquina a flexión a la menor velocidad posible, con ello se garantiza una medición más precisa. Finalmente, después de la ruptura se toman datos para ser analizados (NTP E.060).

Compresión

Este ensayo de rotura se lo realiza con la maquina SUZPECAR, para someter resistencia a la compresión del esfuerzo máximo de una probeta. Las dimensiones miden de 20 cm altura x 4 cm de diámetro. Se enciende el contador en cero y se enciende la memoria para guardar los mayores esfuerzos alcanzados. Se pone en marcha la maquina hasta el momento de ruptura. Finalmente se toman datos y se repite el proceso con todas las piezas a ensayar (NTP E.060).

Figura 3. *Rotura del concreto de resistencia a la compresión*



Fuente: diseño propio

Resistencia y durabilidad

La durabilidad, virtud del mortero para soportar la compresión de ensayos físicos, químicos, biológicos y climáticos. Las estructuras durables de un proyecto en obra o servicio, debe cumplir con su vida útil; siendo frecuente de 80 a 100 años. Para cumplir este propósito es fundamental el adecuado diseño del mortero y la mínima porosidad (NTP E.060).

Tracción

La tracción es aplicar un esfuerzo axial a una probeta hasta su rotura. Su velocidad de deformación debe ser mínima. Esto se mide la compresión diametral, la carga del esfuerzo se aplicada en la sección transversal de cada probeta. Además, permite determinar las características estándar de los materiales, a menudo requeridas en las especificaciones resistencia a la tracción o compresión, alargamiento a la fractura según (Vallejos, 2023) y la norma ASTM C496.

Diseño de mezcla de concreto

El Grupo Arcos (2023), analizaron procedimientos de diseño de mezcla de mortero, usando métodos como volumétricos, análisis, experimental, y empírico. logrando mejorar continuamente para resultar en guías y normas para una calidad de mortero en campo. Para el diseño es necesario determinar: absorción de los insumos, granulometría, peso, humedad, textura, tipo, marca del cemento, peso específico, relaciones entre resistencia y la relación agua/cemento.

Marco Normativo E.060

La distribución de los componentes e implementación de las pruebas de probetas, en el diseño de concreto estándar deben confeccionarse teniendo consideraciones técnicas: curar y ensayar en circunstancias normales supervisadas, mínimo dos probetas cilíndricas de 6" de 12" de altura (150 mm por 300 mm) o tres probetas cilíndricas de 4" de 8" de altura (150 mm por 200 mm) para cada maduración de ensayo en el marco con la NTP 339.183:2013. Además, las muestras serán ensayadas a los 28 días o requeridas según el $f'c$ y todo de acuerdo a las NTP.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Es cuantitativo, pues el recojo de datos e información implica la medición de la variable, el análisis de los resultados se realizará empleando métodos matemáticos, orientado a la comprobación de la hipótesis para generalizar las conclusiones según (Arias y Covinos, 2021). En el contexto de esta investigación es aplicada por la existencia de antecedentes y estudios teóricos que te permiten realizar los

procesos conocidos para demostrar con toda certeza lograr los resultados de la mediciones mediante ensayos de laboratorio referentes a las variables de estudio de las resistencias del concreto estándar y la variación de las propiedades mecánicas con la adición proporcional de los nanomateriales; de esta fusión nos permitirá conocer un nuevo producto y otra dosificación en el mercado de la construcción.

Diseño de investigación

Arias y Covinos (2021) definen el diseño experimental, utilizando los objetos de manera aleatoria o preelegida y se pueden medir más de tres veces en un laboratorio que refleje el propósito del estudio. Conforme las connotaciones del autor, la presente investigación desarrollada se trata de un diseño experimental debido que se hará uso de una probeta del modelo o patrón como referencia para la comparación de la resistencia de las propiedades del concreto con una dosificación específica conocido de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$; demás ensayos con adición de nanomateriales de sílice y alúmina proporcionales a la dosificación se ensayaran como tres veces obteniendo un promedio más aproximado del resultado del laboratorio sometido a esfuerzos máximos de resistencia en la rotura de probetas registrándose en la ficha de observaciones.

Los alcances adicionales de Arias y Covinos (2021) es de alcance explicativo pues establece una causa y efecto entre la relación de las variables. Con este concepto podemos deducir que esta investigación es explicativa causal debido a que se manipulara la variable independiente con nanomateriales en diferentes dosificaciones para medir la variable dependiente para observar los resultados; las unidades de la resistencia a la compresión en Kg/cm^2 , resistencia a la tracción en Kg/cm^2 , las densidades en Kg/cm^3 , unidades de flexión de las vigas en Mpa , la permeabilidad en cm/s .

3.2. Variables, operacionalización

Variable dependiente: Propiedades mecánicas del concreto estándar $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$

VARIABLES INDEPENDIENTES: Nanosílice y Nanoalúmina, Serán variables que influyen en variación de las propiedades mecánicas del concreto.

Definición conceptual.

Según León y Massana (2019); La nanosílice y la nanoalúmina son materiales de tamaño nanométrico que han ganado interés en diversos campos de investigación y aplicaciones tecnológicas. El nanosílice se refiere a partículas de sílice con dimensiones en el rango de nanómetros 3 nm a 150 nm, mientras que la nanoalúmina hace referencia a partículas de alúmina en la escala manométrica en intervalos de 7.5 nm a 200 nm.

En esta investigación las características del material concreto en términos de sus propiedades físicas y su comportamiento mecánico son intrínsecas. Esto implica examinar y comprender cómo el concreto responde ante diferentes cargas, su resistencia a la compresión, su capacidad para soportar tensiones, su durabilidad, entre otros aspectos relevantes.

Definición operacional.

Se refiere a los procedimientos y métodos específicos utilizados para medir, evaluar y cuantificar las particularidades físicas y mecánicas del material hormigón estándar con nanoactivadores. Estos procedimientos permiten obtener datos objetivos con datos cuantitativos sobre la influencia del concreto en función a sus indicadores.

Nanosílice.

El nanosílice conocido como óxido de silicio, su composición química es SiO_2 se define operacionalmente como partículas de sílice de dimensión de partícula promedio de nanómetros generalmente inferior a 100 nanómetros que se adicionara al concreto estándar en proporciones del indicador de la dosificación de 0.6%, 0.9% y 1.6% del volumen del concreto, en pronóstico de éxito en incremento por sus características mecánicas del mortero.

Nanoalúmina.

Shocravi et al. (2021) La NA en la inclusión en hormigón fresco demostró a su investigación menor permeabilidad al agua y a los iones de cloruro que se debe al proceso acelerado de hidratación. Por lo tanto, el uso de NA mejora el rendimiento de SCC Alúmina conocida como óxido de aluminio a la vez en partículas nanométricas de 1 a 100 nm, la fusión en el concreto endurecido con NA está demostrado que soporta altas temperaturas hasta de 300° a 600 C° de calcinación. Las nanoalúmina como partículas se preparará por diferentes métodos como el sol-gel, la combustión, la precipitación, la hidrotermal y la lixiviación del caolín. La composición química de la nanoalúmina es Al_2O_3 . En esta investigación se agregará en función al indicador de la dosificación de 0.6%, del volumen del concreto estándar, en pronóstico de éxito en incremento de las propiedades mecánicas del concreto.

Dimensiones 1: Propiedades físicas de nanosílice y nanoalúmina.

La nanoalúmina tiene una adición adecuada en material cerámico con aplicaciones industriales y en la sociedad, de hecho, es el material cerámico de óxido más utilizado que tiene una apariencia color blanco, amorfo, inerte e inodoro.

El Nanosílice compuesto químico e inorgánico con presencia en la naturaleza como cuarzo y en muchas formas de vida, es flexible y resistente con dominio en la distribución de sus componentes químicos en una mezcla de hormigón adaptable, además no es un contaminante tóxico.

Dimensiones 2: Dosificación de nanosílice y nanoalúmina.

Se refiera a la alteración de las particularidades mecánicas del mortero estándar en mejorar la compactación, tracción, flexión, permeabilidad y fricción. Para esta investigación experimental se utilizará la proporción de nanosílice 0.6%, 0.9% y 1.6% de cada volumen del cemento y de 0.6 % nanoalúmina fija que se combinará con cada una de las proporciones de sílice con relación del a/c 0.456

Dimensiones 3: Trabajabilidad

El concreto apropiadamente diseñado que reúne todas las condiciones de homogeneidad flexible es elástico moldeable en la manipulación de herramientas

manuales y equipamiento, se mide en Slump, según Normativa es establecida entre 3" a 4". Recomendado resultado de la relación de agua cemento promedio adecuado de 0.46. La relación podría variar entre 0.40 a 0.60. a menor relación la resistencia es mayor, pero no será trabajable y a mayor relación es muy trabajable, pero la resistencia es menor. Por lo tanto, es fundamental que sea promedio que sea trabajable como también que tenga resistencia.

Dimensiones 4: Propiedades mecánicas

La propiedad mecánica está en función a los indicadores: firmeza a la compresión, tracción, flexión, permeabilidad del hormigón estándar de A/C de 0.45 que al ensayar las probetas con 0% de nanopartículas y con agregado de nano partículas se determinará el mejoramiento de las características mecánicas del mortero y dosificación en los en función a los indicadores con los nanoactivadores en proporción con el mismo proceso de ensayo en la medición de resultados.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

De acuerdo con Tacillo (2016), la población se refiere al conjunto de elementos, individuos, eventos o cosas que son objeto de análisis y que serán investigados durante el proceso de indagación.

Para la presentación de este estudio de investigación, se utilizará una población de carácter indeterminado. Se llevará a cabo un análisis de los fenómenos que produce sus características mecánicas del mortero con una resistencia nominal de $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$, al agregar porcentajes del 0.6%, 0.9% y 1.6% de nanosílice y 0.6% de nanoalúmina fija al peso del cemento, con el pronóstico en la obtención del incremento a la compresión, tracción, flexión, la reducción de la porosidad o la permeabilidad del concreto en estudio.

Muestra

Hernández, et al. (2014) clasificaron el ejemplar en dos amplias categorías muestras no probabilísticas y probabilísticas. Esta distinción se basa en la representatividad de la muestra, la medida del ejemplar y la utilización de elección casual y/o un enfoque sistemático para la elección de las unidades de estudio.

La muestra que se utilizará en esta investigación se determina no probabilística consiste en tomar todas las muestras cilíndricas de 108 probetas y vigas 36 de hormigón que serán sometidas a pruebas, sobre la base de un diseño con una resistencia nominal de $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Para descubrir sus propiedades mecánicas del mortero estándar del comportamiento a la compresión, tracción, flexión y permeabilidad; agregando 0.6%, 0.9% y 1.6% de nanosilice y 0.6% nanoalúmina al peso del cemento que combina con cada proporción de SiO_2 . Se utilizarán especímenes cilíndricos con un grosor de 10 cm y largo de 20 cm, y vigas con dimensiones: 15 cm x 15 cm x 45 cm. Estos ensayos se realizarán en intervalos de tiempo de 7, 14 y 28 días. Localizado en el departamento de Lima, provincia de Lima.

3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos

El presente análisis usaremos el método de observación, relacionado entre el fenómeno investigado y el investigador por medio de instrumentos de observación (Ñaupas, 2018).

Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos que usaremos son guías de exploración para recolección de información en el formato establecidos, permitiendo evaluar las probetas de concreto con la distribución necesaria por las diferentes edades; para ejercer el análisis documental en la ficha de registros por el resultado de los ensayos, teniendo en presente las normas según NTP 339.114:2016 para los distintos estudios de elementos del hormigón.

La ficha de observación: permitirá al científico registrar los resultados obtenidos mediante observación en el momento del ensayo (Arias, 2021, p.93). Se adjunta las fichas en el anexo.

Validez del instrumento

Es la afirmación verdadera de la variable en coherencia a su evaluación. La recopilación mediante fichas de registro, tendrán la forma de decisión de unidades (Hernández y Mendoza, 2018). Nuestra investigación se aplicará los instrumentos

de verificación y acumulación de datos, teniendo en cuenta los instrumentos que ya existen y están validados por los expertos.

Tabla 1. *Expertos de la validez*

N°	Nombres y Apellidos	Grado	Especialidad
1	Arturo Fernando Cangalaya Villegas	Magister	Ing. Civil
2	Pedro Klinton Salinas Torres	Magister	Ing. Civil
3	Víctor Hernández García	Magister	Ing. Mecánico Elec.

Fuente: Elaboración propia.

Confiabilidad

La confiabilidad se designa como exactitud pues es oportuno a escala donde los niveles del resultado de la medición están libres de errores. Aravena, et al. (2014), Esto nos indica si llegamos a realizar una o varias mediciones constantemente, estas tendrán resultados iguales.

La presente Investigación, usaremos los instrumentos del laboratorio de ensayos de materiales y muestreo para suelos, concreto y asfalto MTL GEOTECNIA S.A.C. Estos están perfectamente calibrados, estandarizados y normados por el SGS Certificado: PE22/819943976, obteniendo ISO 9001:2015. Además de estar registrados por Indecopi como Propiedad Industrial, N.º Certificado:00132076.

3.5. Procedimientos

Esta Investigación acerca del diseño concreto $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, se inicia seleccionando los componentes agregados finos y gruesos extraídos de la cantera Trapiche, es de gran importancia conocer y garantizar una buena calidad. Posteriormente se procederá a buscar y adquirir las Nanopartículas de nanosílice y nanoalúmina, para ser aplicado en adición de 0.6%, 0.9% y 1.6% de nanosílice al y con adición de 0.6% de nanoalúmina fijo al peso del cemento; en cada proporción se procederá a elaborar 108 probetas en cada una de las propiedades mecánicas (compresión, tracción, y permeabilidad). Además, se elaborarán 36 vigas de hormigón de 15 cm x 15 cm x 45 cm.(flexión). Todos los estudios serán registrados en fichas de observación que nos permitirán llevar el orden adecuado. Obtenidas las mezclas con distintas dosificaciones de nanosílice y nanoalúmina, se procederá a colocar en un molde cilíndrico y molde para las vigas lo cual se tendrá que esperar las edades 7, 14 y 28 días de curado (sumergido en agua) y ser sometidos a la prensa, de esa manera se obtendrá los efectos de los ensayos en las cuatro propiedades del concreto en estudio de esta investigación. Guiados por los formatos del laboratorio de Mecánica de Suelos, regido por N.T. P.

3.6. Método de análisis de datos

Toda Información obtenida en las muestras de la presente investigación será procesada previamente con ensayos en laboratorio, programas como el SPSS o Excel y entre otros. Todo ello nos permitirá presentar en forma ordenada mediante gráficos, cuadros resúmenes, figuras., para mejor comprensión del lector, logrando indicar que se realizaron estos ensayos guiados por la NTP.

3.7. Aspectos éticos

Los investigadores del actual proyecto de investigación nos comprometemos a respetar con legitimidad de los resultados, la seguridad de los datos efectuados en el laboratorio mediante la ficha de observación y registro de información establecido

y guiados conforme a las Normas Técnicas Peruanas. También a criterios del investigador, reservando prudencia y responsabilidad verídica de toda la información proporcionada de los integrantes que participan en este proyecto.

IV. RESULTADOS

4.1 Influencia a las propiedades mecánicas a la compresión, flexión, tracción y permeabilidad agregando nanosilice y nanoalúmina del hormigón $f'c= 210$ Kg/cm², Lima 2023.

Para esta investigación se elaboró el concreto estándar con relación de agua cemento 0.456, con agregados piedra chancada de 1.5" máximo, arena gruesa y cemento portland de tipo 1 marca sol, partiendo de la resistencia de diseño de $f'c=210$ kg/cm². Se diseñaron 4 mezclas con dosificaciones: uno concreto y/o hormigón estándar con 0%, el segundo respectivo el concreto agregando 0.6%, 0.9%, 1.6% de nanosilice al peso del cemento y 0.6% proporción fijo de nanoalúmina al peso del cemento. El proceso de adición mejora la estructura

interna de la mezcla logrando la durabilidad y la compacidad cerrando las brechas de la porosidad; mientras la sustitución mejora las propiedades químicas, físicas y su endurecimiento, según los autores (Shocravi, et al, 2021). En esta investigación para determinar la influencia de las propiedades mecánicas del concreto se realizaron ensayos en el laboratorio con 108 probetas para verificar resistencia a la compresión, tracción y flexión, y 36 probetas para analizar la permeabilidad. La rotura de los esfuerzos de la probeta de cada propiedad se efectuará en tiempos 7, 14 y 28 días, según la Norma se sometieron 3 probetas como muestra por cada edad y propiedad mecánica del concreto.

4.1.1. Resultados la influencia de resistencia a la compresión

4.1.1.1. Ensayo a la compresión, probetas del concreto estándar y con el agregado de 0.6%, 0.9% y 1.6% de Nanosílice (NS) y 0.6% de Nanoalumina (NA) fijo a los 7 días

En la Tabla 2 resultado de ensayo a la compresión con tres probetas sometido en el laboratorio del concreto patrón a los 7 días.

Tabla 2. Resistencia a compresión (RC) del concreto estándar a los 7 (días).

Muestra	Descripción	Fecha de rotura	RC (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (Kg/cm ²)
P-01	estándar	06/10/2023	210.5	210.4
P-02	estándar	06/10/2023	208.0	
P-03	estándar	06/10/2023	212.7	

Es la descripción del resultado de rotura de las 3 probetas del ensayo de resistencia a la compresión del concreto patrón 0% de nanopartículas a los 7 días, se adquirió

como promedio a 210.4 kg/cm² y evidenciando que aún no ha logrado superar la resistencia de diseño.

En la Tabla 3 resultado de ensayo a la compresión con tres probetas sometido en el laboratorio del concreto con agregado de 0.6% de nanosilice y 0.6% nanoalúmina de a los 7 días.

Tabla 3. Resistencia a la compresión con 0.6% nanosilice y 0.6% de nanoalúmina a los 7 días.

Muestra	Descripción	Fecha de rotura	RC (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
PNS +NA-1	Concreto + 0.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	06/10/2023	221.4	222
PNS + NA-2	Concreto + 0.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	06/10/2023	224.5	
PNS+NA -3	Concreto + 0.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	06/10/2023	220.1	

Es la descripción del resultado de rotura de las 3 probetas del ensayo de compresión del concreto con el agregado de 0.6% NS y 0.6% NA a los 7 días, se adquirió como promedio a 222 kg/cm² evidenciando la mejorar relativamente a la resistencia del diseño diseño del concreto estándar.

En la Tabla 4 resultado de ensayo a la compresión con tres probetas sometido en el laboratorio del concreto con agregado de 0.9% de nanosilice y 0.6% nanoalúmina de a los 7 días.

Tabla 4. Resistencia a la compresión con 0.9% de nanosilice y 0.6% de nanoalúmina a los 7 días.

Muestra	Descripción	Fecha de rotura	RC (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (Kg/cm ²)
PNS +NA-1	Concreto + 0.9% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	06/10/2023	228.6	230.1
PNS + NA-2	Concreto + 0.9% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	06/10/2023	231.8	
PNS+NA -3	Concreto + 0.9% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	06/10/2023	229.9	

Los resultados de la resistencia a la compresión del concreto que se elaboró agregando al cemento con 0.9% de nanosilice y 0.6% de nanoalúmina que se

obtuvieron a los 7 días, por lo que se muestra un ligero aumento en la resistencia presentando 229.9 kg/cm² en la resistencia promedio.

En la Tabla 5 resultado de ensayo a la compresión con tres probetas sometido en el laboratorio del concreto con agregado de 1.6% de nanosilice y 0.6% nanoalúmina de a los 7 días.

Tabla 5. Resistencia a la compresión con 1.6% de nanosilice y 0.6% de nanoalúmina a los 7 días.

Muestra	Descripción	Fecha de rotura	RC (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
PNS +NA-1	Concreto + 1.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	06/10/2023	236.2	236.03
PNS + NA-2	Concreto + 1.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	06/10/2023	238.2	
PNS+NA -3	Concreto + 1.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	06/10/2023	233.7	

Los resultados de la resistencia a la compresión del concreto que se elaboró adicionando al cemento con 1.6% de nanosilice y 0.6% de nanoalúmina se adquirió resultado a los 7 días, por lo que se muestra un ligero aumento en la resistencia presentando 236.03 kg/cm² en la resistencia promedio. Se evidencia un incremento de 12.86 % con 1,6NS y 0.6 NA.

Resumen de las dosificaciones a los 7 días del ensayo a la compresión

Tabla 6. Resistencia a la compresión promedio a los 7 días de cada dosificación (Kg/cm²)

Adición % NS	0%	0.6%	0.9%	1.6%
Adición % NA	0%	0.6%	0.6%	0.6%
F'c= 210 Kg/cm ²	210.4	222	230.1	236.03

Fuente: Análisis de las propiedades mecánicas del concreto con la adición de NS y NA

Los resultados de laboratorio de la resistencia a la compresión en resumen en 7 días, sobre la influencia en el concreto estándar con la adición de las proporciones de nanopartículas tienden ser incrementales; se evidencia favorable con los antecedentes de los artículos científicos sobre estas adiciones de los nanomateriales en el concreto estándar mejoran significativamente la resistencia a la compresión 12.86% respecto al concreto patrón, según la obtención en el laboratorio experimentado.

4.1.1.2. Ensayo a la compresión, probetas del concreto estándar y con el agregado de 0.6%, 0.9% y 1.6% de Nanosílice (NS) y 0.6% de Nanoalúmina (NA) fijo a los 14 días.

Tabla 7. Resistencia a compresión del concreto estándar a los 14 días.

Muestra	Descripción	Fecha de rotura	RC (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (Kg/cm ²)
P-01	estándar	13/10/2023	232.5	236.03
P-02	estándar	13/10/2023	230.1	
P-03	estándar	13/10/2023	237.1	

Es la descripción del resultado de rotura de las 3 probetas del ensayo de resistencia a la compresión del concreto patrón 0% de nanopartículas a los 14 días, se adquirió como promedio a 236.03 kg/cm² y evidenciándose a mayor maduración el concreto estándar ha logrado superar la resistencia de diseño.

En la Tabla 8 resultado de ensayo a la compresión con tres probetas sometido en el laboratorio del concreto con agregado de 0.6% de nanosilice y 0.6% nanoalúmina de a los 14 días.

Tabla 8. Resistencia a la compresión con 0.6% nanosílice y 0.6% de nanoalúmina a los 14 días.

Muestra	Descripción	Fecha de rotura	RC (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
PNS +NA-1	Concreto + 0.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	13/10/2023	245.5	

PNS + NA- 2	Concreto + 0.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	13/10/2023	241.4	
PNS+NA -3	Concreto + 0.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	13/10/2023	243.2	243.37

Los resultados de la resistencia a la compresión del concreto que se elaboró agregando al cemento con 0.6% de nanosilice y 0.6% de nanoalúmina que se obtuvieron a los 14 días, por lo que se muestra un ligero aumento en la resistencia presentando 243.37 kg/cm² en la resistencia promedio.

En la Tabla 9 resultado de ensayo a la compresión con tres probetas sometido en el laboratorio del concreto con agregado de 0.9% de nanosilice y 0.6% nanoalúmina de a los 14 días.

Tabla 9. Resistencia a la compresión con 0.9% nanosilice y 0.6% de nanoalúmina a los 14 días.

Muestra	Descripción	Fecha de rotura	RC (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
PNS +NA-1	Concreto + 0.9% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	13/10/2023	257.5	
PNS + NA- 2	Concreto + 0.9% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	13/10/2023	254.6	256.17
PNS+NA -3	Concreto + 0.9% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	13/10/2023	256.4	

Los resultados de la resistencia a la compresión del concreto que se elaboró agregando al cemento con 0.9% de nanosilice y 0.6% de nanoalúmina que se obtuvieron a los 14 días, por lo que se muestra un ligero aumento en la resistencia presentando 256.17 kg/cm² en la resistencia promedio.

En la Tabla 10 resultado de ensayo a la compresión con tres probetas sometido en el laboratorio del concreto con agregado de 1.6 % de nanosilice y 0.6% nanoalúmina de a los 14 días

Tabla 10. Resistencia a la compresión con 1.6% nanosilice y 0.6% de nanoalúmina a los 14 días.

Muestra	Descripción	Fecha de rotura	RC (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
PNS +NA-1	Concreto + 1.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	13/10/2023	269.3	267.63
PNS + NA-2	Concreto + 1.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	13/10/2023	266.3	
PNS+NA -3	Concreto + 1.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	13/10/2023	267.3	

Los resultados de la resistencia a la compresión del concreto que se elaboró agregando al cemento con 1.6% de nanosilice y 0.6% de nanoalúmina que se obtuvieron a los 14 días, por lo que se muestra un ligero aumento en la resistencia presentando 267.63 kg/cm² en la resistencia promedio.

Tabla 11. Resistencia a la compresión promedio a los 14 días de cada dosificación (Kg/cm²)

Adición % NS	0%	0.6%	0.9%	1.6%
Adición % NA	0%	0.6%	0.6%	0.6%
F'c= 210 Kg/cm ²	236.03	243.37	256.17	267.63

Fuente: Análisis de las propiedades mecánicas del concreto con la adición de NS y NA

Los resultados de laboratorio de la resistencia a la compresión en resumen en 14 días, sobre la influencia en el concreto estándar con la adición de las proporciones de nanopartículas tienden ser incrementales; se evidencia favorable conforme los antecedentes de los artículos científicos sobre estas adiciones de los nanomateriales en el concreto estándar mejoran significativamente la resistencia a la compresión en 27.3%, según la obtención en el laboratorio experimentado.

4.1.1.3. Ensayo a la compresión, probetas del concreto estándar y con el agregado de 0.6%, 0.9% y 1.6% de Nanosilice (NS) y 0.6% de Nanoalumina (NA) fijo a los 28 días.

Tabla 12. Resistencia a compresión del concreto estándar a los 28 días.

Muestra	Descripción	Fecha de rotura	RC (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (Kg/cm ²)
P-01	estándar	27/10/2023	254.6	254.93
P-02	estándar	27/10/2023	257.3	
P-03	estándar	27/10/2023	252.9	

Es la descripción del resultado de rotura de las 3 probetas del ensayo de resistencia a la compresión del concreto patrón 0% de nanopartículas a los 28 días, se adquirió como promedio a 254.93 kg/cm² y evidenciándose a mayor maduración el concreto estándar ha logrado superar la resistencia de diseño.

En la Tabla 13 resultado de ensayo a la compresión con tres probetas sometido en el laboratorio del concreto con agregado de 0.6% de nanosilice y 0.6% nanoalúmina de a los 28 días.

Tabla 13. Resistencia a la compresión con 0.6% nanosilice y 0.6% de nanoalúmina a los 28 días.

Muestra	Descripción	Fecha de rotura	RC (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
PNS +NA-1	Concreto + 0.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	27/10/2023	268.9	267.33
PNS + NA-2	Concreto + 0.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	27/10/2023	266.0	
PNS+NA -3	Concreto + 0.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	27/10/2023	267.1	

Los resultados de la resistencia a la compresión del concreto que se elaboró agregando al cemento con 0.6% de nanosilice y 0.6% de nanoalúmina que se obtuvieron a los 28 días, por lo que se muestra un ligero aumento en la resistencia presentando 267.33 kg/cm² en la resistencia promedio.

En la Tabla 14 resultado de ensayo a la compresión con tres probetas sometido en el laboratorio del concreto con agregado de 0.9% de nanosilice y 0.6% nanoalúmina de a los 28 días.

Tabla 14. Resistencia a la compresión con 0.9% nanosilíce y 0.6% de nanoalúmina a los 28 días.

Muestra	Descripción	Fecha de rotura	RC (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
PNS +NA-1	Concreto + 0.9% nanosilíce + 0.6% nanoalúmina	27/10/2023	284.6	285.17
PNS + NA-2	Concreto + 0.9% nanosilíce + 0.6% nanoalúmina	27/10/2023	287.6	
PNS+NA -3	Concreto + 0.9% nanosilíce + 0.6% nanoalúmina	27/10/2023	283.3	

Los resultados de la resistencia a la compresión del concreto que se elaboró agregando al cemento con 0.9% de nanosilíce y 0.6% de nanoalúmina que se obtuvieron a los 28 días, por lo que se muestra un ligero aumento en la resistencia presentando 285.17 kg/cm² en la resistencia promedio.

En la Tabla 15 resultado de ensayo a la compresión con tres probetas sometido en el laboratorio del concreto con agregado de 1.6% de nanosilíce y 0.6% nanoalúmina de a los 28 días.

Tabla 15. Resistencia a la compresión con 1.6% nanosilíce y 0.6% de nanoalúmina a los 28 días.

Muestra	Descripción	Fecha de rotura	RC (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
---------	-------------	-----------------	--------------------------	--

PNS +NA-1	Concreto + 1.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	27/10/2023	294.6	296.80
PNS + NA-2	Concreto + 1.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	27/10/2023	299.7	
PNS+NA -3	Concreto + 1.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	27/10/2023	296.1	

Los resultados de la resistencia a la compresión del concreto que se elaboró agregando al cemento con 1.6% de nanosilice y 0.6% de nanoalúmina que se obtuvieron a los 28 días, por lo que se muestra un ligero aumento en la resistencia presentando 296.80 kg/cm² en la resistencia promedio.

Tabla 16. Resistencia a la compresión promedio a los 28 días de cada dosificación (Kg/cm²)

Adición % NS	0%	0.6%	0.9%	1.6%
Adición % NA	0%	0.6%	0.6%	0.6%
F'c= 210 Kg/cm ²	254.93	267.33	285.17	296.80

Fuente: Análisis de las propiedades mecánicas del concreto con la adición de NS y NA

Los resultados de laboratorio de la resistencia a la compresión en resumen en 28 días, sobre la influencia en el concreto estándar con la adición de las proporciones de nanopartículas tienden ser incrementales; se evidencia favorable con las adiciones de los nanomateriales en el concreto estándar mejoran significativamente la resistencia a la compresión en 41% respecto a concreto estándar en 29 días, según la obtención en el laboratorio experimentado.

4.1.2. Resultados de influencia de resistencia a la Flexión

Los ensayos de rotura de las viguetas de sección de 0.15x0.15x0.45cm se realizaron en los 3 diseños de viguetas del hormigón estándar 0% de nanomateriales; el tres de cada proporción con agregado de 0.6%, 0.6%, 1.6% de nanosilice y 0.6% de nanoalúmina el peso del cemento a diferentes edades 7, 14 y 28 días. El esfuerzo de flexión se observará los resultados del esfuerzo.

4.1.2.1. Ensayo a la flexión, probetas del concreto estándar y con el agregado de 0.6%, 0.9% y 1.6% de Nanosílice (NS) y 0.6% de Nanoalúmina (NA) fijo a los 7 días.

Tabla 17. Resistencia a la flexión del concreto estándar a los 7 días.

Muestra	Descripción	Fecha de rotura	RF (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (Kg/cm ²)
P-01	estándar	06/10/2023	34.94	34.71
P-02	estándar	06/10/2023	34.92	
P-03	estándar	06/10/2023	34.26	

Es la descripción del resultado de rotura de las 3 probetas del ensayo de la resistencia a la flexión del concreto patrón 0% de nanopartículas a los 7 días, se adquirió como promedio a 34.71 kg/cm² y evidenciándose responde al diseño concreto estándar.

En la Tabla 18 resultado de ensayo a la flexión con tres probetas sometido en el laboratorio del concreto con agregado de 0.6% de nanosilice y 0.6% nanoalúmina de a los 7 días.

Tabla 18. Resistencia a la flexión con 0.6% nanosílice y 0.6% de nanoalúmina a los 7 días.

Muestra	Descripción	Fecha de rotura	RF (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
PNS +NA-1	Concreto + 0.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	06/10/2023	36.68	36.70
PNS + NA-2	Concreto + 0.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	06/10/2023	36.44	
PNS+NA -3	Concreto + 0.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	06/10/2023	36.98	

Los resultados de la resistencia a la flexión del concreto que se elaboró agregando al peso del cemento con 0.9% de nanosilice y 0.6% de nanoalúmina se logró a los 7 días, por lo que se muestra un ligero aumento en la resistencia presentando 36.70 kg/cm² en la resistencia promedio.

En la Tabla 19 resultado de ensayo a la flexión con tres probetas sometido en el laboratorio del concreto con agregado de 0.9% de nanosilice y 0.6% nanoalúmina de a los 7 días.

Tabla 19. Resistencia a la flexión con 0.9% nanosilice y 0.6% de nanoalúmina a los 7 días.

Muestra	Descripción	Fecha de rotura	RF (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
PNS +NA-1	Concreto + 0.9% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	06/10/2023	38.34	38.16
PNS + NA-2	Concreto + 0.9% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	06/10/2023	38.20	
PNS+NA -3	Concreto + 0.9% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	06/10/2023	37.93	

Los resultados de la resistencia a la flexión del concreto que se elaboró agregando con 0.9% de nanosilice y 0.6% de nanoalúmina al peso del cemento se logró a los 7 días, un ligero aumento en la resistencia a la flexión 38.16 kg/cm² en promedio.

En la Tabla 20 resultado de ensayo a la flexión con tres probetas sometido en el laboratorio del concreto con agregado de 1.6% de nanosilice y 0.6% nanoalúmina de a los 7 días.

Tabla 20. Resistencia a la flexión con 1.6% nanosilice y 0.6% de nanoalúmina a los 7 días.

Muestra	Descripción	Fecha de rotura	RF (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
PNS +NA-1	Concreto + 1.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	06/10/2023	39.29	39.65
PNS + NA-2	Concreto + 1.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	06/10/2023	40.11	
PNS+NA -3	Concreto + 1.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	06/10/2023	39.56	

Los resultados de la resistencia a la flexión del concreto que se elaboró agregando con 0.9% de nanosilice y 0.6% de nanoalúmina al peso del cemento luego del proceso logro se logró a los 7 días, un incremento en la resistencia a la flexión 39.65 kg/cm² en promedio.

Tabla 21. Resistencia a la Flexión promedio a los 7 días de cada dosificación (Kg/cm²)

Adición % NS	0%	0.6%	0.9%	1.6%
Adición % NA	0%	0.6%	0.6%	0.6%
Flexión Kg/cm²	34.71	36.70	38.16	39.65

Fuente: Análisis de las propiedades mecánicas del concreto con la adición de NS y NA

Los resultados de laboratorio de la resistencia a la flexión de la viga en resumen en 7 días, sobre la influencia en el concreto estándar con la adición de las proporciones de nanopartículas tienden ser incrementales; se evidencia favorable con estas adiciones de los nanomateriales en el concreto estándar mejoran significativamente la resistencia a la flexión 16.3% según la obtención en el laboratorio experimentado.

4.1.2.2. Ensayo a la flexión, probetas del concreto estándar y con el agregado de 0.6%, 0.9% y 1.6% de Nanosílice (NS) y 0.6% de Nanoalumina (NA) fijo a los 14 días.

Tabla 22. Resistencia a la flexión del concreto estándar a los 14 días.

Muestra	Descripción	Fecha de rotura	RF (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (Kg/cm ²)
P-01	estándar	13/10/2023	36.44	
P-02	estándar	13/10/2023	37.23	36.66
P-03	estándar	13/10/2023	36.30	

Es la descripción del resultado de rotura de las 3 probetas del ensayo de la resistencia a la flexión del concreto patrón 0% de nanopartículas a los 14 días, se adquirió como promedio a 36.66 kg/cm² y evidenciándose responde al diseño concreto estándar.

En la Tabla 23 resultado de ensayo a la flexión con tres probetas sometido en el laboratorio del concreto con agregado de 0.6% de nanosilice y 0.6% nanoalúmina de a los 14 días.

Tabla 23. Resistencia a la flexión con 0.6% nanosilice y 0.6% de nanoalúmina a los 14 días.

Muestra	Descripción	Fecha de rotura	RF (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
PNS +NA-1	Concreto + 0.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	13/10/2023	38.45	38.47
PNS + NA-2	Concreto + 0.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	13/10/2023	38.20	
PNS+NA -3	Concreto + 0.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	13/10/2023	38.75	

Los resultados de la resistencia a la flexión del concreto que se elaboró agregando con 0.6% de nanosilice y 0.6% de nanoalúmina al peso del cemento luego del proceso logro se logró a los 14 días, un incremento en la resistencia a la flexión 38.47 kg/cm² en promedio.

En la Tabla 24 resultado de ensayo a la flexión con tres probetas sometido en el laboratorio del concreto con agregado de 1.6% de nanosilice y 0.6% nanoalúmina de a los 14 días.

Tabla 24. Resistencia a la flexión con 0.9% nanosilice y 0.6% de nanoalúmina a los 14 días.

Muestra	Descripción	Fecha de rotura	RF (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
PNS +NA-1	Concreto + 0.9% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	13/10/2023	39.97	39.52
PNS + NA-2	Concreto + 0.9% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	13/10/2023	39.56	
PNS+NA -3	Concreto + 0.9% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	13/10/2023	39.02	

Los resultados de la resistencia a la flexión del concreto que se elaboró agregando con 0.9% de nanosilice y 0.6% de nanoalúmina al peso del cemento luego del proceso logro se logró a los 14 días, un incremento en la resistencia a la flexión 39.52 kg/cm² en promedio.

En la Tabla 25 resultado de ensayo a la flexión con tres probetas sometido en el laboratorio del concreto con agregado de 1.6% de nanosilice y 0.6% nanoalúmina de a los 14 días.

Tabla 25. Resistencia a la flexión con 1.6% nanosilice y 0.6% de nanoalúmina a los 14 días.

Muestra	Descripción	Fecha de rotura	RF (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
PNS +NA-1	Concreto + 1.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	13/10/2023	40.52	41.02
PNS + NA-2	Concreto + 1.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	13/10/2023	41.06	
PNS+NA -3	Concreto + 1.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	13/10/2023	41.47	

Los resultados de la resistencia a la flexión del concreto que se elaboró agregando con 0.9% de nanosilice y 0.6% de nanoalúmina al peso del cemento luego del proceso logro se logró a los 14 días, un incremento en la resistencia a la flexión 41.02 kg/cm² en promedio.

Tabla 26. Resistencia a la Flexión promedio a los 14 días de cada dosificación (Kg/cm²)

Adición % NS	0%	0.6%	0.9%	1.6%
Adición % NA	0%	0.6%	0.6%	0.6%
Flexión Kg/cm²	36.66	38.47	39.52	41.02

Fuente: Análisis de las propiedades mecánicas del concreto con la adición de NS y NA

Los resultados de laboratorio de la resistencia a la flexión de la viga en resumen en 14 días, sobre la influencia en el concreto estándar con la adición de las proporciones de nanopartículas tienden ser incrementales; se evidencia favorable con estas adiciones de los nanomateriales en el concreto estándar mejoran significativamente la resistencia a la flexión en 11.89%, según la obtención en el laboratorio experimentado.

4.1.2.3. Ensayo a la flexión, probetas del concreto estándar y con el agregado de 0.6%, 0.9% y 1.6% de Nanosílice (NS) y 0.6% de Nanoalúmina (NA) fijo a los 28 días.

Tabla 27. Resistencia a la flexión del concreto estándar a los 28 días.

Muestra	Descripción	Fecha de rotura	RF (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (Kg/cm ²)
P-01	estándar	27/10/2023	37.25	38.24
P-02	estándar	27/10/2023	38.45	
P-03	estándar	27/10/2023	39.02	

Es la descripción del resultado de rotura de las 3 probetas del ensayo de la resistencia a la flexión del concreto patrón 0% de nanopartículas a los 28 días, se adquirió como promedio a 38.24 kg/cm² y evidenciándose responde al diseño concreto estándar.

En la Tabla 28 resultado de ensayo a la flexión con tres probetas sometido en el laboratorio del concreto con agregado de 0.6% de nanosilice y 0.6% nanoalúmina de a los 28 días.

Tabla 28. Resistencia a la flexión con 0.6% nanosílice y 0.6% de nanoalúmina a los 28 días.

Muestra	Descripción	Fecha de rotura	RF (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
PNS +NA-1	Concreto + 0.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	27/10/2023	40.35	40.19
PNS + NA-2	Concreto + 0.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	27/10/2023	39.97	
PNS+NA -3	Concreto + 0.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	27/10/2023	40.24	

Los resultados de la resistencia a la flexión del concreto que se elaboró agregando con 0.6% de nanosilice y 0.6% de nanoalúmina al peso del cemento luego del

proceso logro se logró a los 28 días, un incremento en la resistencia a la flexión 40.19 kg/cm² en promedio.

En la Tabla 29 resultado de ensayo a la flexión con tres probetas sometido en el laboratorio del concreto con agregado de 0.9% de nanosilice y 0.6% nanoalúmina de a los 28 días.

Tabla 29. Resistencia a la flexión con 0.9% nanosilice y 0.6% de nanoalúmina a los 28 días.

Muestra	Descripción	Fecha de rotura	RF (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
PNS +NA-1	Concreto + 0.9% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	27/10/2023	42.42	42.01
PNS + NA-2	Concreto + 0.9% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	27/10/2023	41.60	
PNS+NA -3	Concreto + 0.9% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	27/10/2023	42.01	

Los resultados de la resistencia a la flexión del concreto que se elaboró agregando con 0.9% de nanosilice y 0.6% de nanoalúmina al peso del cemento luego del proceso logro se logró a los 28 días, un incremento en la resistencia a la flexión 42.01 kg/cm² en promedio.

En la Tabla 30 resultado de ensayo a la flexión con tres probetas sometido en el laboratorio del concreto con agregado de 0.9% de nanosilice y 0.6% nanoalúmina de a los 28 días.

Tabla 30. Resistencia a la flexión con 1.6% nanosilice y 0.6% de nanoalúmina a los 28 días.

Muestra	Descripción	Fecha de rotura	RF (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
PNS +NA-1	Concreto + 1.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	27/10/2023	44.73	44.14
PNS + NA-2	Concreto + 1.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	27/10/2023	43.78	
PNS+NA -3	Concreto + 1.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	27/10/2023	43.92	

Los resultados de la resistencia a la flexión del concreto que se elaboró agregando con 1.6 % de nanosilice y 0.6% de nanoalúmina al peso del cemento luego del proceso logro se logró a los 28 días, un incremento en la resistencia a la flexión 44.14 kg/cm² en promedio.

Tabla 31. Resistencia a la Flexión promedio a los 28 días de cada dosificación (Kg/cm²)

Adición % NS	0%	0.6%	0.9%	1.6%
Adición % NA	0%	0.6%	0.6%	0.6%
Flexión Kg/cm²	38.24	40.19	42.01	44.14

Fuente: Análisis de las propiedades mecánicas del concreto con la adición de NS y NA

Los resultados de laboratorio de la resistencia a la flexión de la viga en resumen en 28 días, sobre la influencia en el concreto estándar con la adición de las proporciones de nanopartículas tienden ser incrementales; se evidencia favorable con estas adiciones de los nanomateriales en el concreto estándar mejoran significativamente la resistencia a la flexión en 15.43 % , según la obtención en el laboratorio experimentado.

4.1.3. Resultados la influencia de resistencia a la tracción

Los ensayos de rotura a la tracción se realizaron en los 3 diseños de especímenes del hormigón estándar 0% de nanomateriales; tres de cada proporción con agregado de 0.6%, 0.6%, 1.6% de nanosilice y 0.6% de nanoalúmina el peso del cemento a diferentes edades 7, 14 y 28 días. Secones de la probeta cilíndrica de 0.30 x0.10 de diámetro. El esfuerzo a la tracción mide la tensión y tiene importancia en el análisis de posible agrietamiento del concreto debido a la restricción de la contracción por el secado o por la disminución de la temperatura, con este ensayo se demuestra la adherencia en el agregado y la pasta en qué medida es favorecida, además la tracción tiene una relación directamente proporcional con la compresión de los esfuerzos puede incrementar o disminuir sus resistencias.

4.1.3.1. Ensayo a la tracción, probetas del concreto estándar y con el agregado de 0.6%, 0.9% y 1.6% de Nanosilice (NS) y 0.6% de Nanoalumina (NA) fijo a los 7 días.

Tabla 32. Resistencia a la tracción del concreto estándar a los 7 días.

Muestra	Descripción	Fecha de rotura	RC (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (Kg/cm ²)
P-01	estándar	06/10/2023	27	26.33
P-02	estándar	06/10/2023	26	
P-03	estándar	06/10/2023	26	

Es la descripción del resultado de rotura de las 3 probetas del ensayo de resistencia a la tracción del concreto patrón 0% de nanopartículas a los 7 días, se adquirió como promedio a 26.33 kg/cm² y evidenciándose a mayor tiempo de curación el concreto estándar incrementa a la resistencia de diseño.

En la Tabla 33 resultado de ensayo a la resistencia a la tracción con tres probetas sometido en el laboratorio del concreto con agregado de 0.6% de nanosilice y 0.6% nanoalúmina de a los 7 días.

Tabla 33. Resistencia a la tracción con 0.6% nanosilice y 0.6% de nanoalúmina a los 7 días.

Muestra	Descripción	Fecha de rotura	RF (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
PNS +NA-1	Concreto + 0.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	06/10/2023	28	28.33
PNS + NA-2	Concreto + 0.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	06/10/2023	29	
PNS+NA -3	Concreto + 0.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	06/10/2023	28	

Los resultados de la resistencia a la tracción del concreto que se elaboró agregando con 0.6 % de nanosilice y 0.6% de nanoalúmina al peso del cemento luego del proceso logro se logró a los 7 días, un incremento en la resistencia a la tracción 28.33 kg/cm² en promedio.

En la Tabla 34 resultado de ensayo a la resistencia a la tracción con tres probetas sometido en el laboratorio del concreto con agregado de 0.9% de nanosilice y 0.6% nanoalúmina de a los 7 días.

Tabla 34. Resistencia a la tracción con 0.9% nanosilíce y 0.6% de nanoalúmina a los 7 días.

Muestra	Descripción	Fecha de rotura	RF (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
PNS +NA-1	Concreto + 0.9% nanosilíce + 0.6% nanoalúmina	06/10/2023	30	30.33
PNS + NA-2	Concreto + 0.9% nanosilíce + 0.6% nanoalúmina	06/10/2023	31	
PNS+NA -3	Concreto + 0.9% nanosilíce + 0.6% nanoalúmina	06/10/2023	30	

Los resultados de la resistencia a la tracción del concreto que se elaboró agregando con 0.9 % de nanosilíce y 0.6% de nanoalúmina al peso del cemento luego del proceso logro se logró a los 7 días, un incremento en la resistencia a la tracción 30.33 kg/cm² en promedio.

En la Tabla 35 resultado de ensayo a la resistencia a la tracción con tres probetas sometido en el laboratorio del concreto con agregado de 1.6% de nanosilíce y 0.6% nanoalúmina de a los 7 días.

Tabla 35. Resistencia a la fracción con 1.6% nanosilíce y 0.6% de nanoalúmina a los 7 días.

Muestra	Descripción	Fecha de rotura	RF (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
PNS +NA-1	Concreto + 1.6% nanosilíce + 0.6% nanoalúmina	06/10/2023	33	32.33
PNS + NA-2	Concreto + 1.6% nanosilíce + 0.6% nanoalúmina	06/10/2023	32	
PNS+NA -3	Concreto + 1.6 % nanosilíce + 0.6% nanoalúmina	06/10/2023	32	

Los resultados de la resistencia a la tracción del concreto que se elaboró agregando con 1.6 % de nanosilíce y 0.6% de nanoalúmina al peso del cemento luego del proceso logro se logró a los 7 días, un incremento en la resistencia a la tracción 32.33 kg/cm² en promedio.

Tabla 36. Resistencia a la tracción promedio a los 7 días de cada dosificación (Kg/cm²)

Adición % NS	0%	0.6%	0.9%	1.6%

Adición % NA	0%	0.6%	0.6%	0.6%
Tracción Kg/cm²	26.33	28.33	30.33	32.33

Fuente: Análisis de las propiedades mecánicas del concreto con la adición de NS y NA

Los resultados de laboratorio de la resistencia a la tracción en resumen en 7 días, sobre la influencia en el concreto estándar con la adición de las proporciones de nanopartículas tienden ser incrementales; se evidencia favorable con estas adiciones de los nanomateriales en el concreto estándar mejoran significativamente la resistencia a la tracción en 22.79 % , según la obtención en el laboratorio experimentado.

4.1.3.2. Ensayo a la tracción, probetas del concreto estándar y con el agregado de 0.6%, 0.9% y 1.6% de Nanosílice (NS) y 0.6% de Nanoalúmina (NA) fijo a los 14 días.

Tabla 37. Resistencia a la tracción del concreto estándar a los 14 días.

Muestra	Descripción	Fecha de rotura	RC (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (Kg/cm ²)
P-01	estándar	13/10/2023	28	28.33
P-02	estándar	13/10/2023	29	
P-03	estándar	13/10/2023	28	

Es la descripción del resultado de rotura de las 3 probetas del ensayo de resistencia a la tracción del concreto patrón 0% de nanopartículas a los 14 días, se adquirió como promedio a 28.33 kg/cm² y evidenciándose a mayor tiempo de curación el concreto estándar incrementa a la resistencia de diseño.

En la Tabla 38 resultado de ensayo a la resistencia a la tracción con tres probetas sometido en el laboratorio del concreto con agregado de 1.6% de nanosilice y 0.6% nanoalúmina de a los 14 días.

Tabla 38. Resistencia a la tracción con 0.6% nanosilice y 0.6% de nanoalúmina a los 14 días.

Muestra	Descripción	Fecha de rotura	RF (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
PNS +NA-1	Concreto + 0.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	13/10/2023	32	29.67
PNS + NA-2	Concreto + 0.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	13/10/2023	32	
PNS+NA -3	Concreto + 0.6 % nanosilice + 0.6% nanoalúmina	13/10/2023	31	

Los resultados de la resistencia a la tracción del concreto que se elaboró agregando con 0.6 % de nanosilice y 0.6% de nanoalúmina al peso del cemento luego del proceso logro se logró a los 14 días, un incremento en la resistencia a la tracción 29.67 kg/cm² en promedio.

En la Tabla 39 resultado de ensayo a la resistencia a la tracción con tres probetas sometido en el laboratorio del concreto con agregado de 0.9% de nanosilice y 0.6% nanoalúmina de a los 14 días.

Tabla 39. Resistencia a la tracción con 0.9% nanosilice y 0.6% de nanoalúmina a los 14 días.

Muestra	Descripción	Fecha de rotura	RF (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
PNS +NA-1	Concreto + 0.9 % nanosilice + 0.6% nanoalúmina	13/10/2023	32	31.67
PNS + NA-2	Concreto + 0.9% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	13/10/2023	32	
PNS+NA -3	Concreto + 0.9 % nanosilice + 0.6% nanoalúmina	13/10/2023	31	

Los resultados de la resistencia a la tracción del concreto que se elaboró agregando con 0.9 % de nanosilice y 0.6% de nanoalúmina al peso del cemento luego del proceso logro se logró a los 14 días, un incremento en la resistencia a la tracción 31.67 kg/cm² en promedio.

En la Tabla 40 resultado de ensayo a la resistencia a la tracción con tres probetas sometido en el laboratorio del concreto con agregado de 1.6% de nanosilice y 0.6% nanoalúmina de a los 14 días.

Tabla 40. Resistencia a la tracción con 1.6% nanosilíce y 0.6% de nanoalúmina a los 14 días.

Muestra	Descripción	Fecha de rotura	RF (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
PNS +NA-1	Concreto + 1.6 % nanosilíce + 0.6% nanoalúmina	13/10/2023	35	35
PNS + NA-2	Concreto + 1.6% nanosilíce + 0.6% nanoalúmina	13/10/2023	35	
PNS+NA -3	Concreto + 1.6 % nanosilíce + 0.6% nanoalúmina	13/10/2023	35	

Los resultados de la resistencia a la tracción del concreto que se elaboró agregando con 1.6 % de nanosilíce y 0.6% de nanoalúmina al peso del cemento luego del proceso logro se logró a los 14 días, un incremento en la resistencia a la tracción 35 kg/cm² en promedio.

Tabla 41. Resistencia a la tracción con promedio a los 14 días de cada dosificación (Kg/cm²)

Adición % NS	0%	0.6%	0.9%	1.6%
Adición % NA	0%	0.6%	0.6%	0.6%
Tracción Kg/cm²	28.33	29.67	31.67	35

Fuente: Análisis de las propiedades mecánicas del concreto con la adición de NS y NA

Los resultados de laboratorio de la resistencia a la tracción en resumen en 14 días, sobre la influencia en el concreto estándar con la adición de las proporciones de nanopartículas tienden ser incrementales; se evidencia favorable con estas adiciones de los nanomateriales en el concreto estándar mejoran significativamente la resistencia a la tracción en 23.54 % , según la obtención en el laboratorio experimentado.

4.1.3.3. Ensayo a la tracción, probetas del concreto estándar y con el agregado de 0.6%, 0.9% y 1.6% de Nanosilíce (NS) y 0.6% de Nanoalúmina (NA) fijo a los 28 días.

Tabla 42. Resistencia a la tracción del concreto estándar a los 28 días.

Muestra	Descripción	Fecha de rotura	RC (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (Kg/cm ²)
P-01	estándar	27/10/2023	29	29.67
P-02	estándar	27/10/2023	30	
P-03	estándar	27/10/2023	30	

Es la descripción del resultado de rotura de las 3 probetas del ensayo de resistencia a la tracción del concreto patrón 0% de nanopartículas a los 28 días, se adquirió como promedio a 29.67 kg/cm² y evidenciándose a mayor tiempo de curación el concreto estándar incrementa a la resistencia de diseño.

En la Tabla 43 resultado de ensayo a la resistencia a la tracción con tres probetas sometido en el laboratorio del concreto con agregado de 0.6% de nanosilice y 0.6% nanoalúmina de a los 28 días.

Tabla 43. Resistencia a la tracción con 0.6% nanosilice y 0.6% de nanoalúmina a los 28 días.

Muestra	Descripción	Fecha de rotura	RF (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
PNS +NA-1	Concreto + 0.6 % nanosilice + 0.6% nanoalúmina	27/10/2023	31	31.67
PNS + NA-2	Concreto + 0.6% nanosilice + 0.6% nanoalúmina	27/10/2023	32	
PNS+NA -3	Concreto + 0.6 % nanosilice + 0.6% nanoalúmina	27/10/2023	32	

Los resultados de la resistencia a la tracción del concreto que se elaboró agregando con 0.6 % de nanosilice y 0.6% de nanoalúmina al peso del cemento luego del proceso logro se logró a los 28 días, un incremento en la resistencia a la tracción 31.67 kg/cm² en promedio.

En la Tabla 44 resultado de ensayo a la resistencia a la tracción con tres probetas sometido en el laboratorio del concreto con agregado de 0.9% de nanosilice y 0.6% nanoalúmina de a los 28 días.

Tabla 44. Resistencia a la tracción con 0.9% nanosilíce y 0.6% de nanoalúmina a los 28 días.

Muestra	Descripción	Fecha de rotura	RF (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
PNS +NA-1	Concreto + 0.9 % nanosilíce + 0.6% nanoalúmina	27/10/2023	34	34.00
PNS + NA-2	Concreto + 0.9% nanosilíce + 0.6% nanoalúmina	27/10/2023	34	
PNS+NA -3	Concreto + 0.9 % nanosilíce + 0.6% nanoalúmina	27/10/2023	34	

Los resultados de la resistencia a la tracción del concreto que se elaboró agregando con 0.9 % de nanosilíce y 0.6% de nanoalúmina al peso del cemento luego del proceso logro se logró a los 28 días, un incremento en la resistencia a la tracción 34 kg/cm² en promedio.

En la Tabla 45 resultado de ensayo a la resistencia a la tracción con tres probetas sometido en el laboratorio del concreto con agregado de 1.6% de nanosilíce y 0.6% nanoalúmina de a los 28 días.

Tabla 45. Resistencia a la tracción con 1.6% nanosilíce y 0.6% de nanoalúmina a los 28 días.

Muestra	Descripción	Fecha de rotura	RF (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
PNS +NA-1	Concreto + 1.6 % nanosilíce + 0.6% nanoalúmina	27/10/2023	37	37.33
PNS + NA-2	Concreto + 1.6 % nanosilíce + 0.6% nanoalúmina	27/10/2023	38	
PNS+NA -3	Concreto + 1.6 % nanosilíce + 0.6% nanoalúmina	27/10/2023	37	

Los resultados de la resistencia a la tracción del concreto que se elaboró agregando con 1.6 % de nanosilíce y 0.6% de nanoalúmina al peso del cemento luego del proceso logro se logró a los 28 días, un incremento en la resistencia a la tracción 37.33 kg/cm² en promedio.

Tabla 46. Resistencia a la tracción promedio a los 28 días de cada dosificación (Kg/cm²)

Adición % NS	0%	0.6%	0.9%	1.6%

Adición % NA	0%	0.6%	0.6%	0.6%
Tracción Kg/cm²	29.67	31.67	34.00	37.33

Fuente: Análisis de las propiedades mecánicas del concreto con la adición de NS y NA

Los resultados de laboratorio de la resistencia a la tracción en resumen en 28 días, sobre la influencia en el concreto estándar con la adición de las proporciones de nanopartículas tienden ser incrementales; se evidencia favorable con estas adiciones de los nanomateriales en el concreto estándar mejoran significativamente la resistencia a la tracción en 25.82 % , según la obtención en el laboratorio experimentado.

4.1.4. Resultados la influencia a la permeabilidad del concreto.

Mayor porosidad es sinónimo de mayor contenido de aire agua, genera filtración de agua, la humedad, salitre, corrosión en el acero, deterioro de paredes de concreto. Lo que se trata en la investigación de los ensayos; es aportar a la sociedad una solución frente a las deficiencias en la construcción. Los resultados del laboratorio se demuestran con la adición de 0.6%, 0.9% y 1.6 % de nanosilice y 0.6% de nanoalúmina en comparación en concreto estándar: ambas variables con la curación de 7, 14 y 28 días. Se sometieron a una presión hidrostática evaluando la cantidad de agua y aire que percola en el concreto, durante un tiempo y se calcula el coeficiente de permeabilidad.

4.1.4. 1. Análisis de la Permeabilidad de concreto a los 7 días

Se somete a la probeta de concreto de 7 días de maduración a una presión de 0.5 Mpa = 5.49 kg/cm² durante el tiempo de 4 días resultando el ensayo observado en el laboratorio.

Tabla 47. Promedio de la porosidad y Coeficiente permeabilidad a 7 días

Probetas	Longitud de la muestra(h)	Área transversal	Tiempo de ensayo 4 días	Porosidad determinada	Profundidad de penetración máxima(D)	Coeficiente de permeabilidad
	(m)	(m ²)	(s)	(%)	(m)	m/s
Estándar	0.30	0.0176	345600	6.350	0.090	1.46E-09
0.6% NS, 0.6% NA	0.30	0.0176	345600	5.140	0.075	8.21E-10
0.9% NS, 0.6% NA	0.30	0.0176	345600	4.950	0.059	8.31E-08
1.6% NS, 0.6% NA	0.30	0.0176	345600	4.210	0.040	3.25E-08

En esta investigación se determinó el contenido de aire del concreto por el método de presión el resultado es el porcentaje de la porosidad con la adición de nanosilice en 0.6%, 0.9% y 1.6% de NS y 0.6 NA, ha permitido la reducción de la porosidad menos contenido de aire que es significativo en con 1.6% NS y 0.6 NA con contenido mínimo de 4.21%, Mientras el coeficiente a la permeabilidades de la penetración de la humedad m/s resulto menor en la adición de 0.6% NS y 0.6 NA

.4.1.4. 2. Análisis de la Permeabilidad de concreto a los 14 días

Se somete a la probeta de concreto de 7 días de maduración a una presión de 0.5 Mpa = 5.49 kg/cm² durante el tiempo de 4 días resultando el ensayo observado en el laboratorio.

Tabla 48. Promedio de la porosidad y Coeficiente permeabilidad a 14 días

Probetas	Longitud de la muestra(h)	Área transversal	Tiempo de ensayo 4 días	Porosidad determinado	Profundidad de penetración máxima(D)	Coficiente de permeabilidad
	(m)	(m ²)	(s)	(%)	(m)	m/s
Estándar	0.30	0.0176	345600	6.350	0.081	1.18E-09
0.6% NS, 0.6% NA	0.30	0.0176	345600	5.140	0.069	6.95E-10
0.9% NS, 0.6% NA	0.30	0.0176	345600	4.950	0.052	6.45E-08
1.6% NS, 0.6% NA	0.30	0.0176	345600	4.210	0.034	2.35E-08

4.1.4. 3. Análisis de la Permeabilidad de concreto a los 28 días

Se somete a la probeta de concreto de 7 días de maduración a una presión de 0.5 Mpa = 5.49 kg/cm² durante el tiempo de 4 días resultando el ensayo observado en el laboratorio.

Tabla 49. Promedio de la porosidad y Coeficiente permeabilidad a 28 días

Probetas	Longitud de la muestra(h)	Área transversal	Tiempo de ensayo 4 días	Porosidad determinado	Profundidad de penetración máxima(D)	Coficiente de permeabilidad
	(m)	(m ²)	(s)	(%)	(m)	m/s
Estándar	0.30	0.0176	345600	6.350	0.072	9.34E-10
0.6% NS, 0.6% NA	0.30	0.0176	345600	5.140	0.064	5.98E-10
0.9% NS, 0.6% NA	0.30	0.0176	345600	4.950	0.047	5.27E-08
1.6% NS, 0.6% NA	0.30	0.0176	345600	4.210	0.031	1.95E-08

En esta investigación se determinó el contenido de aire del concreto por el método de presión el resultado es el porcentaje de la porosidad con la adición de nanosilice en 0.6%, 0.9% y 1.6% de NS y 0.6 NA, ha permitido la reducción de la porosidad menos contenido de aire que es significativo en con 1.6% NS y 0.6 NA con contenido mínimo de 4.21%, Mientras el coeficiente a la permeabilidades de la penetración de la humedad m/s resulto menor en la adición de 0.6% NS y 0.6 NA. Los resultados de laboratorio son similares a los 7, 14 y 28 días .por lo tanto se puede evidenciar en esta investigación resultado a los 7 días.

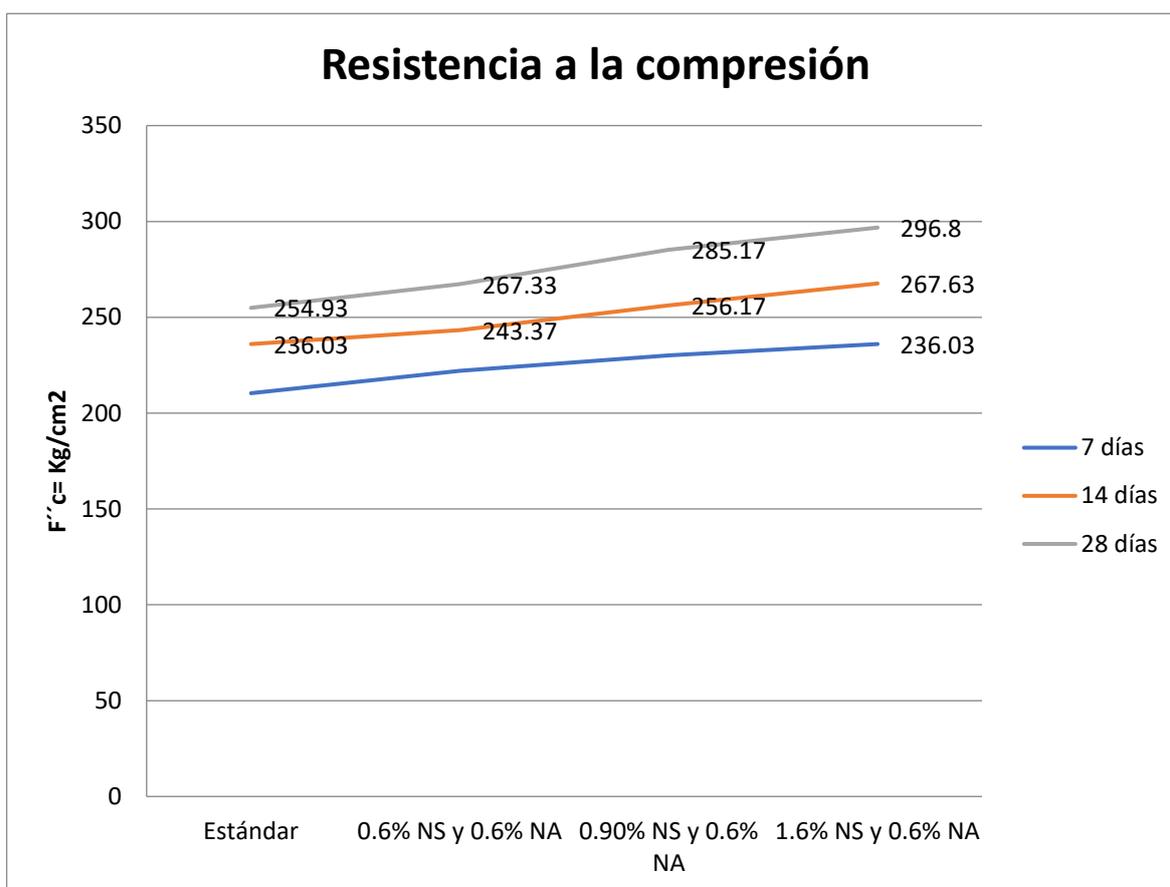
4.2. Determinar el óptimo de las dosificaciones del nanosilice y nanoalúmina en las propiedades físicas y mecánicas del hormigón $f'c=210$ kg/cm², Lima 2023

4.2.1. Óptimo rendimiento de la resistencia a la compresión del concreto con la dosificación empleada a los 7, 14 y 28 días

Tabla 50. Resistencia a la compresión óptimo con las dosificaciones empleadas

Adición % NS	0%	0.60%	0.90%	1.60%	Edades	% rendimiento óptimo
Adición % NA	0%	0.60%	0.60%	0.60%		
$F'c= 210$ Kg/cm ²	210.4	222	230.1	236.03	7	12.18 %
$F'c= 210$ Kg/cm ²	236.03	243.37	256.17	267.63	14	13.39 %
$F'c= 210$ Kg/cm ²	254.93	267.33	285.17	296.8	28	16.42 %

Figura 4. Rendimiento de resistencia a la compresión



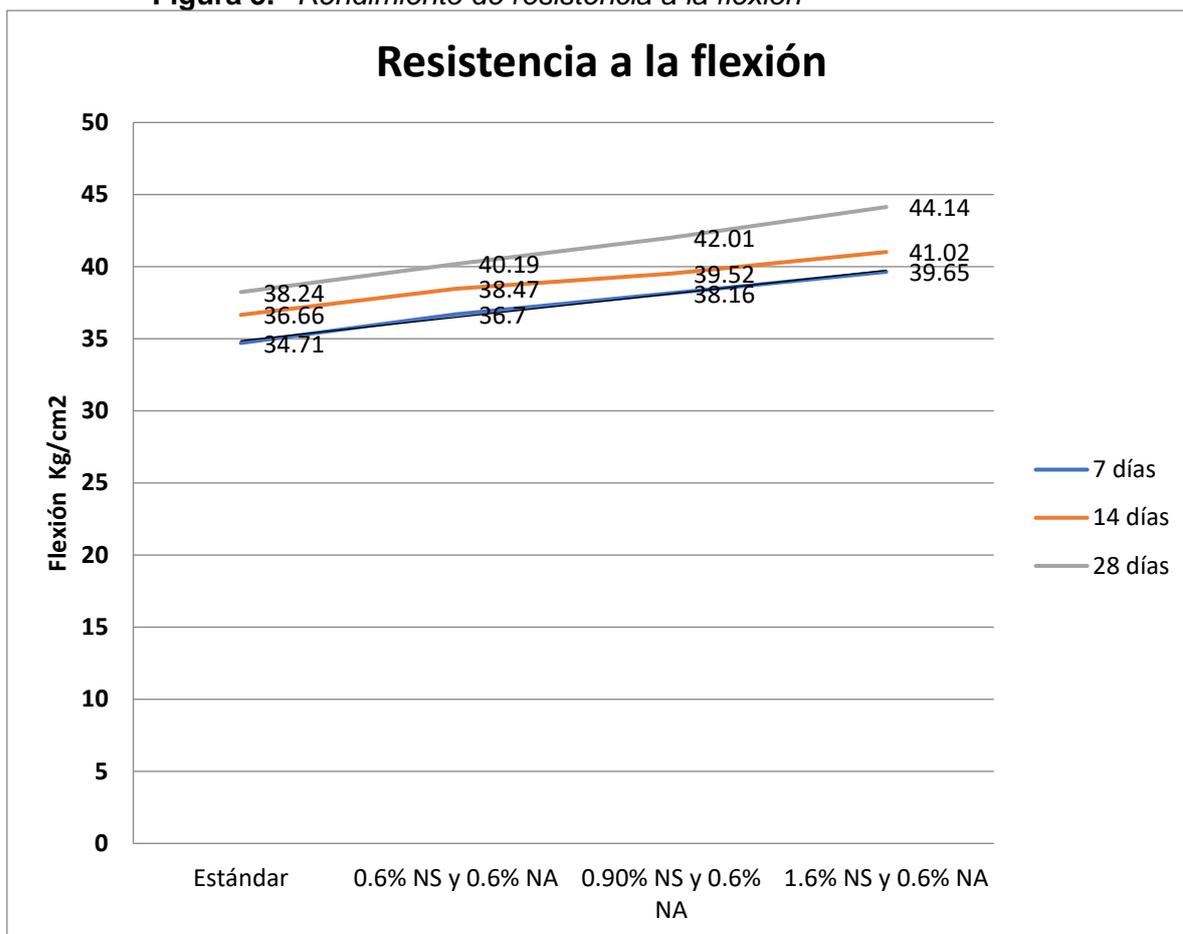
Fuente: elaboración propia

4.2.2. Óptimo rendimiento de la resistencia a la flexión del concreto con la dosificación empleada a los 7, 14 y 28 días

Tabla 51. Resistencia a la flexión óptimo con las dosificaciones empleadas

Adición % NS	0%	0.60%	0.90%	1.60%	Edades	% rendimiento óptimo
Adición % NA	0%	0.60%	0.60%	0.60%		
Flexión Kg/cm2	34.71	36.7	38.16	39.65	7	14.23%
Flexión Kg/cm2	36.66	38.47	39.52	41.02	14	11.89%
Flexión Kg/cm2	38.24	40.19	42.01	44.14	28	15.43%

Figura 5. Rendimiento de resistencia a la flexión



Fuente: elaboración propia

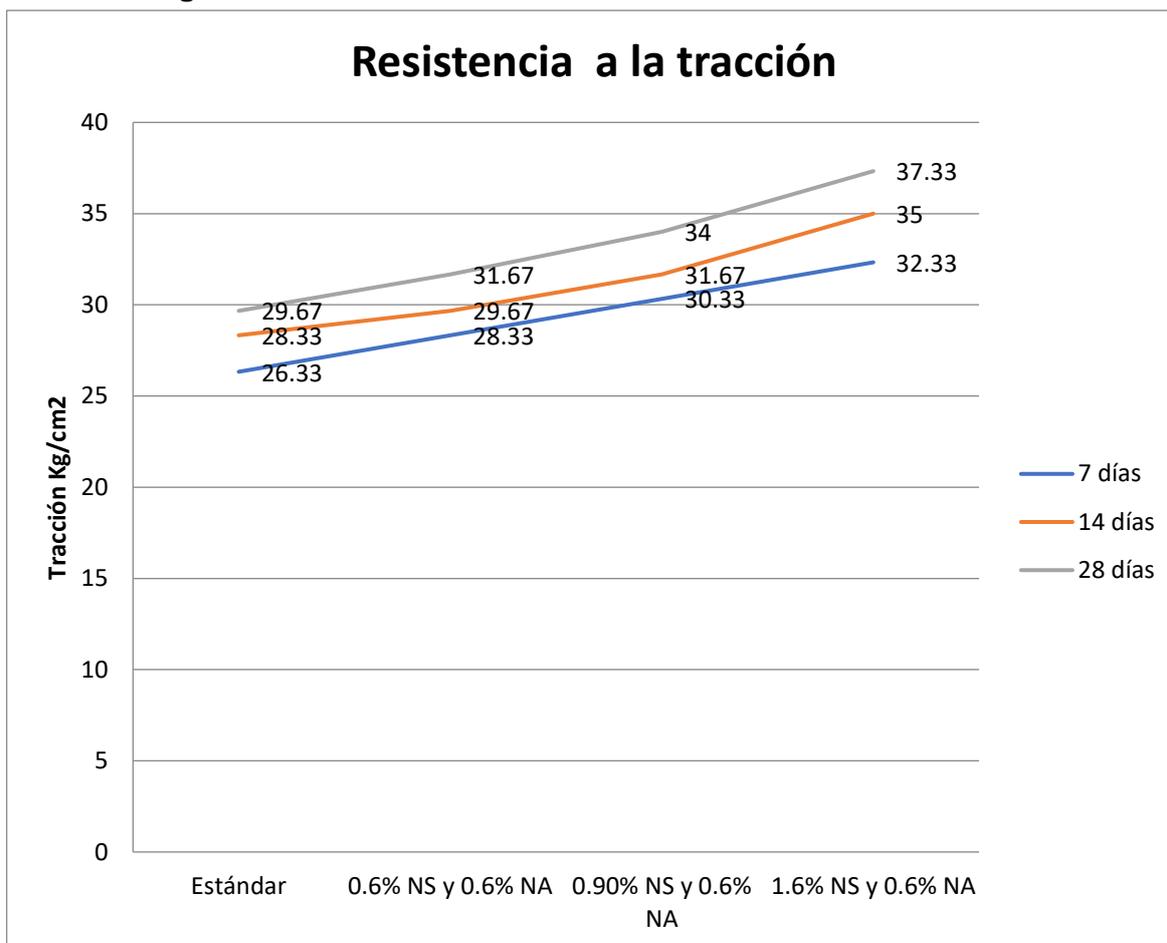
4.2.2. Óptimo rendimiento de la resistencia a la tracción del concreto con la dosificación empleada a los 7, 14 y 28 días

Tabla 52. Resistencia a la Tracción óptimo con las dosificaciones empleadas

Adición % NS	0%	0.60%	0.90%	1.60%	Edades	% rendimiento óptimo
Adición % NA	0%	0.60%	0.60%	0.60%		
Tracción Kg/cm ²	26.33	28.33	30.33	32.33	7	22.79 %
Tracción Kg/cm ²	28.33	29.67	31.67	35	14	23.54 %
Tracción Kg/cm ²	29.67	31.67	34	37.33	28	25.82 %

Fuente: elaboración propia

Figura 6. Rendimiento de resistencia a la Tracción



Fuente: elaboración propia

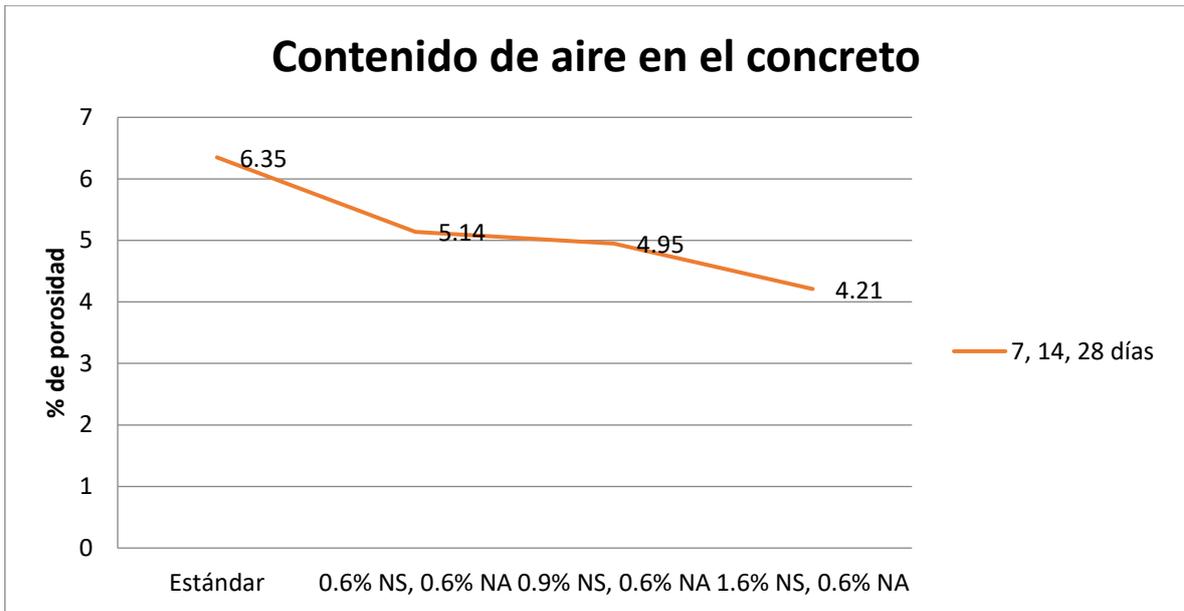
4.2.3. Óptimo rendimiento a la porosidad y permeabilidad del concreto con la dosificación empleada a los 7, 14 y 28 días

Tabla 53. Comparación % de porosidad y el coeficiente con dosificaciones empleadas

Dosificaciones	7 días		14 días		28 días	
	% porosidad	Coefficiente de permeabilidad m/s	% porosidad	Coefficiente de permeabilidad m/s	% porosidad	Coefficiente de permeabilidad m/s
Estándar	6.35	1.46E-09	6.35	1.18E-09	6.35	9.34E-10
0.6% NS, 0.6% NA	5.14	8.21E-10	5.14	6.95E-10	5.14	5.98E-10
0.9% NS, 0.6% NA	4.95	8.31E-08	4.95	6.45E-08	4.95	5.27E-08
1.6% NS, 0.6% NA	4.21	3.25E-08	4.21	2.35E-08	4.21	1.95E-08

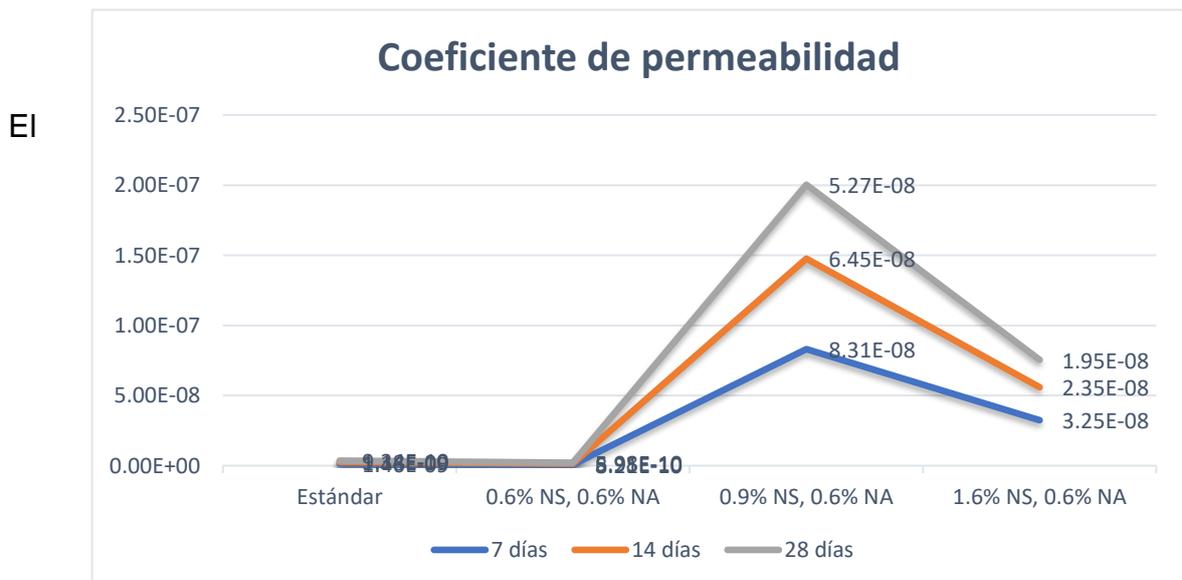
Fuente: elaboración propia

Figura 7. Comparación del % óptimo de porosidad en las dosificaciones



Ensayo de probetas evaluando su porosidad resultó mínima en 4.21% a los 7 días, debido a la adición del 1.6% nanosilice y 0.6% nanoalúmina. Siendo significativamente favorable en la reducción de la porosidad. Es decir, menos contenido de aire reduce el deterioro y la corrosión en los aceros con la dosificación aplicada.

Figura 8. Coeficiente máximo de permeabilidad del concreto con las dosificaciones



Coeficiente máximo de la permeabilidad resulta en dosificaciones 0.9% de

nanosilice y 0.6 % de NA en otras dosificaciones el coeficiente de permeabilidad es menor.

4.3. Análisis estadístico de prueba de hipótesis

4.3.1 Análisis de la correlación entre Var ind & Var dep resistencia a la Compresión a los 28 días

Tabla 54. Análisis de correlación y prueba de hipótesis resistencia a la compresión

		NS	Compresión
NS, NA	Correlación Pearson	1	0.975
	Significancia bilateral		0.025
	N	4	4
COMPRESIÓN	Correlación Pearson	0.975	1
	Significancia Bilateral	0.025	
	N	4	4

H_0 : Datos de la variable NS tiene normalidad (Resistencia compresión)

H_a : Datos de la variable NS no tienen normalidad

Nivel de significancia $\alpha = 5\%$ (0.05)

Elección de estadística $n < 50$, entonces se elige **Shapiro-Wilk**

p- valor ≤ 0.05 entonces **p- valor= 0.025**. Por lo tanto se acepta H_a : La adición de nanosilice y nanoalúmina en las tres proporciones influye favorablemente a la mejora la resistencia a la compresión al concreto estándar.

Conclusión: Se puede aseverar que existe evidencia significativa para afirmar que la resistencia a la compresión del concreto estándar está relacionada de manera directa y positiva con la adición de nanosilice y nanoalúmina con ($r=0.975$). Por lo tanto, los nanoparticulas influye favorablemente en mejora de la resistencia a la compresión del concreto estándar.

4.3.2 Análisis de la correlación entre Var ind & Var dep resistencia a la flexión los 28 días

Tabla 55. Análisis de correlación y prueba de hipótesis resistencia a la flexión

		NS	Flexión
NS, NA	Correlación Pearson	1	0.993
	Significancia bilateral		0.007
	N	4	4
FLEXIÓN	Correlación Pearson	0.993	1
	Significancia Bilateral	0.007	
	N	4	4

H₀ : Datos de la variable NS tiene normalidad (Resistencia flexión)

H_a : Datos de la variable NS no tienen normalidad

Nivel de significancia $\alpha = 5\%$ (0.05)

Elección de estadística $n < 50$, entonces se elige **Shapiro-Wilk**

p- valor ≤ 0.05 entonces **p- valor= 0.007**. Por lo tanto se acepta H_a: La adición de nanosilice y nanoalumina en las tres proporciones influye favorablemente a la mejora la resistencia a la flexión del concreto estándar.

Conclusión: Se puede aseverar que existe evidencia significativa para afirmar que la resistencia a la tracción del concreto estándar está relacionada de manera directa y positiva con la adición de nanosilice y nanoalumina con ($r=0.993$). por lo tanto influye favorablemente los nanopartículas de sílice y alumina en incrementar las resistencia a la flexión

4.3.3 Análisis de la correlación entre Var ind & Var dep resistencia a la tracción los 28 días

Tabla 56. Análisis de correlación y prueba de hipótesis resistencia a la tracción

		NS	Tracción
NS, NA	Correlación Pearson	1	0.991
	Significancia bilateral		0.009
	N	4	4
TRACCIÓN	Correlación Pearson	0.991	1
	Significancia Bilateral	0.009	
	N	4	4

H₀ : Datos de la variable NS tiene normalidad (Resistencia tracción)

H_a : Datos de la variable NS no tienen normalidad

Nivel de significancia $\alpha = 5\%$ (0.05)

Elección de estadística $n < 50$, entonces se elige **Shapiro-Wilk**

p- valor ≤ 0.05 entonces **p- valor= 0.009**. Por lo tanto se acepta H_a : La adición de nanosilice y nanoalumina en las tres proporciones influye favorablemente a la mejora la resistencia a la tracción del concreto estándar.

Conclusión: Se puede aseverar que existe evidencia significativa para afirmar que la resistencia a la tracción del concreto estándar está relacionada de manera directa y positiva con la adición de nanosilice y nanoalumina con ($r=0.991$). por lo tanto la adición de nanosilice y nanoalumina influye favorablemente en mejora de la resistencia a la tracción del concreto

4.3.4. Análisis de la correlación entre Var ind & Var dep % de porosidad y coeficiente a la permeabilidad los 28 días

Tabla 56. Análisis de correlación y prueba de hipótesis resistencia a la porosidad

		NS	Porosidad
NS, NA	Correlación Pearson	1	- 0.976
	Significancia bilateral		0.024
	N	4	4
POROSIDAD	Correlación Pearson	- 0.976	1
	Significancia Bilateral	0.024	
	N	4	4

H_0 : Datos de la variable NS tiene normalidad (Porosidad)

H_a : Datos de la variable NS no tienen normalidad

Nivel de significancia **$\alpha = 5\%$ (0.05)**

Elección de estadística **$n < 50$** , entonces se elige **Shapiro-Wilk**

p- valor ≤ 0.05 entonces **p- valor= 0.024**. Por lo tanto se acepta H_a : La adición de nanosilice y nanoalumina en las tres proporciones influye favorablemente a la mejora en la reducción de la porosidad del concreto estándar.

Conclusión: Se puede aseverar que existe evidencia significativa para afirmar que la impermeabilidad del concreto estándar está relacionada de manera directa y positiva con la adición de nanosilice y nanoalumina con ($r=0.976$). Por lo tanto la adición de nanopartículas influye favorablemente en la reducción de la porosidad interna del concreto y podemos establecer que el concreto se convierte ser impermeable de los agentes externos.

V. DISCUSIÓN

- Los resultados en esta investigación se obtienen a los 7, 14, 28 días respectivamente entre 12.18%, 13.39% y 16.42% incrementó la resistencia a la compresión, en comparación al concreto patrón donde en la discusión de resultados, Chuzón & Ramírez (2020), desarrollaron un hormigón ligero con nanosilice de alta resistencia, como antecedente logró el incremento del concreto patrón en 10%, 11.30%,y 17.35%. La diferencia de nuestra investigación resultó un mayor incremento a la adición de nano alúmina. Por lo tanto, según Alcarraz et al. (2023) en la investigación compró que la adición de nanosilice y nano alúmina al peso del cemento incrementa la resistencia a la compresión.
- Los resultados en esta investigación se obtienen a los 7, 14 y 28 días respectivamente entre 12.18%, 13.39% y 16.42% incrementó la resistencia a la compresión en comparación al concreto patrón con relación a/c 0.56. con significancia, incrementa con nanosilice de 1.6% y 0.6% NA en 47.8%; discusión de resultados, Velásquez (2019) en su investigación adición del nanosilice de 0.5%. 1% y 1.5% al peso del cemento en 7 y 28 días con relación de a/c 0.5, 0.45 y 0.40 desarrolló en mejora de resistencia a la compresión. Lograron en dicho experimento en 3.07%, 5.07%, y 6.11%. La diferencia de nuestra investigación fue mayor debido a la adición de nano alúmina, pese de haber utilizado a/c= 0.56.
- Los resultados en esta investigación se obtienen a los 7, 14 y 28 días respectivamente entre 14.23%, 11.89% y 15.43%, donde se incrementó la resistencia a la flexión en comparación a la investigación de Tamayo (2019) sus resultados fueron de Concreto con Nanosilice obteniendo gran resistencia inicial, a los 3 días obtuvo el 58.8% a flexión, posteriormente el incremento fue progresivo, a los 7 días tanto en flexión más del 80% de su resistencia. A los 28 días alcanzo grandes resistencias 11.9 MPa. Mientras La diferencia de nuestra investigación fue mayor debido a la adición de nano alúmina de 15.43%, además se puede precisar que el uso de nuestra investigación es producto del a/c es =0.56.

- Los resultados en esta investigación se obtienen a los 7, 14 y 28 días, siendo los mismos resultados. 4.21% de porosidad debido a la adición de nanosilice 1.6% y nanoalúmina 0.6%. indicando que es significativo siendo mínimo el contenido de aire en el concreto. Mientras Osore (2019) en su investigación termino el efecto del nanosilice y la resistencia del hormigón dependiente a la exposición en terrenos con sulfatos en la costa; Posteriormente, se sometieron las mismas muestras a un ambiente agresivo utilizando agua de mar recolectada en la zona de estudio. A 42 días de maduración se obtuvo la menor porosidad con un valor del 1.76% para el hormigón.
- EL resultado de nuestra investigación con dosificaciones de NS y NA se ha logrado reducir la permeabilidad en 4.21% en 7 días óptimos, siendo el mismo valor para las otras edades. Mientras Alshammari (2019) realizo su investigación sobre el impacto de nanosilice en la resistencia y porosidad, adicionando NS 0.5%,1.0%,2.0% y 3%, logrando resultado incremento de la impermeabilidad en 2% en 28 días al cemento convencional. Esta investigación es muy significativa en la reducción de 4.21% a los 7 días. se debe a la inclusión de NA.
- EL resultado de nuestra investigación con dosificación de la nanoalúmina dio mejor aporte a los ensayos en el logro de mayor compresión, flexión, tracción y a la reducción de permeabilidad demostrando un mayor aumento en las diferentes edades de fraguado siendo esta como indicaron. Shokravi et al. (2021) La adición de la nanoalúmina registró una hidratación y resistencia acelerada, reduce la absorción de agua y la contracción por secado del hormigón y aumentando un 16% de resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y una resistencia sometida a temperaturas entre 100 °C – 1000 °C llegando a 28 días y entre las temperaturas indicadas.

- El diseño de la mezcla mucho tiene que ver la relación de agua y cemento para lograr la resistencia y la trabajabilidad; siendo aplicables a/c 0.40, 0.45, 0.50 y 0.60 de este indicador dependerá una mezcla trabajable flexible a manejo de mezcla y la otra parte tiene que ver con el endurecimiento a tener mayor resistencia a la compresión, si la relación a/c es menor tendrá SLUMP de 2" a 2.5" tendrá mayor endurecimiento pero no será manejables ni trabajable entonces mientras sea a/c 0.60 será manejable y flexible con SLUMP de 4" a 5" y la resistencia será menor a lo esperado. Entonces es recomendable utilizar relación a/c medio. Bajo esta evidencia en nuestra investigación de utilizó la relación a/c de 0.56 resultando trabajable flexible con SLUMP de 3" a 4" en esas condiciones se logró demostrar con adición de nanosilice en 0.6%, 0.9% y 1.6% y con 0.6% de nanoalumina que la resistencia propiedades mecánicas del concreto fueron incrementales siendo óptimo a los 28 días logrando 16.42% resistencia a la compresión respecto al concreto $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$. En comparación con las investigaciones de Velásquez (2019), quien en su análisis sobre efectos del hormigón fresco con la adición del nanosilice usando conglomerados en la ciudad de Abancay investigo 3 tipos de relación a/c de 0.50, 0.45 y 0.40, con nanosilice en porcentajes de 0.5%, 1% y 1.5%, 7 y 28 días de madurez; para dicho propósito tomó muestras de 180 probetas de 36 vigas, obteniéndose el hormigón pesado aumentando a 0.5% de nanosilice; demostró con relación a/c de 0.50 aumento 2.47% de su resistencia en 7 días; mientras en 28 días con a/c 0.40 en la dosis de 0.5% aumentando su resistencia a 16.27%. De esta comparación es evidentes que la relación a/c 0.40 resulta ser más resistente pero en la propiedad de trabajabilidad es inapropiada y resultaría poroso que la estructura interna del concreto no es compasivo entre sus átomos.

VI. CONCLUSIONES

- En esta investigación se ha demostrado al agregar nanosilice y nanoalúmina como variable independiente influye significativa en la mejora de la variable dependiente concreto estándar 210 kg/cm² incrementando favorablemente en sus propiedades mecánicas aumentando directamente la resistencia a la compresión en 16.42% , flexión 15.43%, tracción 25.82% y el contenido de aire se redujo hasta de 6.35% a 4.21 % respecto al concreto estándar.
- En esta investigación se ha demostrado la dosificación adicionando proporciones 0.6%, 0.9% y 1.6% de NS, y 0.6% de NA influye directamente en la variación positiva de las propiedades mecánicas del concreto siendo óptimo a los 28 días garantizando la mejora de las resistencias. Este aporte brindamos a los lectores de esta tesis casi experimental la adición de nanopartículas de sílice y alúmina que influyen favorablemente en la estructura interna del concreto siendo más compactos entre los átomos del concreto. Los artículos científicos como antecedentes lo refuerzan el resultado de esta investigación. Con esta experiencia se puede aseverar que estas adiciones en mención mejoran la resistencia y durabilidad y son más impermeables evitando la filtración hidráulica y deterioro del concreto por ende conserva el acero en las construcciones.
- Es fundamental conocer la adición de las proporciones de las nanopartículas de sílice y alúmina al peso del cemento son correlacionales con el concreto mejorando la estructura interna cerrando los vacíos de interconexión de aire siendo compatibles entre los átomos, mejorando ser más impermeables, son resistentes y durables; mientras la sustitución en proporciones está demostrado endurece fácilmente la parte externa del concreto siendo menos resistentes y contenido de aire diferencial.
- Las proporciones de nanosilice al peso del cemento influye desde 0.5% en incremento de la resistencia hasta 3% luego se evidencia la pérdida de la resistencia por ser un material hidráulico y plástico; mientras el nanoalúmina influye en la resistencia y permeabilidad desde 0.5% hasta 1.2% según por encima de esta adición se vuelven menos trabajables.

VII. RECOMENDACIONES

- Se sugiere que el diseño de mezclas sea elaborado siguiendo los pasos adecuados para obtener los resultados esperados en el laboratorio con las dosificaciones de nanopartículas en la obtención de los resultados esperados en los ensayo de análisis sobre las propiedades mecánicas del concreto...
- Se recomienda como aporte al público lector de esta investigación el uso de la dosificación de 0.6% 0.9% y 1.6 % NS y 0.6 NA al peso del cemento influyen favorablemente y significativa en el incremento de alta resistencia en compresión, tracción, flexión y reducción de la porosidad resultando ser impermeables.
- Se recomienda como aporte al público de esta investigación usar 0.6% 0.9% y 1.6 % NS y 0.6 NA garantizan disminuir la porosidad o la percolación de la humedad o salitres significativamente en un 23.54 % a la comparación al concreto estándar o denominado por algunos autores de artículos científico concreto patrón.
- Se recomienda según los resultados del laboratorio utilizar el 0.6, 0.9 y 1,6% de NS con 0.6 NA que reducen el coeficiente de permeabilidad eliminando la interconexión en la estructura interna del concreto en 7 días. Al final protege la corrosión y la filtración se puede aseverar mayor horizonte de la duración del concreto.
- De nuestra investigación se puede asevera la inclusión de nanosilice con nanoalumina dentro de la proporción de manejabilidad en el concreto tiende ser más resistente durable impermeables al calor de 600 C° - 1000 C° en la calcinación; quiere decir en locales industriales con probables eventos del incendio tiene la significancia de soportar el calor; esta versión también es acuñado por algunos autores de artículos científicos analizados.

REFERENCIAS

- **ALHAJI MUSA, A (2016)** Effects of sugar as retarder on the properties of concretes made with selected brands of Portland cement in Nigeria. Disponible en: <http://kubanni.abu.edu.ng/jspui/bitstream/123456789/10080/1/EFFECTS%20OF%20SUGAR%20AS%20RETARDER%20ON%20THE%20PROPERTIES%20OF%20CONCRETES%20MADE%20WITH%20SELECTED%20BRANDS%20OF%20PORTLAND%20CEMENT%20IN%20NIGERIA.pdf>.
- An evaluation of the increased expansion of clay aggregates fired at 1300 °C to maximize lightness for non-structural concrete – ScienceDirect.
- **Caballero Arredondo, P.W. 1 ***, **Damiani Lazo, C. A.***, **Ruiz Pico, (2021)**. Revista Ingeniería de Construcción, Optimización del concreto mediante la adición de nanosílice, empleando agregados de la cantera de Añashuayco de Arequipa.
- **Carrasco Vásquez, Diego Juan; Luis Humberto, Fernández Herrera (2019)**. Influencia del Nano-sílice en las propiedades de un concreto de $F'c=350$ kg/cm² para obtener un concreto de alta resistencia, Lima 2019, para obtener título de ingeniero civil de la universidad de Cesar Vallejo, Lima.
- **Castro, A.; Ferreira, F. (2016)**. Efecto de empaquetamiento de las partículas en la durabilidad de los hormigones de alto desempeño. Revista ingeniería de construcción, 31(2),91-104. URL: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732016000200003>.
- Construcción y tecnología en concreto (s.f.). Estructura, URL: <http://www.imcyc.com/revistacyt/oct10/tecnologia.htm>.
- **Caururo Rojas, Omayra y Cuenca Vega, Guido Gustavo (2021)**. Análisis de la Resistencia a Flexión de un Concreto $f'c=210$ kg/cm², con Adición de Ceniza de Cáscara de Papa, Huaraz 2021”.
- **Chungas Tucto, Yosselin Lizzet (2021)**. Gestión de proyectos PMI en la mejora de obras civiles en sector minería en la empresa Cyprom S.R.L., Lima

2021; tesis para obtener título de magister de la universidad Cesar Vallejo – Lima.

- **Chuzón & Ramírez (2020)**. estudios y evaluaciones que indican que sí es posible realizar concretos livianos de alta resistencia utilizando la nanosílice, LIMA: s.n.
- Combination of superplasticizers with hydroxypropyl guar, effect on cement-paste properties – ScienceDirect.
- Comparison of nano-silica-modified manufactured-sand concrete under steam curing and standard curing – ScienceDirect.
- **Cruz Ramón, Deborah y Lozano, José Antonio (2018)**. Hormigón de alta densidad: una excelente solución para obras marítimas. Valencia : Universidad Politécnica de valencia, 2018. CC BY-NCND 4.0.
- **Dávila, Mario , Da costa, Daniela y Duarte, David (2019)**. Efecto de la adición de nanosilice en cemento concretos. [En línea] Marzo de 2013. [Citado el: 02 de Junio de 2019.
- **De Andrade Vieira, Sergio (2017)**. Análisis teórico experimental de morteros de base cemento con adición de nanopartículas. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid , 2017. El concreto en la Práctica. Resistencia a flexión del concreto. [En línea] [Citado el: 15 de Mayo de 2019.
- **DAVID, Jesús (2004)**. Manual de control de calidad del concreto en la obra. Primera edición, Editorial Asocreto. Colombia 50pp.
- Effect of dispersant types on the rheological and mechanical properties of oil well cements paste with nanosilica – ScienceDirect.
- Effect of dispersion of alumina nanoparticles and graphene nanoplatelets on microstructural and mechanical characteristics of hybrid carbon/glass fibers reinforced polymer composite – ScienceDirect.
- **EJB Vargas - 2022 — S0366317521000765**. Torres, C. (2017). Aportes a la responsabilidad social. Revista <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0185191814702144>.

- **Flores Peña, Palmer (2019)**. Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia con microsílíce y nanosílíce, Lima – 2019, en la obtención del título de ingeniero civil de la universidad Cesar Vallejo, Lima.
 - **Julián David Puerto Suárez (2019)**. Efecto de la nanosílíce sobre las propiedades reológicas de la matriz cementante y su influencia en el estado endurecido del concreto hidráulico. Para optar título doctor de ingeniero civil, Universidad Nacional de Colombia.
 - **Hoofar Shokravi (2021)**. Efecto de los aditivos de alúmina en las propiedades mecánicas y frescas del hormigón. Instituto de Nanomateriales, Tecnologías Avanzadas e Innovación (CXI), Universidad Técnica de Liberec (TUL), Studentska 2, 461 17 Liberec, República Checa. Disponible <https://doi.org/10.3390/pr9030554>.
-
- **HUERTAS, Martínez, C (2019)**. “Análisis de las propiedades estructurales del concreto modificado con fibra de bagazo de caña”. Tesis (Ingeniería Civil). Colombia: Facultad de ingeniería Universidad Católica de Colombia. Disponible. <https://hdl.handle.net/10983/23469>.
 - <https://www.nrmca.org/aboutconcrete/cips/CIP16es.pdf>. El hormigón Pesado y su utilidad industrial. 1960. 97, España : Materiales de Construcción, 1960, Vol. 10. ISSN E -1988-326.
 - **Manuel Alejandro Rojas Manzano (2019)**. Nanosílíce como aditivo para el concreto - caso Colombia, 61º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO - CBC2019 – 61CBC.
 - Metodología a la investigation científica población y muestra https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071850732021000100071&script=sci_arttext&tIng=es.
 - **Juan Manuel vallejos (2023)**. Ensayos de tracción y compresión. Normas, probetas y ensayo en laboratorio real.
 - **Jesús Andres Fierro Losada , Andres Felipe Parra Gómez y Carlos Alberto Vásquez Olaya (2018)**. Determinación del coeficiente de permeabilidad de las comunas 1, 3 y 5 del municipio de girardot –

Cundinamarca Colombia , para obtener título de ingeniero civil de la Universidad de Colombia.

- **Molero Pacheco, Rhonal Edward y Rios Vidarte, Irvin Alexander, (2020).** Concreto con cemento portland tipo hs para estructuras afectadas por sulfato y cloruro. Tesis para obtener el título de ingeniero civil de la universidad de Ricardo Parla, Lima.
- **Mesías Kimberly Mogollón (2018).** Resistencia a la flexión y tracción en el concreto usando ladrillo triturado como agregado grueso. Universidad de Piura, tesis para obtener título de ingeniero civil.
- Processes | Free Full-Text | Effect of Alumina Additives on Mechanical and Fresh Properties of Self-Compacting Concrete: A Review (mdpi.com)
- Pore structure characteristics, mechanical properties, and freeze–thaw resistance of vegetation-pervious concrete with unsintered sludge pellets, 2023 artículo científico – El SEVIER.
- **Osorio Pedraza, Karla Nikol, (2019).** Influencia del nanosílice en la durabilidad del concreto sometido a las reacciones químicas de sulfatos en la zona costera de la Avenida 2 de Mayo distrito de Ancón, Lima - 2019. Para obtener título de ingeniero civil de la Universidad Cesar Vallejo, Lima.
- **July (2023).** Synthesis and application of nano-silicon prepared from rice husk with the hydrothermal method and its use for anode lithium-ion batteries, 2023. Artículo científico – ScienceDirect.
- **TACILLO, Y. (2016).** *Metodología de la investigación científica*, Jesús María: Universidad Jaime Bausate y Meza.
- Technological challenges in nanoparticle-modified geopolymer concrete: A comprehensive review on nanomaterial dispersion, characterization techniques and its mechanical properties, 2023 artículo científico – EL SEVIER.
- The microstructure, formation mechanism and sintering characteristics of Al₂O₃/ZrO₂ supersaturated solid solution powders – ScienceDirect.
- The synergic effects of metakaolin and polycarboxylate-ether on dispersion of graphene oxide in cementitious environments and macro-level properties of graphene oxide modified cement composites – ScienceDirect.

- **Rogelio Cesar Bonifacio Cuzqui (2020)**. Evaluación de la resistencia a compresión y flexión del concreto incorporando fibras sintéticas de neumáticos - Huánuco 2020, para obtener el título de ingeniero civil de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco.
- **Velásquez Pizango, Kennia Yossania (2019)**. Propiedades físicas y mecánicas del concreto pesado con nanosilice para los hospitales de Lima Metropolitana – 2019. Disponible <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47273>.
- **WAYNE, B., (2022)**. Investigación y análisis cuantitativos: descripción general de los métodos cuantitativos, Texas: LeTourneau Universiti.
- **Diego Tamayo (2019)** hormigón arquitectónico de altas prestaciones con incorporación de adiciones puzolánicas. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/173490>
- **Li, et al.(2023)** Mecanismo de influencia de nano-Al₂O₃ en concreto Rendimiento basado en experimentos multiescala. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061823011157>
- **Shokravi, et al (2021)**Efecto de los aditivos de alúmina sobre las propiedades mecánicas y frescas del hormigón autocompactante. [Processes | Free Full-Text | Effect of Alumina Additives on Mechanical and Fresh Properties of Self-Compacting Concrete: A Review \(mdpi.com\)](https://www.mdpi.com/2075-5309/11/1/1)
- **Leon, C. (2018)**. Las partículas de nanosilice y su influencia en la resistencia a la compresión del concreto autocompactante en la ciudad de Huancayo. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/5121/3/IV_FIN_105_TE_Leon_Arzapalo_2018.pdf
- **Alshammari(2018)**, "El efecto de la nanosilice sobre la porosidad y la resistencia" (PDF) https://etd.ohiolink.edu/acprod/odb_etd/etd/r/1501/10?clear=10&p10_accession_num=dayton1544644895468858
- **Zanón, et al (2018)**”Evaluación de los efectos de la nanosilice en concreto sometido al ataque de iones cloruro”. <https://revistaalconpat.org/index.php/RA/article/view/274/366>

ANEXOS

- Matriz de Operacionalización
- Matriz de Consistencia
- Aspectos Administrativos
- Presupuesto
- Compra de Nanopartículas
- Financiamiento
- Cronograma
- Uso de Normas para este Proyecto de Investigación
- Ficha de Instrumentos de recolección de datos de las propiedades físicas mecánicas del concreto.
- Validación de contenido de ficha de registro
- Certificados de laboratorio
- Diseños de concreto y resultados
- Certificado de calcinados de materiales
- Imágenes
- Porcentaje de similitud

Anexo 1. Matriz de Operacionalización

“Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto f’c=210 kg/cm2 agregando nanosílice y nanoalúmina, Lima 2023”

Variables	Tipo	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Rango de valores esperados
Nano Nanosílice	Independiente	Tamayo (2019) El nanosílice aditivo plastificante, de aspecto de color blanco, está compuesto a base de sílice SiO ₂ . Son partículas es entre 3nm y 150 nm, es decir 100 veces menos que las partículas del cemento en físico. Según Basf su densidad es de 1.030 kg/m ³ Tiene la propiedad de incrementar la resistencia inicial y final del concreto en dosificaciones de 0.3 a 0.7% el peso del cemento.	Nanoslice se va a medir a través de la fuente de uso comercial SiO ₂ que se agregará y/o adicionará la proporción de sílice en 0.6%, 0.9% y 1.6% conforme el peso del cemento portland utilizado, en el diseño de mezcla del concreto patrón de la presente investigación en el laboratorio experimental.	Física	$\%OC = \frac{WNS}{WC} * 100$ WNS= Peso de NS WC= Peso del cemento portland	Razón	0%, 0.6%, 0.9%. 1.6%
			Diámetro promedio las partículas de nanosilice	Finura del NS	FNS= Tamaño de la partícula	Intervalo	3nm – 150nm
Nano Nanoalúmina	Independiente	Páucar, Villegas & García (2019) La nanoalúmina Al ₂ O ₃ se definen como microscópicamente de 7,5 nm a 200 nm, de color blanco, existe en la naturaleza como oxido de aluminio. Se crearon unas en medidas de 2 mm, obteniendo la sinterización a 1200°C. El uso adecuado del material sinterizado fue estimado por sus características mecánicas, donde la alúmina manométrica sinterizada resulta resistencia a la flexión 2,6 veces superior.	Nanoalumina se va a medir a través de la fuente de uso comercial Al ₂ O ₃ que se agregará y/o adicionará la proporción de alúmina en 0.6% fijo al conforme el peso del cemento portland utilizado, en las tres variaciones de sílice, en el diseño de mezcla del concreto patrón de la presente investigación en el laboratorio experimental.	Física	$\%OC = \frac{WNA}{WC} * 100$ WNA= Peso de NA - WC= Peso del cemento portland	Razón	0%, 0.6%,
			Diámetro promedio las partículas de nanoalúmina	Finura del NA	FNA= Tamaño de la partícula	Intervalo	7.5nm – 200nm
Propiedades mecánicas del concreto estándar f’c= 21Kg/cm2	Dependiente	Concreto estándar f’c = 210 kg/cm2 conocido en la obra, también denominado hormigón, tiene uso frecuente en la industria de la construcción que proviene de la dosificación 1:2:2. Slump 3” con relación A/C 0.56, acompañado con sus propiedades mecánicas propias (a la compresión, tracción, flexión y permeabilidad) utilizado obras de edificaciones, obras hidráulicas y edificaciones hospitalarias. expuestos a la difusión de rayos X, (Ochoa 2014). El hormigón con muchas dificultades en las edificaciones industriales, requieren de otros aditivos a la impermeabilidad, resistencia en terrenos salinos. Las propiedades mecánicas del concreto son aquellas que afectan la resistencia mecánica y la capacidad estructural cuando son sometidos a la acción de una carga externa, es decir son las propiedades de distribuir y resistir fuerzas y deformaciones (Egoavil, 2021)	Resistencia a la compresión simple, se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm ² , Mpa (Egoavil, 2021), la evaluación variaciones observación en tiempos 7, 14 y 28 días.	Mecánica	Módulo de rotura a la compresión	Intervalo	210kg/cm2- 299.7 kg/cm2
			Resistencia a la tracción simple, se define como el esfuerzo de tracción mecánico máximo (Egoavil y Jiménez, 2020). La evaluación variaciones en tiempos 7, 14 y 28 días.	Mecánica	Módulo de rotura a la compresión	Intervalo	27 kg/cm2 - 37 kg/cm2
			Resistencia a la flexión del concreto en vigas apoyadas simplemente a los tres tercios del tramo, debe aplicarse las cargas perpendicularmente para medir la resistencia según NTP 339.078-ASTM C78, evaluación de resultados en 7, 14 y 28 días.	Mecánica	Módulo de rotura a flexión	Intervalo	31 kg/cm2 – 43.92 kg/cm2
			Evaluar la compacidad máxima al concreto. La porosidad varía entre 15% y 35% siendo perjudicial. Método por presión según norma ASTM – C231. Además, se evaluará el coeficiente de la permeabilidad en m/s, las observaciones se darán a los 7, 14 y 28 días	Mecánica	Coeficiente a la permeabilidad m/s	Intervalo	6.35% - 4.21% 9.34E-10 a 1.95E-08

Anexo 2. Matriz de Consistencia

“Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ agregando nanosílice y nanoalúmina, Lima 2023”

Formulación del problema	Objetivos de la investigación	Hipótesis	Variables	Población y muestra	Tipo / nivel y diseño de investigación	Técnica / instrumento
<p>Problema general</p> <p>¿De qué manera influye agregando nanosílice y nanoalúmina en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2023?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Analizar la influencia nanosílice y nanoalúmina propiedades físicas y mecánicas del hormigón $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2023</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>Agregando nanosílice y nanoalúmina influye favorablemente en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$, Lima, 2023</p>	<p>Variable independiente</p> <p>Nanosílice Nanoalúmina</p> <p>Variable dependiente: Las propiedades mecánicas del concreto estándar $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$</p>	<p>Población:</p> <p>Probetas de concreto que se podrían constituir</p> <p>Muestra</p> <p>108 probetas totales son tratadas y observadas específicamente. En ensayos de compresión, tracción, flexión y permeabilidad, cada ensayo con dosificaciones NS:0%, 0.6%, 0.9% y 1.6%</p> <p>NA: 0.6 fijo y de cada dosificación en edades 7, 14,28 días</p>	<p>Tipo:</p> <p>Cuantitativa</p> <p>Nivel:</p> <p>Explicativa causal</p> <p>Diseño</p> <p>Cuasi-experimental</p>	<p>Técnica: Norma Técnica Peruana</p> <p>Instrumento:</p> <p>*Ficha de registro de observaciones de los esfuerzos</p> <p>*Máquinas de ensayo de materiales</p> <p>* Certificaciones y ISOs de laboratorio y calibración de equipos</p>
<p>Problema específico 1</p> <p>¿De qué manera influye la dosificación del nanosílice y nanoalúmina en las propiedades mecánicas a la compresión, tracción, flexión y permeabilidad del hormigón $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Lima 2023?</p>	<p>Objetivo específico 1</p> <p>Determinar la influencia de las propiedades mecánicas a la compresión, tracción, flexión y permeabilidad agregando nanosílice y nanoalúmina del hormigón $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Lima 2023</p>	<p>Hipótesis específico 1</p> <p>La dosificación de nanosílice y nanoalúmina influye de manera favorable en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2023</p>				<p>Método de Análisis de Investigación</p> <p>Estadística descriptiva</p>
<p>Problema específico 2</p> <p>¿Cuál será el óptimo rendimiento con el agregando de nanosílice y nanoalúmina a la compresión, tracción, flexión y permeabilidad del concreto $f'c= 210\text{kg/cm}^2$, Lima 2023?</p>	<p>Objetivo específico 2</p> <p>Determinar el óptimo de las dosificaciones del nanosílice y nanoalúmina en las propiedades físicas y mecánicas del hormigón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2023</p>	<p>Hipótesis específico 2</p> <p>El óptimo rendimiento del agregando de nanosílice y nanoalúmina es favorable en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Lima 2023.</p>				

Anexo 3. Aspectos Administrativos

Recursos y presupuesto

Recursos humanos

En la presente investigación se cuenta con:

- Investigador 1: Alcarraz Cáceres, Rubén
- Investigador 2: Villalobos Olivos, Jonathan Tomas
- Correo: jvillalobosol28@ucvvirtual.com.pe
- Correo: aalcarrazca@ucvvirtual.com.pe
- Asesor de metodología: Dr. Fernández Díaz, Carlos Mario
- Jurado evaluador:
- Jurado evaluador:

Anexo 4. Presupuesto

Tabla. Presupuesto de investigación

"Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ agregando nanosilice y nanoalumina, Lima 2023"

COSTOS TOTALES

Código	Descripción Recurso	Und	Cantidad	Costo Total	
				Precio S/.	Parcial S/.
143010001	Trabajos Previos	glb	1 S/	900.00 S/	900.00
162010002	Ensayos de laboratorio	glb	1 S/	3,400.00 S/	3,400.00
				S/	4,300.00

Partida	00.00.01	"Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ agregando nanosilice y nanoalumina, Lima 2023"				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 22.0000	EQ. 22.0000	Costo unitario directo por : m3		3,400.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
LABORATORIO						
147010001	Costo de ensayo compresion por probeta	und	0.1000	36.00	11.00	396.00
147010002	Costo de ensayo traccion por probeta	und	0.1000	36.00	11.00	396.00
147010003	Costo de ensayo permeabilidad por probeta	und	0.1000	36.00	11.00	396.00
147010004	Costo de ensayo flexion a viga	und	0.1000	36.00	17.00	612.00
147010005	Costo diseño de mezcla		0.1000	1.00	260.00	260.00
147010006	Movilidad		0.1000	300.00	1.00	300.00
						2360.00
MATERIALES						
0221990046	Piedra Chancada de 1/2	m3		0.50	70.00	35.00
0221990047	Arena gruesa	m3		0.50	60.00	30.00
0221990048	Agua	lt		105.00	2.23	234.24
0221990049	Cemento Portland tipo 1 (42.5kg)	bol		5.00	29.00	145.00
0221990050	Nanoalumina	kg		1.00	37.76	37.76
0221990051	Nanosilice (25kg)	bol		1.00	47.20	47.20
						529.20
EQUIPOS						
0337010001	Herramientas manuales	%MO	1.0000	0.03	2360.00	70.80
0349070004	Mezcladora de concreto 11HP	hm	1.0000	8.00	55.00	440.00
						510.80

Anexo 5. Compra de Nanopartículas

 INSUMEX S.A. <small>PRODUCCION DE MEDICINA PARA LA INDUSTRIA</small>		INSUMEX S.A. AV SAN JUAN 1611 – URB. INDUSTRIAL SANTA I LIMA-ATE		RUC : 20110284978 FACTURA DE VENTA ELECTRONICA F001 - 0027566		
Teléfonos: 494-4949 351-3738 Fax: 351-3737 E-mail: ventas@insumex.com.pe Web: www.insumex.com.pe						
Señores T Y H V S.A.C		RUC 20457374543	Fecha Emisión 11/09/2023	Fecha Vencimiento 11/09/2023		
Dirección CAL LAS HIGUERAS NRO. 242 URB. RESIDENCIAL MONTEERRICO LIMA - LIMA -			Forma de Pago CONTADO CONTRA ENTREGA		O/C	
Distrito LA MOLINA		Guías		Vendedor		
CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UM	P.UNITARIO	DESCUENTO	VALOR DE VENTA
000020	HIDOL P 1000 TM-BOL. X 25 KG. 2 BOL	0.050	TM	1,600.00		80.00
SUB TOTAL :						S/ 80.00
IGV 18 % :						S/ 14.40
TOTAL :						S/ 94.40

SON : NOVENTA Y CUATRO Y 40/100 SOLES

Autorizado mediante Resolución de Intendencia N.° 032-005-0000279/SUNAT
 Representación impresa de la factura electrónica
 Consulte el documento en www.insumex.com.pe

JAMES ODONTOMEDIC IMPORT EXPORT S.A.C.
 AV. EMANCIPACION NRO. 331 INT. 121 CERCADO
 DE LIMA LIMA - LIMA - LIMA
 CERCADO DE LIMA - LIMA - LIMA
 RUC 20521593181
FACTURA ELECTRÓNICA
 FFF2-000481

ADQUIRIENTE
 RUC: 20457374543
 T Y H V S.A.C.
 CAL. LAS HIGUERAS NRO. 242 URB.
 RESIDENCIAL MONTEERRICO - LIMA I LIMA I A
 MOLINA
FECHA EMISIÓN: 09/09/2023
FECHA DE VENC: 09/09/2023
MONEDA: SOLES
IGV: 18.00 %

[CANT.]	DESCRIPCION	P/U	TOTAL
[9]	NIU OXI OXIDO DE ALUMINIO 50M X KILO (PROTECHNO)	32.000	288.00
	GRAVADA	S/	244.07
	IGV	S/	43.93
	TOTAL	S/	288.00

IMPORTE EN LETRAS: DOSCIENTOS OCHENTA Y
 OCHO CON 00/100 SOLES
FORMA DE PAGO: [CONTADO]

Representación impresa de la FACTURA
 ELECTRÓNICA, visita
www.nubefact.com/20521593181
 Autorizado mediante Resolución de Intendencia
 No.034-005-0005315



Emitido desde www.nubefact.com

Anexo 6. Financiamiento

El presente proyecto de investigación será autofinanciado, siendo realizado por recursos propios de los investigadores.

MTL GEOTECNIA S.A.C. CAL. LA MADRID 264 ASC. LOS OLIVOS AV ANTUNEZ DE MAYOLO CON AV DANIEL ALCID SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - LIMA		BOLETA DE VENTA ELECTRONICA RUC: 20600375262 EB01-209				
Fecha de Vencimiento :	02/12/2023					
Fecha de Emisión :	02/12/2023					
Señor(es) :	JONATHAN TOMAS VILLALOBOS					
DNI :	44914683					
Tipo de Moneda :	SOLES					
Observación :						
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER
1.00	UNIDAD	DISEÑO DE MEZCLA(1UND),DOSIFICACION DE PROBETAS(108UND),DOSIFICACION DE VIGAS(36UND),COMPRESION DE PROBETAS(36UND),TRACCION(36UND),FLEXION(36UND),PERMEABILIDAD(36UND),MATERIALES: AGREGADO FINO, AGREGADO GRUESO Y CEMENTO(1UND)	2881.355	0.00	3,399.9989	0.00
Otros Cargos : S/ 0.00 Otros Tributos : S/0.00 ICBPER : S/ 0.00 Importe Total : S/3,400.00						
(*) Sin impuestos. (**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.						SON: TRES MIL CUATROCIENTOS Y 00/100 SOLES Op. Gravada : S/ 2,881.36 Op. Exonerada : S/ 0.00 Op. Inafecta : S/ 0.00 ISC : S/ 0.00 IGV : S/ 518.64 ICBPER : S/ 0.00 Otros Cargos : S/ 0.00 Otros Tributos : S/ 0.00 Monto de Redondeo : S/ 0.00 Importe Total : S/ 3,400.00
Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: www.sunat.gob.pe , en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.						

Anexo 7. Cronograma de ejecución

Nº	Actividades	“Análisis de propiedades físicas y mecánicas del concreto f’c 210 kg/cm2 agregando nanosílice y nanoalúmina, Lima 2023”.																		
		Semanas																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	Recolección de la los antecedentes	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■							
2	Desarrollo del PI		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■							
3	Elaboración artículo de investigación	■	■	■	■	■	■													
4	Informe de PI		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■							
5	Sustentación de PI									■				■						
6	Elaboración de instrumentos y validación											■	■							
7	Verificación del costo de materiales para ensayo										■	■	■	■						
8	Compra de nanosílice y nanoalúmina													■	■	■	■			
9	Implementación de las ensayos y probetas															■	■	■	■	
10	Diseño de mezcla de cada propiedad y su madurez																		■	■
11	Recolección de información de las fichas																		■	■

Anexo 8. Uso de Normas para este Proyecto de Investigación

- NTP E.060
- Las muestras y sus ensayos por fuerza deben tomarse de acuerdo por NTP 339.036:2017

- Las muestras y ensayos de resistencia, serán creadas, movilizadas y curadas en circunstancias normales y controladas de acuerdo por la NTP 339.033:2015, y NTP 339.034:2015.
- Las probetas y sus ensayos por resistencia serán de acuerdo con la NTP 339.036:2017.
- Para alcanzar el efecto de la resistencia de concreto en las muestras, serán cumplidas estrictamente por las normas de ensayo NTP 339.036:2017, NTP 339.033:2015, NTP 339.034:2015 y NTP 339.077.
- El control, la diseño y la unión de los materiales serán cumplidas por la NTP 339.114:2016.
- La ficha de registro de los ensayos, la información está establecido en la NTP 339.114:2016.
- Ensayo de laboratorio para obtener las características del suelo: Norma técnica peruana 339.127 y la N.T. P 339.128.
- Ensayo de laboratorio para obtener la clasificación del suelo: Norma técnica peruana 339.129. determina el tipo de suelo.
- Ensayo de laboratorio para medir la resistencia al esfuerzo a la Compresión del Concreto: Norma Técnica Peruana 339.034 CONCRETO.
- Ensayo de laboratorio para medir la resistencia al esfuerzo a la Tracción Directa: Norma Técnica Peruana 339.084 CONCRETO.
- Ensayo de laboratorio para medir la resistencia a la Flexión en vigas de Concreto: Norma Técnica Peruana 339.078/339.079 CONCRETO.
- Ensayo de laboratorio para medir la Densidad, Absorción, Vacíos y Permeabilidad en el Concreto: Norma ASTM C462/ NTC4483

Anexo 9. Ficha de Instrumentos de recolección de datos de las propiedades físicas mecánicas del concreto.

FORMATO DE ENSAYO - GRUPO 02		ALUMNOS: ALCARRAZ / V	Nº Expediente:
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS		Versión: 1	
NTP 339.034 CONCRETO. Metodo de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresion del concreto en muestras cilindricas		Página:de.....	
		Fecha: 10/06/2023	

TIPO DE SERVICIO: NORMAL PREFERENCIAL

CALCULO DE DENSIDAD: SI NO

INFORMACION:

*.-Los especímenes no serán ensayados si cualquier diámetro individual es diferente de cualquier otro diámetro del mismo cilindro por más del 2%

*.-Si las bases de los especímenes de ensayo se apartan de la perpendicularidad a los ejes por más de 0.5, estas serán cortadas o cepilladas para cumplir la tolerancia indicada, o capeadas de conformidad con la NTP 339.216

*.-Entrega de Informe: 3 días hábiles a partir de la fecha

*.-Las casillas sombreadas serán rellenas únicamente por el técnico encargado del ensayo

Nº	IDENTIFICACION DE MUESTRA	FECHA		DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	MASA ¹ (kg)	CARGA MAXIMA	TIPO DE FRACTURA
		OBTENCION	ENSAYO					
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								

¹ Rellenable únicamente cuando se solicita cálculo de densidad

Rellenado por el personal del Laboratorio

OBSERVACIONES:

Máquina de Ensayo: _____

Certificado de calibración: _____

Ing. Responsable: _____

Técnico: _____


ARTURO FERNANDO CANGALAYA VILLEGAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 54000



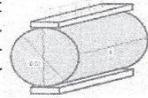
VICTOR HERNANDEZ GARCIA
 INGENIERO MECÁNICO-ELECTRICISTA
 Reg. CIP N° 29053


Pedro Quintan Salinas Torres
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 226514

**FORMATO DE ENSAYO - GRUPO 02**

ALUMNOS: ALCARRAZ / VILLA	Nº Expediente:
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION INDIRECTA EN MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO	Versión 1
NTP 339.084 CONCRETO. Metodo de ensayo normalizado para la determinacion de la resistencia a la traccion simple del concreto por compresion diametral	Páginade.....
	Fecha: 10/06/2023

TIPO DE SERVICIO: NORMAL PREFERENCIAL
CALCULO DE DENSIDAD: SI NO

**INFORMACION:**

*.-Se deberan registrar los valores correspondientes al diametro(D(i)) en los extremos y centro de la probeta cilindrica de concreto

*.-Se deberan calcular la Resistencia a la Traccion indirecta del concreto con una aproximacion de 0.05Mpa ó (0.5kg/cm2)

Fecha de termino del ensayo:

Nº	IDENTIFICACION DE MUESTRA	FECHA		DIAMETRO (cm)	LARGO (cm)	MASA ¹ (kg)	CARGA MAXIMA (kg)
		OBTENCION	ENSAYO				
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							

¹Rellenable unicamente cuando se solicita calculo de densidad

Rellenado por el personal del Laboratorio

OBSERVACIONES:

Maquina de Ensayo: _____

Certificado de calibración: _____

Ing.Responsable: _____

Técnico: _____

ARTURO FERNANDO
CANGALAYA VILLEGAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 54000

VICTOR HERNANDEZ GARCIA
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
Reg. CIP Nº 29643

Pedro Kinton Salinas Torres
ING. CIVIL
R. CIP. N° 226514



FORMATO DE ENSAYO - GRUPO 02

ALUMNOS:	ALCARRAZ / VI	Nº Expediente:
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION EN VIGAS DE CONCRETO	Versión	1
NTP 339.078/339.079 CONCRETO. Metodo de ensayo para determinar la Resistencia a la Flexion del Concreto en Vigas Simples Apoyadas con cargas a los tercios del tramo / en el centro del tramo.	Páginade.....
	Fecha:	10/06/2023

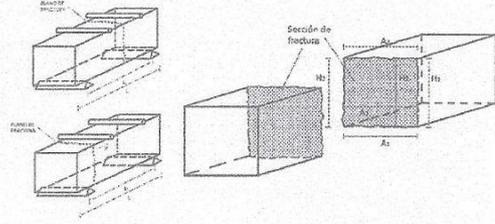
UBICACIÓN DE LA CARGA: CARGA A LOS TERCIOS CARGA EN EL CENTRO

TIPO DE SERVICIO: NORMAL PREFERENCIAL

CALCULO DE DENSIDAD: SI NO

INFORMACION:

- *.-La viga tendra una luz libre entre apoyos equivalente a 3 veces su altura con una tolerancia del
- *.-Si no se obtiene un contacto completo entre la viga y los bloques de aplicación de la carga, será necesario refrenar, lijear o colocar una cuña de cuero
- *.-Si la falla se encuentra fuera del tercio medio y una distancia mayor al 5% de luz libre se rechaza el ensayo
- *.-Las Vigas del concreto se ensayarán por los laterales , no por el lado superior durante el vacio
- *.-Llenar si la falla esta fuera del tercio central o si se aplica la carga a los tercios de la luz libre



Fecha de termino del ensayo:

Nº	IDENTIFICACION DE MUESTRA	FECHA		ANCHO (mm)	ALTO (mm)	LARGO(L) (mm)	LUZ LIBRE (l)(mm)	CARGA MAXIMA (kg)	DISTANCIA A LA FRACTURA (X)
		OBTENCION	ENSAYO						
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Rellenado por el personal del Laboratorio

OBSERVACIONES:

Maquina de Ensayo: _____ Certificado de calibración: _____

Arturo Villegas
ARTURO FERNANDO CANGALAYA VILLEGAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 54000

Ing. Responsable: *Victor Hernandez Garcia*
VICTOR HERNANDEZ GARCIA
 INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
 Reg. CIP- N° 29853

Técnico: *Pedro Salinas Torres*
Pedro Milton Salinas Torres
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 226514

	FORMATO DE ENSAYO - GRUPO 02		ALUMNOS	ALCARRAZ / V	Nº Expediente:	
	ENSAYO DE DENSIDAD, ABSORCION, VACIOS Y PERMEABILIDAD EN EL CONCRETO ENDURECIDO			Versión	1	
	ASTM C462. Standard Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete. NTC 4483. Metodo de Ensayo para determinar la permeabilidad del concreto al agua			Páginade.....	
				Fecha:	10/06/2023	

Nº EXPEDIENTE FACTURA ORDEN DE PA

1.VOLUMEN DE VACIOS

MUESTRAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Masa Seca al horno (A)(g)												
Masa Saturada Superficialmente seca despues de inmersión (B)(g)												
Masa Saturada Superficialmente seca despues de ebullición (C)(g)												
Masa sumergida aparentemente despues de inmersión y ebullición (D)(g)												

2.PERMEABILIDAD

Nº	IDENTIFICACION DE MUESTRA	FECHA		DIAMETRO (cm)	LONGITUD (cm)	PROFUNDIDAD (cm)			CAUDAL (m ³ /s)
		OBTENCION	ENSAYO			H1	H2	H3	
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Rellenable en caso de ocurrir goteo por la parte inferior del especimen.

Rellenado por el personal del Laboratorio

OBSERVACIONES:

Ing. Responsable: _____

Equipo: _____

Técnico: _____

Certificado de calibración: _____


ARTURO FERNANDO CANGALA VILLEGAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 54000


VICTOR HERNANDEZ GARCIA
 INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
 Reg. CIP: Nº 29833


Pedro Clinton Salinas Torres
 ING. CIVIL
 R. CIP. Nº 226514

Anexo 10. Validación De Contenido De Ficha De Registro Para La Variable Propiedades Físicas y Mecánicas Del Concreto

INSTRUCCIÓN: A continuación, se le hace llegar el instrumento de recolección de datos (Ficha de registro) que permitirá recoger la información en la presente investigación: Análisis de propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c= 210$ kg/cm² agregando nanosílice y nanoalúmina, Lima 2023.

Por lo que se le solicita que tenga a bien evaluar el instrumento, haciendo, de ser caso, las sugerencias para realizar las correcciones pertinentes. Los criterios de validación de contenido son:

Criterios	Detalle	Calificación
Suficiencia	El elemento pertenece a la dimensión y basta para obtener la medición de esta	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Claridad	El elemento se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Coherencia	El elemento tiene relación lógica con el indicador que está midiendo	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Relevancia	El elemento es esencial o importante, es decir, debe ser incluido	1: de acuerdo 0: en desacuerdo

Nota. Criterios adaptados de la propuesta de Escobar y Cuervo (2008).

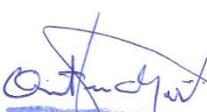
MATRIZ DE VALIDACIÓN DE FICHA DE REGISTRO DE LA VARIABLE PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO

Definición de la variable: Una de las principales propiedades mecánicas del concreto en la evolución de la resistencia a lo largo del tiempo (Dimov et al. 2020)

Dimensión	Indicador	Elemento	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observación
Resistencia a la compresión	Esfuerzo de rotura	Reporte de ensayo de resistencia a la compresión	1	1	1	1	
	Edad de curado						
	Promedio de resistencia						

Resistencia a la flexión	Módulo de rotura	Reporte de ensayo de resistencia a la flexión	1	1	1	1	
	Edad de curado						
	Promedio de resistencia						
Resistencia a la tracción	Esfuerzo de rotura	Reporte de ensayo de resistencia a la tracción	1	1	1	1	
	Edad de curado						
	Promedio de resistencia						
Permeabilidad	Porosidad	Reporte de ensayo de resistencia a la tracción	1	1	1	1	
	densidad						
	Velocidad y presión de filtración						

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Reporte de ensayo de resistencia a la compresión Reporte de ensayo de resistencia a la flexión Reporte de ensayo de resistencia a la tracción Reporte de ensayo a la permeabilidad
Objetivo del instrumento	Recolectar los datos según los ensayos de laboratorio realizados a las muestras del concreto para determinar las propiedades mecánicas del concreto a la compresión, tracción flexión y permeabilidad
Nombres y apellidos del experto	Arturo Fernando Cangalaya Villegas
Documento de identidad	08110548
Años de experiencia en el área	20 años
Máximo Grado Académico	Magister
Nacionalidad	Peruano
Institución	Independiente
Cargo	Consultor
Número telefónico	992 268 995
Firma	 
Fecha	17 /06 / 2023

VALIDACIÓN DE CONTENIDO DE FICHA DE REGISTRO PARA LA VARIABLE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO

INSTRUCCIÓN: A continuación, se le hace llegar el instrumento de recolección de datos (Ficha de registro) que permitirá recoger la información en la presente investigación: Análisis de propiedades físicas y mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm² agregando nanosílice y nanoalúmina, Lima 2023. Por lo que se le solicita que tenga a bien evaluar el instrumento, haciendo, de ser caso, las sugerencias para realizar las correcciones pertinentes. Los criterios de validación de contenido son:

Criterios	Detalle	Calificación
Suficiencia	El elemento pertenece a la dimensión y basta para obtener la medición de esta	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Claridad	El elemento se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Coherencia	El elemento tiene relación lógica con el indicador que está midiendo	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Relevancia	El elemento es esencial o importante, es decir, debe ser incluido	1: de acuerdo 0: en desacuerdo

Nota. Criterios adaptados de la propuesta de Escobar y Cuervo (2008).

MATRIZ DE VALIDACIÓN DE FICHA DE REGISTRO DE LA VARIABLE FÍSICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO

Definición de la variable: Una de las principales propiedades mecánicas del concreto en la evolución de la resistencia a lo largo del tiempo (Dimov et al. 2020)

Dimensión	Indicador	Elemento	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observación
Resistencia a la compresión	Esfuerzo de rotura	Reporte de ensayo de resistencia a la compresión	1	1	1	1	
	Edad de curado						
	Promedio de						

	resistencia						
Resistencia a la flexión	Módulo de rotura	Reporte de ensayo de resistencia a la flexión	1	1	1	1	
	Edad de curado						
	Promedio de resistencia						
Resistencia a la tracción	Esfuerzo de rotura	Reporte de ensayo de resistencia a la tracción	1	1	1	1	
	Edad de curado						
	Promedio de resistencia						
Permeabilidad	Porosidad	Reporte de ensayo de resistencia a la tracción	1	1	1	1	
	densidad						
	Velocidad y presión de filtración						

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Reporte de ensayo de resistencia a la compresión Reporte de ensayo de resistencia a la flexión Reporte de ensayo de resistencia a la tracción Reporte de ensayo a la permeabilidad
Objetivo del instrumento	Recolectar los datos según los ensayos de laboratorio realizados a las muestras del concreto para determinar las propiedades mecánicas del concreto a la compresión, tracción flexión y permeabilidad
Nombres y apellidos del experto	Víctor Hernández García
Documento de identidad	08110548
Años de experiencia en el área	15 años
Máximo Grado Académico	Magister
Nacionalidad	Peruano
Institución	Independiente
Cargo	Consultor
Número telefónico	992 268 995
Firma	 
Fecha	17 /06 / 2023

VALIDACIÓN DE CONTENIDO DE FICHA DE REGISTRO PARA LA VARIABLE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO

INSTRUCCIÓN: A continuación, se le hace llegar el instrumento de recolección de datos (Ficha de registro) que permitirá recoger la información en la presente investigación: Análisis de propiedades físicas y mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm² agregando nanosílice y nanoalúmina, Lima 2023. Por lo que se le solicita que tenga a bien evaluar el instrumento, haciendo, de ser caso, las sugerencias para realizar las correcciones pertinentes. Los criterios de validación de contenido son:

Criterios	Detalle	Calificación
Suficiencia	El elemento pertenece a la dimensión y basta para obtener la medición de esta	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Claridad	El elemento se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Coherencia	El elemento tiene relación lógica con el indicador que está midiendo	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Relevancia	El elemento es esencial o importante, es decir, debe ser incluido	1: de acuerdo 0: en desacuerdo

Nota. Criterios adaptados de la propuesta de Escobar y Cuervo (2008).

MATRIZ DE VALIDACIÓN DE FICHA DE REGISTRO DE LA VARIABLE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO

Definición de la variable: Una de las principales propiedades mecánicas del concreto en la evolución de la resistencia a lo largo del tiempo (Dimov et al. 2020)

Dimensión	Indicador	Elemento	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observación
Resistencia a la compresión	Esfuerzo de rotura	Reporte de ensayo de resistencia a la compresión	1	1	1	1	
	Edad de curado						
	Promedio de						

	resistencia						
Resistencia a la flexión	Módulo de rotura	Reporte de ensayo de resistencia a la flexión	1	1	1	1	
	Edad de curado						
	Promedio de resistencia						
Resistencia a la tracción	Esfuerzo de rotura	Reporte de ensayo de resistencia a la tracción	1	1	1	1	
	Edad de curado						
	Promedio de resistencia						
Permeabilidad	Porosidad	Reporte de ensayo de resistencia a la tracción	1	1	1	1	
	densidad						
	Velocidad y presión de filtración						

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Reporte de ensayo de resistencia a la compresión Reporte de ensayo de resistencia a la flexión Reporte de ensayo de resistencia a la tracción Reporte de ensayo a la permeabilidad
Objetivo del instrumento	Recolectar los datos según los ensayos de laboratorio realizados a las muestras del concreto para determinar las propiedades mecánicas del concreto a la compresión, tracción flexión y permeabilidad
Nombres y apellidos del experto	Pedro Klinton Salina Torres
Documento de identidad	76281997
Años de experiencia en el área	5 años
Máximo Grado Académico	Magister
Nacionalidad	Peruano
Institución	Consortio Amazónico
Cargo	Residente
Número telefónico	935 906 081
Firma	 <small>Pedro Klinton Salina Torres ING. CIVIL R. CIP, N° 220514</small>
Fecha	17 /06 / 2023

Anexo 11. Certificados de laboratorio

Certificate PE227619943976

The management system of

MTL GEOTECNIA S.A.C.

Calle La Madrid 254 Av. Los Olivos, San Martín De Porres,
Lima, Perú.

has been assessed and certified as meeting the requirements of

ISO 9001:2015

For the following activities

**Servicio de laboratorio de ensayos de materiales y muestreo para
suelos, concreto y asfalto.**

**Materials testing and soil sampling laboratory service concrete and
asphalt.**

This certificate is valid from 24 March 2022 until 23 March 2025
and remains valid subject to satisfactory surveillance audits.
Recertification audit due a minimum of 60 days before the expiration date.
Issue 1. Certified since 24 March 2022.

Authorised by



SGS United Kingdom Ltd
Rosebery Gardens Park, Clonville Park, Clonsilla, D166 3D4, UK
t +44 (0)161 3004000 f +44 (0)161 3004001 www.sgs.com

2142 008128150421

Page 1 of 1



This document is a Web version of ISO certificate for electronic use
exclusively. It shall only be available by clicking on SGS Certification Mark
which has been posted on your website. It shall not be printed in anyway.
This document is copyright protected. No content or appearance may be
reproduced without the express written permission of SGS. Any misuse,
alteration, forgery or falsification is unlawful.

Certificado



La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

PUNTO DE PRECISION S.A.C.

Laboratorio de Calibración

En su sede ubicada en: Sector 1 Grupo 10 Mz M Lt. 23, distrito de Villa El Salvador, provincia y departamento Lima.

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración.

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-22F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 19 de mayo de 2022

Fecha de Vencimiento: 18 de mayo de 2026

 Firmado digitalmente por RODRIGUEZ ALEJANDRA Alejandra FAU
2500263015.pdf
Fecha: 2022.06.07 11:37:26
Motivo: Soy el Autor del Documento

ALEJANDRA RODRIGUEZ ALEGRIA
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Fecha de emisión: 06 de junio de 2022

Cédula N° : 0196-2022-INACAL/DA
Adenda N°1 del Contrato N° 006-2019-INACAL/DA
Registro N° : LC - 033



El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación, dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados, y/o a través del código QR al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) de Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mútuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-06P-22F Ver. 03

Anexo 12. Diseño de Concreto y resultados



(01) 6782806 / 989 349 903

Informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO		Código	FOR-PR-LAB-AG-001-01
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO		Revisión	3
			Aprobado	CC-MTL
			Fecha	14/09/2021

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C136

TESIS : "Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ agregando nanosilice y nanoalúmina, Lima 2023"
AUTORES : ALCARRAZ CÁCERES, Rubén y VILLALOBOS OLIVOS, Jonathan Tomas
UBICACIÓN : Lima, Perú

Cantera : Trapiche
Material : Agregado fino
N° Muestra : M-02
Ensayado por: Mirella Flores
Fecha de ensayo: 26/09/2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA AGREGADO FINO
ASTM C136

A) CONDICIONES DE ENSAYO:

Método de preparación de muestra
Método de tamizado

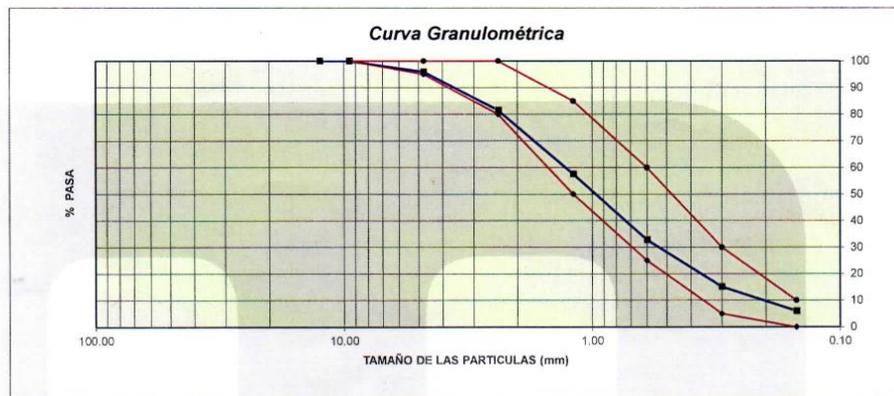
Seco a horno
Manual

B) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO:

Peso inicial húmedo 345.8 gr. Contenido de Humedad 1.59 %
Peso inicial seco 340.4 gr. Tamaño máx. nominal N° 08
Módulo de finura 3.11

MALLAS	ABERTURA		MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES (ASTM C33)	
	(mm)	(g)	(%)	Retenido	Pasa	Huso Arena		
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	
N° 04	4.76	13.7	4.0	4.0	96.0	95	100	
N° 08	2.38	49.1	14.4	18.4	81.6	80	100	
N° 16	1.19	81.5	23.9	42.4	57.6	50	85	
N° 30	0.60	84.6	24.9	67.2	32.8	25	60	
N° 50	0.30	60.1	17.7	84.9	15.1	5	30	
N° 100	0.15	30.9	9.1	94.0	6.0	0	10	
FONDO		20.50	6.0	100.0	0.0			

C) CURVA GRANULOMÉTRICA:



OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



(01) 6782806 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
 www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO PARA AGREGADOS	Código	FOR-PR-LAB-AG-002.01
	LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C29	Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	22/06/2021

TESIS	: "Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ agregando nanosilice y nanoalúmina, Lima 2023"		
AUTORES	: ALCARRAZ CÁCERES, Rubén y VILLALOBOS OLIVOS, Jonathan Tomas		
UBICACIÓN	: Lima, Perú		
Cantera	: Trapiche	Ensayado por:	Mirella Flores
Material	: Agregado fino	Fecha de ensayo:	26/09/2023
N° Muestra	: M-02		

**PESO UNITARIO PARA AGREGADOS
ASTM C29**

A) PESO UNITARIO COMPACTADO:

Método utilizado Método A (PUC, $TMN < 1 \frac{1}{2}$)
Recipiente utilizado R1 (Pequeño)

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3	
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	7.25	7.28	7.30
2	Peso del Recipiente	kg	2.36	2.36	2.36
3	Peso de la Muestra	kg	4.90	4.93	4.95
4	Volumen del Molde	m^3	0.00276	0.00276	0.00276
5	Peso Unitario Compactado	kg/m^3	1774.64	1785.14	1792.75
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m^3)			1784		

B) PESO UNITARIO SUELTO:

Método utilizado Método C (PUS)
Recipiente utilizado R1 (Pequeño)

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3	
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	6.73	6.69	6.73
2	Peso del Recipiente	kg	2.36	2.36	2.36
3	Peso de la Muestra	kg	4.38	4.33	4.37
4	Volumen del Molde	m^3	0.00276	0.00276	0.00276
5	Peso Unitario Compactado	kg/m^3	1585.87	1569.93	1583.70
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m^3)			1580		

OBSERVACIONES:
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: Cristóbal Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 209747	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	Código	FOR-PR-LAB-AG-004.01
		Revisión	2
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C128		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	22/06/2021
TESIS : "Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ agregando nanosilice y nanoalúmina, Lima 2023" AUTORES : ALCARRAZ CÁCERES, Rubén y VILLALOBOS OLIVOS, Jonathan Tomas UBICACIÓN : Lima, Perú Cantera : Trapiche Material : Agregado fino N° Muestra : M-02 Ensayado por: Mirella Flores Fecha de ensayo: 28/09/2023			
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN PARA AGREGADOS FINOS ASTM C128			

A) INFORMACIÓN DE LABORATORIO:

Punto N°	P - 1		
1	Peso de Muestra Seca	gr	492.00
2	Peso de fiola + Agua	gr	647.00
3	Peso de Fiola + Muestra SSS + Agua	gr	961.50
4	Peso de Muestra SSS	gr	500.00
8)	Peso Especifico de la Masa (SSS)	gr/cc	2.70
9)	Peso Especifico de la Masa (OD)	gr/cc	2.65
10)	Peso Especifico de la Masa (Aparente)	gr/cc	2.77
11)	Absorción	%	1.6

B) PESO ESPECÍFICO:

PESO ESPECÍFICO DE MASA S.S.S	gr/cc	2.70
PESO ESPECÍFICO DE MASA HORNO SECO	gr/cc	2.65
PESO ESPECÍFICO DE MASA APARENTE	gr/cc	2.77

C) ABSORCIÓN DE AGUA:

ABSORCIÓN (%)	1.63
---------------	------

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO	Código	FOR-PR-LAB-AG-001.01
		Revisión	3
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	14/09/2021
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C136			
<p>TESIS : "Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto f'c = 210 kg/cm2 agregando nanosilice y nanoalúmina, Lima 2023"</p> <p>AUTORES : ALCARRAZ CÁCERES, Rubén y VILLALOBOS OLIVOS, Jonathan Tomas</p> <p>UBICACIÓN : Lima, Perú</p> <p>Cantera : Trapiche</p> <p>Materia : Agregado Grueso</p> <p>N° Muestra : M-01</p> <p style="text-align: right;">Ensayado por: Mirella Flores Fecha de ensayo: 26/09/2023</p>			
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA AGREGADO GRUESO ASTM C136			

A) **CONDICIONES DE ENSAYO:**

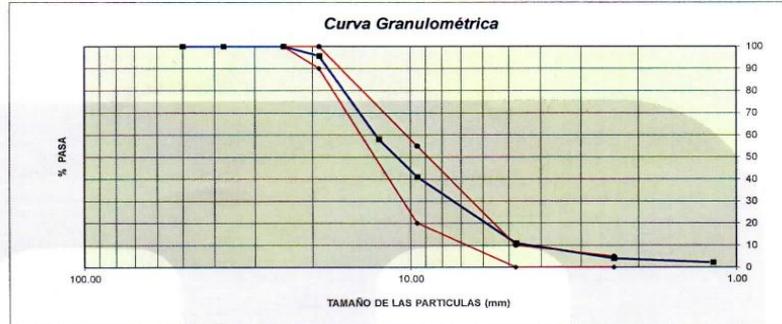
Método de preparación de muestra : Seco a horno
Método de tamizado : Manual

B) **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO:**

Peso inicial húmedo : 5132.6 gr. Contenido de Humedad : 0.36 %
Peso inicial seco : 5114.4 gr. Tamaño máximo nominal : 3/4"
Módulo de finura : 6.40

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES (ASTM C33)	
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	Huso #67	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0		
1"	24.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/4"	19.05	221.2	4.3	4.3	95.7	90	100
1/2"	12.50	1924.2	37.6	41.9	58.1		
3/8"	9.53	873.4	17.1	59.0	41.0	20	55
N° 04	4.76	1537.4	30.1	89.1	10.9	0	10
N° 08	2.38	350.8	6.9	95.9	4.1	0	5
N° 16	1.18	94.5	1.8	97.8	2.2		
FONDO		112.90	2.2	100.0	0.0		

C) **CURVA GRANULOMÉTRICA:**



OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	Código	FOR-PR-LAB-AG-002.01
	Revisión	3
	Aprobado	CC-MTL
	Fecha	22/06/2021
CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO PARA AGREGADOS		
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C29		

TESIS	: "Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ agregando nanosilice y nanoalúmina, Lima 2023"		
AUTORES	: ALCARRAZ CÁCERES, Rubén y VILLALOBOS OLIVOS, Jonathan Tomas		
UBICACIÓN	: Lima, Perú		
Cantera	: Trapiche	Ensayado por:	Mirella Flores
Material	: Agregado grueso	Fecha de ensayo:	26/09/2023
N° Muestra	: M-01		

PESO UNITARIO PARA AGREGADOS
ASTM C29

A) PESO UNITARIO COMPACTADO:

Método utilizado Método A (PUC, TMN < 1 1/2")
Recipiente utilizado R1 (Pequeño)

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3	
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	6.89	6.84	6.82
2	Peso del Recipiente	kg	2.36	2.36	2.36
3	Peso de la Muestra	kg	4.53	4.48	4.46
4	Volumen del Molde	m ³	0.00276	0.00276	0.00276
5	Peso Unitario Compactado	kg/m ³	1641.30	1623.19	1617.03
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m³)			1627		

B) PESO UNITARIO SUELTO:

Método utilizado Método C (PUS)
Recipiente utilizado R1 (Pequeño)

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3	
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	6.47	6.38	6.39
2	Peso del Recipiente	kg	2.36	2.36	2.36
3	Peso de la Muestra	kg	4.12	4.02	4.04
4	Volumen del Molde	m ³	0.00276	0.00276	0.00276
5	Peso Unitario Compactado	kg/m ³	1490.94	1457.97	1462.68
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m³)			1471		

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA SAC Calle César Godín Ingeniero Civil CIP N° 299744	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	Código	FOR-PR-LAB-AG-003.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	22/06/2021
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C127			
TESIS : "Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ agregando nanoslice y nanoalúmina, Lima 2023"			
AUTORES : ALCARRAZ CÁCERES, Rubén y VILLALOBOS OLIVOS, Jonathan Tomas UBICACIÓN : Lima, Perú			
Cantera : Trapiche Material : Agregado grueso N° Muestra : M-02 <div style="float: right;"> Ensayado por: Mirella Flores Fecha de ensayo: 26/09/2023 </div>			
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN PARA AGREGADOS GRUESOS ASTM C127			

A) INFORMACIÓN DE LABORATORIO:

Punto N°	P - 1	
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla	gr 1910.00
2	Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca	gr 3042.00
3	Peso de la Muestra Seca	gr 3020.00
4	Peso específico de Masa (SSS)	gr/cc 2.69
5	Peso específico de Masa (OD)	gr/cc 2.67
6	Peso específico de Masa (Aparente)	gr/cc 2.72
7)	Absorción	% 0.7

B) GRAVEDAD ESPECÍFICA:

PESO ESPECÍFICO DE MASA S.S.S	gr/cc	2.69
PESO ESPECÍFICO DE MASA AL HORNO SECO	gr/cc	2.67
PESO ESPECÍFICO DE MASA APARENTE	gr/cc	2.72

C) ABSORCIÓN DE AGUA:

ABSORCIÓN (%)	0.73
---------------	------

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 INGENIERO CIVIL CIP N° 282747	 CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	: Datos de laboratorio de agregados		
AUTORES	: ALCARRAZ CÁCERES, Rubén y VILLALOBOS OLIVOS, Jonathan Tomas		
TESIS	: "Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto f'c = 210 kg/cm ² agregando nanosilice y nanoalúmina, Lima 2023"		
UBICACION	: Lima, Perú	Fecha de ensayo:	29/09/2023

DISEÑO PATRÓN - f'c 210 kg/cm ²						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - ARENA	2.65	3.09	1.62	1.65	1575	1780
AGREGADO GRUESO - HUSO 67	2.66	6.43	0.40	0.70	1469	1629

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE						
A) VALORES DE DISEÑO						
1	ASENTAMIENTO			3 - 4	in	
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL			3/4"		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.56		
4	AGUA			205		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.36		
B) ANALISIS DE DISEÑO						
FACTOR CEMENTO			368.39	Kg/m ³	8.7	Bls/m ³
Volumen absoluto del cemento				0.1181	m ³ /m ³	
Volumen absoluto del Agua				0.2050	m ³ /m ³	
Volumen absoluto del Aire				0.0200	m ³ /m ³	
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						0.343
Volumen absoluto del Agregado fino				0.2950	m ³ /m ³	0.657
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.3619	m ³ /m ³	1.000
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO						
CEMENTO				368	Kg/m ³	
AGUA				205	L/m ³	
AGREGADO FINO				732	Kg/m ³	
AGREGADO GRUESO				963	Kg/m ³	
D) PESO DE MEZCLA						
CORRECCION POR HUMEDAD				2318	Kg/m ³	
AGREGADO FINO HUMEDO				794.4	Kg/m ³	
AGREGADO GRUESO HUMEDO				966.6	Kg/m ³	
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
AGREGADO FINO				0.03	Lts/m ³	0.2
AGREGADO GRUESO				0.30	Lts/m ³	2.9
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					Lts/m ³	3.1
						208.1
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO						
CEMENTO				368	Kg/m ³	
AGUA				208	Lts/m ³	
AGREGADO FINO				794	Kg/m ³	
AGREGADO GRUESO				967	Kg/m ³	
G) PESO DE MEZCLA						
CANTIDAD DE MATERIALES (114 Lt.)				2338	Kg/m ³	
CEMENTO				42.00	Kg	
AGUA				23.73	Lts	
AGREGADO FINO				90.56	Kg	
AGREGADO GRUESO				110.19	Kg	
PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)						
	C	1.0				C
	A.F	2.16				A.F
	A.G	2.62				A.G
	H2o	24.0				H2o
PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)						
	C	1.0				C
	A.F	2.05				A.F
	A.G	2.68				A.G
	H2o	24.0				H2o

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 Giner Carlos Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

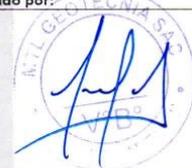
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA : Datos de laboratorio de agregados
AUTORES : ALCARRAZ CÁCERES, Rubén y VILLALOBOS OLIVOS, Jonathan Tomas
TESIS : "Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ agregando nanosilíce y nanoalúmina, Lima 2023"
UBICACION : Lima, Perú Fecha de ensayo: 29/09/2023

DISEÑO 0.6% NANOALUMINA y 0.6% NANOSÍLICE - f_c 210 kg/cm ²							
MATERIAL	PESO ESPECÍFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³	
CEMENTO SOL TIPO I	3.12						
AGREGADO FINO - ARENA	2.65	3.09	1.62	1.65	1575	1780	
AGREGADO GRUESO - HUSO 67	2.66	6.43	0.40	0.70	1469	1629	

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE							
A) VALORES DE DISEÑO							
1	ASENTAMIENTO			3 - 4	pulg		
2	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL			3/4"			
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.56			
4	AGUA			205			
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0			
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.36			
B) ANÁLISIS DE DISEÑO							
FACTOR CEMENTO			368.39	Kg/m ³	8.7	Bls/m ³	
Volumen absoluto del cemento				0.1181	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Agua				0.2050	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Aire				0.0200	m ³ /m ³		
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						0.343	
Volumen absoluto del Agregado fino				0.2950	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.3619	m ³ /m ³		
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						1.000	
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO							
CEMENTO				368	Kg/m ³		
AGUA				205	L/m ³		
AGREGADO FINO				782	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO				963	Kg/m ³		
NANOALUMINA (0.6% peso del cemento)				2.21	Kg/m ³		
NANOSÍLICE (0.6% peso del cemento)				2.21	Kg/m ³		
PESO DE MEZCLA				2322	Kg/m ³		
D) CORRECCIÓN POR HUMEDAD							
AGREGADO FINO HUMEDO				794.4	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO HUMEDO				966.6	Kg/m ³		
E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS							
AGREGADO FINO				0.03	Lts/m ³		
AGREGADO GRUESO				0.30	Lts/m ³		
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					208.1 Lts/m ³		
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO							
CEMENTO				368	Kg/m ³		
AGUA				208	Lts/m ³		
AGREGADO FINO				794	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO				967	Kg/m ³		
NANOALUMINA (0.6% peso del cemento)				2.21	Kg/m ³		
NANOSÍLICE (0.6% peso del cemento)				2.21	Kg/m ³		
PESO DE MEZCLA				2342	Kg/m ³		
G) CANTIDAD DE MATERIALES (114 lt.)							
CEMENTO				42.00	Kg		
AGUA				23.73	Lts		
AGREGADO FINO				90.56	Kg		
AGREGADO GRUESO				110.19	Kg		
NANOALUMINA (0.6% peso del cemento)				251.98	g		
NANOSÍLICE (0.6% peso del cemento)				251.98	g		
PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)				PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)			
C	1.0			C	1.0		
A.F	2.16			A.F	2.05		
A.G	2.62			A.G	2.68		
H2o	24.0			H2o	24.0		

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

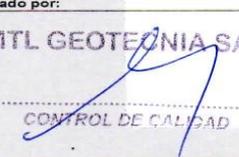
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO	Código	FOR-LAB-CO-001
	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	: Datos de laboratorio de agregados	Fecha de ensayo:	29/09/2023
AUTORES	: ALCARRAZ CÁCERES, Rubén y VILLALOBOS OLIVOS, Jonathan Tomas		
TESIS	: "Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto f'c = 210 kg/cm ² agregando nanosilíce y nanoalúmina, Lima 2023"		
UBICACION	: Lima, Perú		

DISEÑO 0.6% NANOALUMINA y 0.9% NANOSÍLICE - f'c 210 kg/cm ²						
MATERIAL	PESO ESPECÍFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - ARENA	2.65	3.09	1.62	1.65	1575	1780
AGREGADO GRUESO - HUSO 67	2.66	6.43	0.40	0.70	1469	1629

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE							
A)	VALORES DE DISEÑO						
	1 ASENTAMIENTO			3 - 4	pulg		
	2 TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL			3/4"			
	3 RELACION AGUA CEMENTO			0.56			
	4 AGUA			205			
	5 TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0			
	6 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.36			
B)	ANÁLISIS DE DISEÑO						
	FACTOR CEMENTO		368.39	Kg/m ³	8.7	Bls/m ³	
	Volumen absoluto del cemento			0.1181	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del Agua			0.2050	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del Aire			0.0200	m ³ /m ³	0.343	
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						
	Volumen absoluto del Agregado fino			0.2950	m ³ /m ³	0.657	
	Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3619	m ³ /m ³		
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					1.000	
C)	CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO SECO						
	CEMENTO			368	Kg/m ³		
	AGUA			205	Litros		
	AGREGADO FINO			782	Kg/m ³		
	AGREGADO GRUESO			963	Kg/m ³		
	NANOALUMINA (0.6% peso del cemento)			2.21	Kg/m ³		
	NANOSÍLICE (0.9% peso del cemento)			3.32	Kg/m ³		
	PESO DE MEZCLA			2323	Kg/m ³		
D)	CORRECCION POR HUMEDAD						
	AGREGADO FINO HUMEDO			794.4	Kg/m ³		
	AGREGADO GRUESO HUMEDO			966.6	Kg/m ³		
E)	CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
	AGREGADO FINO			0.03	Lts/m ³	0.2	
	AGREGADO GRUESO			0.30	Lts/m ³	2.9	
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					3.1	
						208.1 Lts/m ³	
F)	CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO HUMEDO						
	CEMENTO			368	Kg/m ³		
	AGUA			208	Lts/m ³		
	AGREGADO FINO			794	Kg/m ³		
	AGREGADO GRUESO			967	Kg/m ³		
	NANOALUMINA (0.6% peso del cemento)			2.21	Kg/m ³		
	NANOSÍLICE (0.9% peso del cemento)			3.32	Kg/m ³		
	PESO DE MEZCLA			2343	Kg/m ³		
G)	CANTIDAD DE MATERIALES (114 lt.)						
	CEMENTO			42.00	Kg		
	AGUA			23.73	Lts		
	AGREGADO FINO			90.56	Kg		
	AGREGADO GRUESO			110.19	Kg		
	NANOALUMINA (0.6% peso del cemento)			251.98	g		
	NANOSÍLICE (0.9% peso del cemento)			377.97	g		
	PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)					PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)	
	C	1.0				C	1.0
	A.F	2.16				A.F	2.05
	A.G	2.62				A.G	2.68
	H2o	24.0				H2o	24.0

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 Dulce Cecilia Guillén INGENIERO CIVIL CIP N° 29973	 CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	: Datos de laboratorio de agregados		
AUTORES	: ALCARRAZ CÁCERES, Rubén y VILLALOBOS OLIVOS, Jonathan Tomas		
TESIS	: "Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ agregando nanosilice y nanoalúmina, Lima 2023"		
UBICACION	: Lima, Perú	Fecha de ensayo:	29/09/2023

DISEÑO 0.6% NANOALUMINA y 1.6% NANOSÍLICE - f_c 210 kg/cm^2						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - ARENA	2.65	3.09	1.62	1.65	1575	1780
AGREGADO GRUESO - HUSO 67	2.66	6.43	0.40	0.70	1469	1629

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE						
A) VALORES DE DISEÑO						
1	ASENTAMIENTO			3 - 4	pulg	
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL			3/4"		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.56		
4	AGUA			205		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.36		
B) ANALISIS DE DISEÑO						
FACTOR CEMENTO			368.39	Kg/m ³	8.7	Bts/m ³
Volumen absoluto del cemento				0.1181	m ³ /m ³	
Volumen absoluto del Agua				0.2050	m ³ /m ³	
Volumen absoluto del Aire				0.0200	m ³ /m ³	
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						0.343
Volumen absoluto del Agregado fino				0.2950	m ³ /m ³	0.657
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.3619	m ³ /m ³	1.000
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO						
CEMENTO				368	Kg/m ³	
AGUA				205	L/m ³	
AGREGADO FINO				782	Kg/m ³	
AGREGADO GRUESO				963	Kg/m ³	
NANOALUMINA (0.6% peso del cemento)				2.21	Kg/m ³	
NANOSÍLICE (1.6% peso del cemento)				5.89	Kg/m ³	
PESO DE MEZCLA				2326	Kg/m ³	
D) CORRECCION POR HUMEDAD						
AGREGADO FINO HUMEDO				794.4	Kg/m ³	
AGREGADO GRUESO HUMEDO				966.6	Kg/m ³	
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
AGREGADO FINO				0.03	Lts/m ³	0.2
AGREGADO GRUESO				0.30	Lts/m ³	2.9
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA						3.1
						208.1 Lts/m ³
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO						
CEMENTO				368	Kg/m ³	
AGUA				208	Lts/m ³	
AGREGADO FINO				794	Kg/m ³	
AGREGADO GRUESO				967	Kg/m ³	
NANOALUMINA (0.6% peso del cemento)				2.21	Kg/m ³	
NANOSÍLICE (1.6% peso del cemento)				5.89	Kg/m ³	
PESO DE MEZCLA				2346	Kg/m ³	
G) CANTIDAD DE MATERIALES (114 lt.)						
CEMENTO				42.00	Kg	
AGUA				23.73	Lts	
AGREGADO FINO				90.56	Kg	
AGREGADO GRUESO				110.19	Kg	
NANOALUMINA (0.6% peso del cemento)				251.98	g	
NANOSÍLICE (1.6% peso del cemento)				671.95	g	
PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)						PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)
C	1.0			C	1.0	
A.F	2.16			A.F	2.05	
A.G	2.62			A.G	2.68	
H2o	24.0			H2o	24.0	

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA SAC

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C143

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
AUTORES	: ALCARRAZ CÁCERES, Rubén y VILLALOBOS OLIVOS, Jonathan Tomas
TESIS	: "Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ agregando nanosilice y nanoalúmina, Lima 2023"
UBICACIÓN	: Lima, Perú Fecha de mezclas: 29/09/2023

ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO		
MUESTRA	SLUMP PULG.	PROMEDIO PULG
PATRÓN	3 1/2	3 1/2

ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO		
MUESTRA	SLUMP PULG.	PROMEDIO PULG
NANOALUMINA 0.6% + NANOSILICE 0.6%	2 3/4	2 3/4

ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO		
MUESTRA	SLUMP PULG.	PROMEDIO PULG
NANOALUMINA 0.6% + NANOSILICE 0.9%	2 1/2	2 1/2

ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO		
MUESTRA	SLUMP PULG.	PROMEDIO PULG
NANOALUMINA 0.6% + NANOSILICE 1.6%	2	2

OBSERVACIONES:

- El ensayo fue realizado haciendo uso del Cono de Abrams
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 <small>CI: 06.114.014.0001 INSCRIPCIÓN EN EL C.O.P.N. 200744</small>	 <small>CONTROL DE CALIDAD</small>
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Anexo 13. Resultados de ensayos



(01) 6782806 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
 www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CILÍNDRICO	Código: FOR-LAB-CON-081.01 Revisión: 2 Aprobado: CD-MTL Fecha: 26/01/2022
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C39 - NTP 335.034		
TESIS AUTORES UBICACIÓN: "Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ agregado nanosilice y nanotalumina, Lima 2023" : ALCARRAZ CÁCERES, Rubén y VILLALOBOS OLIVOS, Jonathan Tomas : Lima, Perú		
Castera Material: "Trapiño" N° Muestra: "Pruebas de concreto de 10 cm x 20 cm" Indicado		Ensayado por: Mirella Flores Fecha de ensayo: 06/10/2023
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C39 - NTP 335.034		

A) INFORMACIÓN GENERAL:

Tipo de muestra: Moldeado
 Clasificación: -
 Resistencia de Diseño: 210 kg/cm²
 Velocidad de carga: 2.55 kg/cm²/s

B) ENSAYO DE COMPRESIÓN:

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VIGADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	LD	ÁREA (cm ²)	FUERZA MÁXIMA (kg)	Modo de falla (1 a 6)	F.C. (MPa)	ESFUERZO (kg/cm ²)	F _c Diseño (kg/cm ²)	% F _c
PATRÓN	29/09/2023	6/10/2023	7	2.0	78.5	16529.3	5	1.00	210.5	210	100.2
PATRÓN	29/09/2023	6/10/2023	7	2.0	78.5	16335.6	6	1.00	208.0	210	99.0
PATRÓN	29/09/2023	6/10/2023	7	2.0	78.5	16702.7	6	1.00	212.7	210	101.3
NANOALUMINA 0.6% + NANOSILICE 0.6%	29/09/2023	6/10/2023	7	2.0	78.5	17385.9	6	1.00	221.4	210	105.4
NANOALUMINA 0.6% + NANOSILICE 0.6%	29/09/2023	6/10/2023	7	2.0	78.5	17630.6	5	1.00	224.5	210	106.9
NANOALUMINA 0.6% + NANOSILICE 0.6%	29/09/2023	6/10/2023	7	2.0	78.5	17283.9	5	1.00	220.1	210	104.8
NANOALUMINA 0.6% + NANOSILICE 0.9%	29/09/2023	6/10/2023	7	2.0	78.5	17956.9	6	1.00	228.6	210	108.9
NANOALUMINA 0.6% + NANOSILICE 0.9%	29/09/2023	6/10/2023	7	2.0	78.5	18201.6	6	1.00	231.8	210	110.4
NANOALUMINA 0.6% + NANOSILICE 0.9%	29/09/2023	6/10/2023	7	2.0	78.5	18058.9	6	1.00	229.9	210	109.5
NANOALUMINA 0.6% + NANOSILICE 1.6%	29/09/2023	6/10/2023	7	2.0	78.5	18548.3	5	1.00	236.2	210	112.5
NANOALUMINA 0.6% + NANOSILICE 1.6%	29/09/2023	6/10/2023	7	2.0	78.5	18711.5	5	1.00	238.2	210	113.4
NANOALUMINA 0.6% + NANOSILICE 1.6%	29/09/2023	6/10/2023	7	2.0	78.5	18354.6	5	1.00	233.7	210	111.3



OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

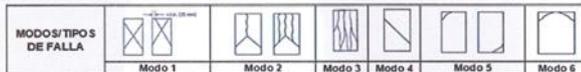
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CILÍNDRICO	Código: FOR-LAB-CON-001.01 Revisión: 3 Aprobado: CC-MTL Fecha: 20/1/2022
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C39 - NTP 339.034		
TESIS : Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ agregando nanosilice y nanoalúmina, Lima 2023 AUTORES : ALCARRAZ CACERES, Rubén y VILLALOBOS OLIVÉ, Jonathan Tomas UBICACIÓN : Lima, Perú		
Cantera : Trapiche Materia : Probetas de concreto de 10 cm x 20 cm N° Muestra : Indicado		Ensayado por: Mirrela Flores Fecha de ensayo: 13/10/2023
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C39 - NTP 339.034		

A) **INFORMACIÓN GENERAL:**

Tipo de muestra: Moldeado
Designación: -
Resistencia de Diseño: 210 kg/cm^2
Velocidad de carga: 2.55 $\text{kg/cm}^2/\text{s}$

B) **ENSAYO DE COMPRESIÓN:**

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	L/D	ÁREA cm^2	FUERZA MÁXIMA kgf	Modo de falla (1 a 6)	F.C. (R/R)	ESFUERZO kg/cm^2	P_u Diseño kg/cm^2	% F_u
PATRÓN	29/09/2023	13/10/2023	14	2.0	78.5	16262.8	5	1.00	232.5	210	110.7
PATRÓN	29/09/2023	13/10/2023	14	2.0	78.5	18069.1	6	1.00	230.1	210	109.6
PATRÓN	29/09/2023	13/10/2023	14	2.0	78.5	18619.7	6	1.00	237.1	210	112.9
NANOALUMINA 0.6% + NANOSILICE 0.6%	29/09/2023	13/10/2023	14	2.0	78.5	19282.5	6	1.00	245.5	210	116.9
NANOALUMINA 0.6% + NANOSILICE 0.6%	29/09/2023	13/10/2023	14	2.0	78.5	18956.2	5	1.00	241.4	210	114.9
NANOALUMINA 0.6% + NANOSILICE 0.6%	29/09/2023	13/10/2023	14	2.0	78.5	19099.0	5	1.00	243.2	210	115.8
NANOALUMINA 0.6% + NANOSILICE 0.9%	29/09/2023	13/10/2023	14	2.0	78.5	20220.7	6	1.00	257.5	210	122.6
NANOALUMINA 0.6% + NANOSILICE 0.9%	29/09/2023	13/10/2023	14	2.0	78.5	19996.3	6	1.00	254.6	210	121.2
NANOALUMINA 0.6% + NANOSILICE 0.9%	29/09/2023	13/10/2023	14	2.0	78.5	20139.1	6	1.00	256.4	210	122.1
NANOALUMINA 0.6% + NANOSILICE 1.6%	29/09/2023	13/10/2023	14	2.0	78.5	21146.6	5	1.00	269.3	210	128.2
NANOALUMINA 0.6% + NANOSILICE 1.6%	29/09/2023	13/10/2023	14	2.0	78.5	20914.0	5	1.00	268.3	210	126.8
NANOALUMINA 0.6% + NANOSILICE 1.6%	29/09/2023	13/10/2023	14	2.0	78.5	20995.6	5	1.00	267.3	210	127.3



OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por:  Otilber García Olvidín INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

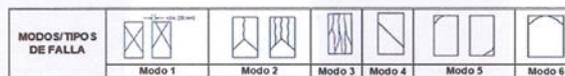
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CILÍNDRICO	Código: FOR-LAB-COM-001.01 Revisión: 3 Aprobado: CC-MTL Fecha: 26/01/2022
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C39 - NTP 329.034		
TESIS : Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f_c = 210$ kgf/cm ² agregando nanosilice y nanoalúmina, Lima 2023* AUTORES : ALCARRAZ CÁCERES, Rubén y VELAZCOBOS OLIVOS, Jonathan Torres UBICACIÓN : Lima, Perú Cartera : Tránsito Material : Probetas de concreto de 10 cm x 20 cm N° Muestra : Indefinido Ensayado por: Mirilla Flores Fecha de ensayo: 27/10/2023		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C39 - NTP 329.034		

A) INFORMACIÓN GENERAL:

Tipo de muestra: Moldeado
 Descripción: -
 Resistencia de Diseño: 210 kgf/cm²
 Velocidad de carga: 2.55 kgf/cm²/s

B) ENSAYO DE COMPRESIÓN:

IDENTIFICACIÓN DE ESPERMIN	FECHA DE VADADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	LD	AREA cm ²	FUERZA MÁXIMA kgf	Modo de falla (1 a 6)	F.C (kN)	ESFUERZO kg/cm ²	F _c Diseño kg/cm ²	% F _c
PATRÓN	29/09/2023	27/10/2023	28	2.0	78.5	19906.3	5	1.00	254.6	210	121.2
PATRÓN	29/09/2023	27/10/2023	28	2.0	78.5	20210.5	6	1.00	257.3	210	122.5
PATRÓN	29/09/2023	27/10/2023	28	2.0	78.5	19863.8	6	1.00	252.9	210	120.4
NANOALUMINA 0.6% + NANOSÍLICE 0.6%	29/09/2023	27/10/2023	28	2.0	78.5	21118.0	6	1.00	268.9	210	128.0
NANOALUMINA 0.6% + NANOSÍLICE 0.6%	29/09/2023	27/10/2023	28	2.0	78.5	20893.7	5	1.00	266.0	210	126.7
NANOALUMINA 0.6% + NANOSÍLICE 0.6%	29/09/2023	27/10/2023	28	2.0	78.5	20975.2	5	1.00	267.1	210	127.2
NANOALUMINA 0.6% + NANOSÍLICE 0.9%	29/09/2023	27/10/2023	28	2.0	78.5	22351.8	6	1.00	284.6	210	135.5
NANOALUMINA 0.6% + NANOSÍLICE 0.9%	29/09/2023	27/10/2023	28	2.0	78.5	22586.4	6	1.00	287.6	210	136.9
NANOALUMINA 0.6% + NANOSÍLICE 0.9%	29/09/2023	27/10/2023	28	2.0	78.5	22249.9	6	1.00	283.3	210	134.9
NANOALUMINA 0.6% + NANOSÍLICE 1.6%	29/09/2023	27/10/2023	28	2.0	78.5	23137.0	5	1.00	294.6	210	140.3
NANOALUMINA 0.6% + NANOSÍLICE 1.6%	29/09/2023	27/10/2023	28	2.0	78.5	23534.7	5	1.00	299.7	210	142.7
NANOALUMINA 0.6% + NANOSÍLICE 1.6%	29/09/2023	27/10/2023	28	2.0	78.5	23259.4	5	1.00	296.1	210	141.0



OBSERVACIONES:
 * Prohíbida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO	Código	FOR-LAB-CON-093.01
	RESISTENCIA DE FLEXIÓN DEL CONCRETO	Revisión	0
	(VIGA SIMPLE CON CARGA A LOS TERCIOS DEL CLARO)	Aprobado	CC-MTL
		Fecha	8/11/2021

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
NTP 339.078 - ASTM C78

REFERENCIA AUTORES : ALCARRAZ CÁCERES, Rubén y VILLALOBOS OLIVOS, Jonathan Tomas
TESIS : "Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ agregando nanosilice y nanosilomina, Lima 2023"
UBICACIÓN : Lima, Perú Fecha de ensayo: 05/10/2023

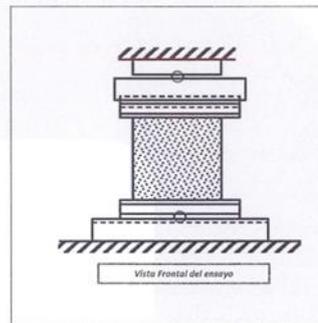
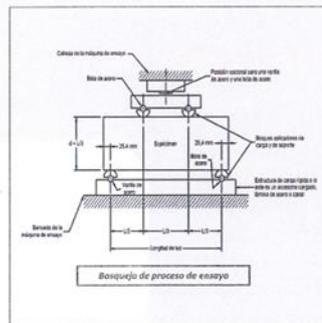
A) INFORMACIÓN GENERAL:

TIPO DE MEZCLA: CONCRETO 210 KG/CM2
DESCRIPCIÓN: Resistencia a la flexión del concreto a los 07 días

B) DATA DE ENSAYO:

No. de Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Identificación	PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	NANOSILIMINA 0.6% + NANOSILICE 0.6%	NANOSILIMINA 0.6% + NANOSILICE 0.6%	NANOSILIMINA 0.6% + NANOSILICE 0.6%	NANOSILIMINA 0.6% + NANOSILICE 0.9%	NANOSILIMINA 0.6% + NANOSILICE 0.9%	NANOSILIMINA 0.6% + NANOSILICE 0.9%	NANOSILIMINA 0.6% + NANOSILICE 1.6%	NANOSILIMINA 0.6% + NANOSILICE 1.6%	NANOSILIMINA 0.6% + NANOSILICE 1.6%
Altura "d" (mm)	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Ancho "b" (mm)	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Distancia entre apoyos "L" (mm)	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450
Carga Máxima (kg-f)	2620.6	2616.8	2569.6	2751.3	2732.8	2773.6	2875.6	2865.4	2845.0	2946.9	3008.1	2967.3
Posición de Fractura	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio
Distancia entre la fractura y el apoyo más percarca "a" (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Módulo de Rotura (kg-f/cm2)	34.94	34.92	34.26	36.68	36.44	36.98	38.34	38.20	37.93	39.29	40.11	39.56

FÓRMULAS	Dentro del Tercio Medio	Fuera del Tercio Medio < 5%	Fuera del Tercio Medio > 5%
	$R = PL/bd^2$	$R = \frac{3Pa}{bd^2}$	Descartado



OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
* El ensayo a la flexión se realizó sobre muestra de concreto endurecido; el reporte de resultados están en unidades de kg-f/cm2.

Elaborado por: 	Revisado por: Cilber C. García Quiñán INGENIERO CIVIL CIP N° 299747	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO	Código	FOR-LAB-CON-003.01
	RESISTENCIA DE FLEXION DEL CONCRETO	Revisión	0
	(VIGA SIMPLE CON CARGA A LOS TERCIOS DEL CLARO)	Aprobado	CC-MTL
		Fecha	01/11/2021

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
NTP 339.078 - ASTM C78

REFERENCIA : -
AUTORES : ALCARRAZ CÁCERES, Rubén y VILLOBOLOS OLIVOS, Jonathan Tomas
TESIS : "Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ agregando nanosilicio y nanoalúmina, Lima 2023"
UBICACIÓN : Lima, Perú Fecha de ensayo: 13/10/2023

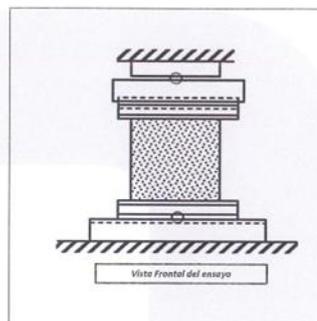
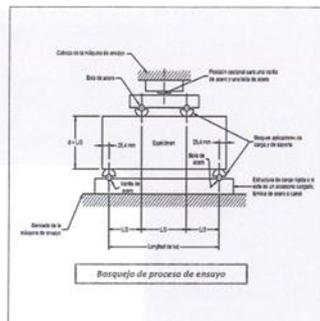
A) INFORMACIÓN GENERAL:

TIPO DE MEZCLA: CONCRETO 210 KG/CM2
DESCRIPCIÓN: Resistencia a la flexión del concreto a los 14 días

B) DATA DE ENSAYO:

No. de Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Identificación	PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	NANOALUMINA 0.6% + NANOSILICE 0.6%	NANOALUMINA 0.6% + NANOSILICE 1.6%	NANOALUMINA 0.6% + NANOSILICE 1.6%	NANOALUMINA 0.6% + NANOSILICE 1.6%					
Altura "d" (mm)	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Ancho "b" (mm)	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Distancia entre apoyos "L" (mm)	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450
Carga Máxima (kg-f)	2732.8	2792.1	2722.6	2883.8	2885.4	2906.1	2997.9	2967.3	2926.5	3038.7	3079.5	3110.1
Posición de Fractura	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio
Distancia entre la fractura y el apoyo más cercano "a" (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Módulo de Rotura (kg-f/cm2)	36.44	37.23	36.30	38.45	38.20	38.75	39.97	39.56	39.02	40.52	41.06	41.47

FÓRMULAS	Dentro del Tercio Medio	Fuera del Tercio Medio <5%	Fuera del Tercio Medio > 5%
	$R = PL/bd^2$	$R = \frac{3Pa}{bd^2}$	Descartado



OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
* El ensayo a la flexión se realizó sobre muestra de concreto endurecido; el reporte de resultados están en unidades de kg-f/cm2.

Elaborado por: 	Revisado por: SILVER CARRERA GUZMÁN INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO	Código	FOR-LAB-CON-003.01
	RESISTENCIA DE FLEXIÓN DEL CONCRETO	Revisión	0
	(VIGA SIMPLE CON CARGA A LOS TERCIOS DEL CLARO)	Aprobado	CC-MTL
		Fecha	8/11/2021

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
NTP 339.078 - ASTM C78

REFERENCIA :
AUTORES : ALCARRAZ CÁCERES, Rubén y VILLALOBOS OLIVOS, Jonathan Tomas
TESIS : "Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ agregando nanosilica y nanoalúmina, Lima 2023"
UBICACIÓN : Lima, Perú Fecha de ensayo: 27/10/2023

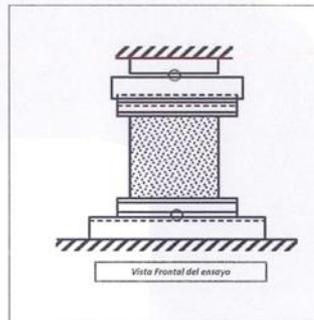
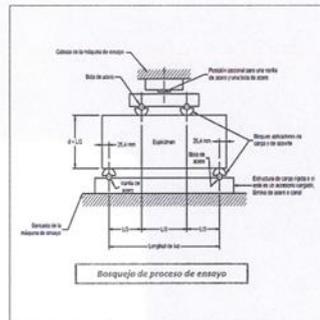
A) INFORMACIÓN GENERAL:

TIPO DE MEZCLA: CONCRETO 210 KG/CM2
DESCRIPCIÓN: Resistencia a la flexión del concreto a los 28 días

B) DATA DE ENSAYO:

No. de Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Identificación	PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	0.8% + NANOALUMINA 0.6% + NANO-SILICE	0.8% + NANOALUMINA 1.6% + NANO-SILICE	0.8% + NANOALUMINA 1.6% + NANO-SILICE	0.8% + NANOALUMINA 1.6% + NANO-SILICE					
Altura "d" (mm)	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Ancho "b" (mm)	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Distancia entre apoyos "l" (mm)	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450
Carga Máxima (kg-f)	2794.0	2883.8	2926.5	3026.4	2997.9	3018.3	3181.5	3120.3	3150.9	3354.8	3283.4	3293.6
Posición de Fractura	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio			
Distancia entre la fractura y el apoyo más cercano "a" (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Módulo de Rotura (kg-f/cm ²)	37.25	38.45	39.02	40.35	39.97	40.24	42.42	41.60	42.01	44.73	43.78	43.92

FÓRMULAS	Dentro del Tercio Medio	Fuera del Tercio Medio <5%	Fuera del Tercio Medio > 5%
	$R = PL/bd^2$	$R = \frac{3Pa}{bd^2}$	Descartado



OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
* El ensayo a la flexión se realizó sobre muestra de concreto endurecido; el reporte de resultados están en unidades de kg-f/cm².

Elaborado por: 	Revisado por: CHUEN Cecilia Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

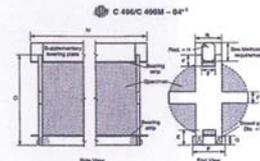
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO		Código	AE-FO-125
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECIMENES DE CONCRETO CILINDRICO		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1

TESIS : "Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ agregando nanosilíce y nanoalúmina, Lima 2023"
 AUTORES : ALCARRAZ CÁCERES, Rubén y VILLALOBOS OLIVOS, Jonathan Tomas REALIZADO POR : Mirella Flores
 UBICACIÓN : Lima, Perú FECHA DE ENSAYO : 6/10/2023

Tipo de muestra : Cilindros de Concreto de 10 x 20cm
 F^c de diseño : 210 kg/cm²

RESISTENCIA A LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C496

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO (CM)	CARGA (KG)	RESISTENCIA (KG/CM2)
PATRÓN	29/09/2023	6/10/2023	7 días	10	8494.3	27 kg/cm ²
PATRÓN	29/09/2023	6/10/2023	7 días	10	8249.5	26 kg/cm ²
PATRÓN	29/09/2023	6/10/2023	7 días	10	8320.9	26 kg/cm ²
NANOALUMINA 0.6% + NANOSÍLICE 0.6%	29/09/2023	6/10/2023	7 días	10	8841.0	28 kg/cm ²
NANOALUMINA 0.6% + NANOSÍLICE 0.6%	29/09/2023	6/10/2023	7 días	10	9085.7	29 kg/cm ²
NANOALUMINA 0.6% + NANOSÍLICE 0.6%	29/09/2023	6/10/2023	7 días	10	8688.0	28 kg/cm ²
NANOALUMINA 0.6% + NANOSÍLICE 0.9%	29/09/2023	6/10/2023	7 días	10	9442.6	30 kg/cm ²
NANOALUMINA 0.6% + NANOSÍLICE 0.9%	29/09/2023	6/10/2023	7 días	10	9616.0	31 kg/cm ²
NANOALUMINA 0.6% + NANOSÍLICE 0.9%	29/09/2023	6/10/2023	7 días	10	9330.4	30 kg/cm ²
NANOALUMINA 0.6% + NANOSÍLICE 1.6%	29/09/2023	6/10/2023	7 días	10	10462.3	33 kg/cm ²
NANOALUMINA 0.6% + NANOSÍLICE 1.6%	29/09/2023	6/10/2023	7 días	10	10146.2	32 kg/cm ²
NANOALUMINA 0.6% + NANOSÍLICE 1.6%	29/09/2023	6/10/2023	7 días	10	10054.4	32 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MTL GEOTECNIA.
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por:  GILBERTO C. C. G. G. G. G. INGENIERO CIVIL CIP N° 259741	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-FO-125
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECIMENES DE CONCRETO CILINDRICO	Versión	01
		Fecha	20-04-2018
		Página	1 de 1

TESIS : *Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ agregando nanosilice y nanoalúmina, Lima 2023*

AUTORES : ALCARRAZ CÁCERES, Rubén y VILLALOBOS OLIVOS, Jonathan Tomas REALIZADO POR : Mirella Flores

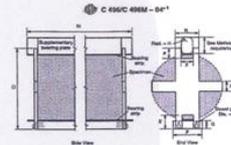
UBICACIÓN : Lima, Perú FECHA DE ENSAYO : 13/10/2023

Tipo de muestra : Cilindros de Concreto de $10 \times 20 \text{ cm}$

F_c de diseño : 210 kg/cm^2

RESISTENCIA A LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C496

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO (CM)	CARGA (KG)	RESISTENCIA (KG/CM ²)
PATRÓN	29/09/2023	13/10/2023	14 días	10	8851.2	28 kg/cm ²
PATRÓN	29/09/2023	13/10/2023	14 días	10	9116.3	29 kg/cm ²
PATRÓN	29/09/2023	13/10/2023	14 días	10	8749.2	28 kg/cm ²
NANOALUMINA 0.6% + NANOSÍLICE 0.6%	29/09/2023	13/10/2023	14 días	10	9248.9	29 kg/cm ²
NANOALUMINA 0.6% + NANOSÍLICE 0.6%	29/09/2023	13/10/2023	14 días	10	9493.6	30 kg/cm ²
NANOALUMINA 0.6% + NANOSÍLICE 0.6%	29/09/2023	13/10/2023	14 días	10	9422.2	30 kg/cm ²
NANOALUMINA 0.6% + NANOSÍLICE 0.9%	29/09/2023	13/10/2023	14 días	10	10003.5	32 kg/cm ²
NANOALUMINA 0.6% + NANOSÍLICE 0.9%	29/09/2023	13/10/2023	14 días	10	10115.6	32 kg/cm ²
NANOALUMINA 0.6% + NANOSÍLICE 0.9%	29/09/2023	13/10/2023	14 días	10	9768.9	31 kg/cm ²
NANOALUMINA 0.6% + NANOSÍLICE 1.6%	29/09/2023	13/10/2023	14 días	10	11074.2	35 kg/cm ²
NANOALUMINA 0.6% + NANOSÍLICE 1.6%	29/09/2023	13/10/2023	14 días	10	10962.0	35 kg/cm ²
NANOALUMINA 0.6% + NANOSÍLICE 1.6%	29/09/2023	13/10/2023	14 días	10	11135.3	35 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

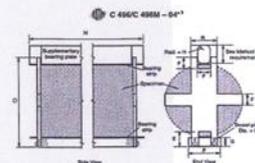
- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MTL GEOTECNIA.
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 César C. C. Carrillo INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO		Código	AE-FO-125
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECIMENES DE CONCRETO CILINDRICO		Versión	01
			Fecha	20-04-2018
			Página	1 de 1
TESIS : "Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ agregando nanosilice y nanoalúmina, Lima 2023" AUTORES : ALCARRAZ CÁCERES, Rubén y VILLALOBOS OLIVOS, Jonathan Tomas UBICACIÓN : Lima, Perú		REALIZADO POR :	Mirella Flores	
Tipo de muestra : Cilindros de Concreto de 10 x 20cm Fc de diseño : 210 kg/cm2		FECHA DE ENSAYO :	27/10/2023	

RESISTENCIA A LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C496

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO (CM)	CARGA (KG)	RESISTENCIA (KG/CM2)
PATRÓN	29/09/2023	27/10/2023	28 días	10	9197.9	29 kg/cm2
PATRÓN	29/09/2023	27/10/2023	28 días	10	9493.6	30 kg/cm2
PATRÓN	29/09/2023	27/10/2023	28 días	10	9452.8	30 kg/cm2
NANOALUMINA 0.6% + NANOSÍLICE 0.6%	29/09/2023	27/10/2023	28 días	10	9799.5	31 kg/cm2
NANOALUMINA 0.6% + NANOSÍLICE 0.6%	29/09/2023	27/10/2023	28 días	10	9932.1	32 kg/cm2
NANOALUMINA 0.6% + NANOSÍLICE 0.6%	29/09/2023	27/10/2023	28 días	10	10023.8	32 kg/cm2
NANOALUMINA 0.6% + NANOSÍLICE 0.9%	29/09/2023	27/10/2023	28 días	10	10747.8	34 kg/cm2
NANOALUMINA 0.6% + NANOSÍLICE 0.9%	29/09/2023	27/10/2023	28 días	10	10615.3	34 kg/cm2
NANOALUMINA 0.6% + NANOSÍLICE 0.9%	29/09/2023	27/10/2023	28 días	10	10747.8	34 kg/cm2
NANOALUMINA 0.6% + NANOSÍLICE 1.6%	29/09/2023	27/10/2023	28 días	10	11471.9	37 kg/cm2
NANOALUMINA 0.6% + NANOSÍLICE 1.6%	29/09/2023	27/10/2023	28 días	10	11798.2	38 kg/cm2
NANOALUMINA 0.6% + NANOSÍLICE 1.6%	29/09/2023	27/10/2023	28 días	10	11655.4	37 kg/cm2



OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MTL GEOTECNIA.
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 CARGO: CARGA QUALITY INGENIERO CIVIL CIP N° 293741	 CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DE PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN	Código	FOR-LAB-CO-016
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	21/20/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
NTC 4483

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
AUTORES	: ALCARRAZ CÁCERES, Rubén y VILLALOBOS OLIVOS, Jonathan Tomas
TESIS	: "Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ agregando nanosilice y nanoalúmina, Lima 2023"
UBICACIÓN	: Lima, Perú
	Fecha de emisión: 10/10/2023

Diseño : 210 (07 días)
Presión Aplicada : 0.5 Mpa
Tiempo : 4 días

Probetas	Longitud de la muestra (h)	Area transversal	Tiempo de ensayo	Porosidad	Profundidad de penetración máxima (D)	Coefficiente de permeabilidad (k)	Coefficiente de permeabilidad promedio
	(m)	(m ²)	(s)	(%)	(m)	(m/s)	(m/s)
PATRON	0.30	0.0176	345600	6.350	0.090	1.46E-09	1.46E-09
NANOALUMINA 0.6% + NANOSÍLICE 0.6%	0.30	0.0176	345600	5.140	0.075	8.21E-10	8.21E-10
NANOALUMINA 0.6% + NANOSÍLICE 0.9%	0.30	0.0176	345600	4.950	0.059	8.31E-08	8.31E-08
NANOALUMINA 0.6% + NANOSÍLICE 1.6%	0.30	0.0176	345600	4.210	0.040	3.25E-08	3.25E-08

k = coeficiente de permeabilidad en m/s
D = profundidad de penetración en m
T = tiempo de penetración en segundos
h = cabeza de presión en m
v = porosidad abierta al agua ASTM C - 642

$$K = \frac{D^2 \cdot v}{2 T h}$$

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 Clicia Cecilia Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DE PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN		Código	FOR-LAB-CO-015
			Revisión	1
			Aprobado	CC-MTL
			Fecha	21/20/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
NTC 4483

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
AUTORES	: ALCARRAZ CÁCERES, Rubén y VILLALOBOS OLIVOS, Jonathan Tomas
TESIS	: "Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto f'c = 210 kg/cm2 agregando nanosilice y nanoalúmina, Lima 2023"
UBICACIÓN	: Lima, Perú Fecha de emisión: 17/10/2023

Diseño : 210 (14 días)
Presión Aplicada : 0.5 Mpa
Tiempo : 4 días

Probetas	Longitud de la muestra (h)	Area transversal	Tiempo de ensayo	Porosidad	Profundidad de penetración máxima (D)	Coefficiente de permeabilidad (k)	Coefficiente de permeabilidad promedio
	(m)	(m ²)	(s)	(%)	(m)	(m/s)	(m/s)
PATRON	0.30	0.0178	345600	6.350	0.081	1.18E-09	1.18E-09
NANOALUMINA 0.6% + NANOSILICE 0.6%	0.30	0.0178	345600	5.140	0.069	6.95E-10	6.95E-10
NANOALUMINA 0.6% + NANOSILICE 0.9%	0.30	0.0178	345600	4.950	0.052	6.45E-08	6.45E-08
NANOALUMINA 0.6% + NANOSILICE 1.6%	0.30	0.0178	345600	4.210	0.034	2.35E-08	2.35E-08

k = coeficiente de permeabilidad en m/s
D = profundidad de penetración en m
T = tiempo de penetración en segundos
h = cabeza de presión en m
v = porosidad abierta al agua ASTM C - 642

$$K = \frac{D^2 \cdot v}{2 T h}$$

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  Ciudad Carolina Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299747 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
---	---	--

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DE PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN		Código	FOR-LAB-CQ-015
			Revisión	1
			Aprobado	CC-MTL
			Fecha	21/20/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
NTC 4483

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
AUTORES	: ALCARRAZ CÁCERES, Rubén y VILLALOBOS OLIVOS, Jonathan Tomas
TESIS	: "Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto f _c = 210 kg/cm ² agregando nanosilice y nanoalúmina, Lima 2023"
UBICACIÓN	: Lima, Perú
	Fecha de emisión: 31/10/2023

Diseño : 210 (28 días)
Presión Aplicada : 0,5 Mpa
Tiempo : 4 días

Probetas	Longitud de la muestra (h)	Area transversal	Tiempo de ensayo	Porosidad	Profundidad de penetración máxima (D)	Coefficiente de permeabilidad (k)	Coefficiente de permeabilidad promedio
	(m)	(m ²)	(s)	(%)	(m)	(m/s)	(m/s)
PATRON	0.30	0.0176	345600	6.350	0.072	9.34E-10	9.34E-10
NANOALUMINA 0.6% + NANOSILICE 0.6%	0.30	0.0176	345600	5.140	0.064	5.98E-10	5.98E-10
NANOALUMINA 0.6% + NANOSILICE 0.9%	0.30	0.0176	345600	4.950	0.047	5.27E-08	5.27E-08
NANOALUMINA 0.6% + NANOSILICE 1.6%	0.30	0.0176	345600	4.210	0.031	1.95E-08	1.95E-08

k = coeficiente de permeabilidad en m/s
D = profundidad de penetración en m
T = tiempo de penetración en segundos
h = cabeza de presión en m
v = porosidad abierta al agua ASTM C - 642

$$K = \frac{D^2 \cdot v}{2 T h}$$

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Calcinado de Materiales



(01) 6782806 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
 www.mtlgeotecniasac.com



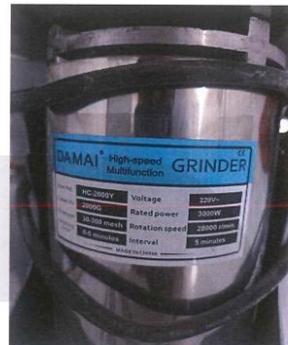
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE CALCINACIÓN
-------------------------------------	----------------------------

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS

REFERENCIA	-
AUTORES	: ALCARRAZ CÁCERES, Rubén y VILLALOBOS OLIVOS, Jonathan Tomas
TESIS	: "Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ agregando nanosilice y nanoalúmina, Lima 2023"
UBICACION	: Lima, Perú

Fecha de calcinación: 29/09/2023

MATERIAL: Microsilice
 CANTIDAD DE MATERIAL PULVERIZADO: 1.90 kilogramos
 POTENCIA DEL EQUIPO: 3000 W
 REVOLUCIONES / MINUTO: 28000
 TIEMPO: 1 minuto
 PRODUCTO OBTENIDO: Nanosilice (3nm - 150 nm)



OBSERVACIONES:

- * El ensayo fue realizado haciendo uso del equipo pulverizador "High-speed Multi-function Grinder"
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por: 	Revisado por:  Gisela García Guzmán INGENIERA CIVIL CIP N° 209741	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

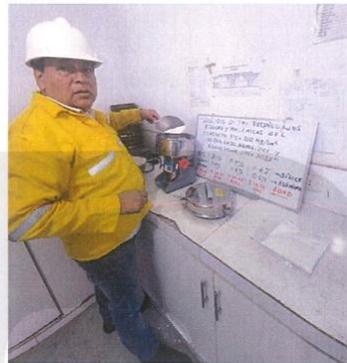
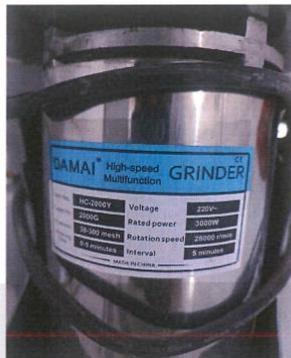
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE CALCINACIÓN
-------------------------------------	----------------------------

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS

REFERENCIA	:-
AUTORES	: ALCARRAZ CÁCERES, Rubén y VILLALOBOS OLIVOS, Jonathan Tomas
TESIS	: "Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ agregando nanosilice y nanoalúmina, Lima 2023"
UBICACION	: Lima, Perú

Fecha de calcinación: 29/09/2023

MATERIAL: Microalumina
CANTIDAD DE MATERIAL PULVERIZADO: 1.50 kilogramos
POTENCIA DEL EQUIPO: 3000 W
REVOLUCIONES / MINUTO: 28000
TIEMPO: 1 minuto
PRODUCTO OBTENIDO: Nanoalumina (7.5nm - 200 nm)



OBSERVACIONES:

- * El ensayo fue realizado haciendo uso del equipo pulverizador "High-speed Multi-function Grinder"
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
---	---	---

Anexo 14. Panel Fotográfico

Figura 1. Proceso de implementación de las probetas



Fuente: elaboración propia

Figura 2. Proceso de llenado de las probetas



Fuente: elaboración propia

Figura 3. Probetas y vigas de cada ensayo con dosificaciones



Fuente: elaboración propia

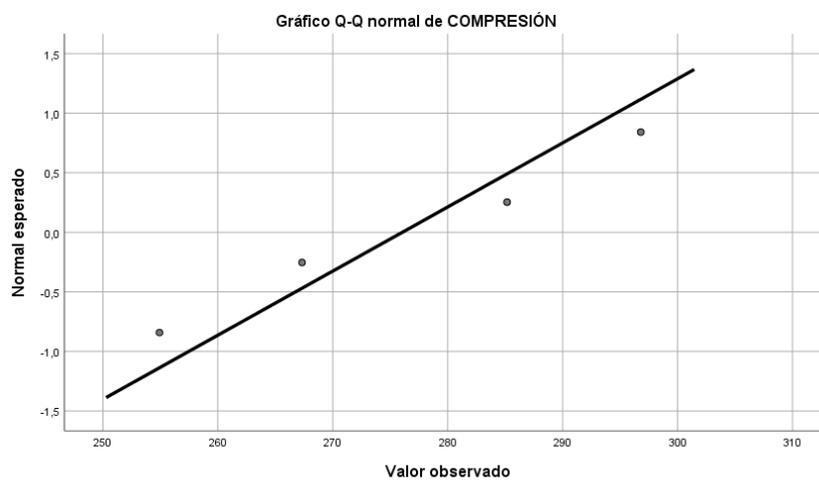
Anexo 15. Análisis estadístico de prueba de hipótesis con SPSS

Correlación a la Compresión, Flexión, Tracción y Porosidad

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
NS	,175	4	.	,995	4	,983
COMPRESIÓN	,188	4	.	,973	4	,859

a. Corrección de significación de Lilliefors



```

CORRELATIONS
/VARIABLES=NS COMPRESIÓN
/PRINT=TWOTAIL NOSIG
/MISSING=PAIRWISE.

```

Correlaciones

Correlaciones

		NS	COMPRESIÓN N
NS	Correlación de Pearson	1	,975 [*]
	Sig. (bilateral)		,025
	N	4	4
COMPRESIÓN	Correlación de Pearson	,975 [*]	1
	Sig. (bilateral)	,025	
	N	4	4

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
NS	,175	4	.	,995	4	,983
FLEXIÓN	,148	4	.	,996	4	,985

a. Corrección de significación de Lilliefors

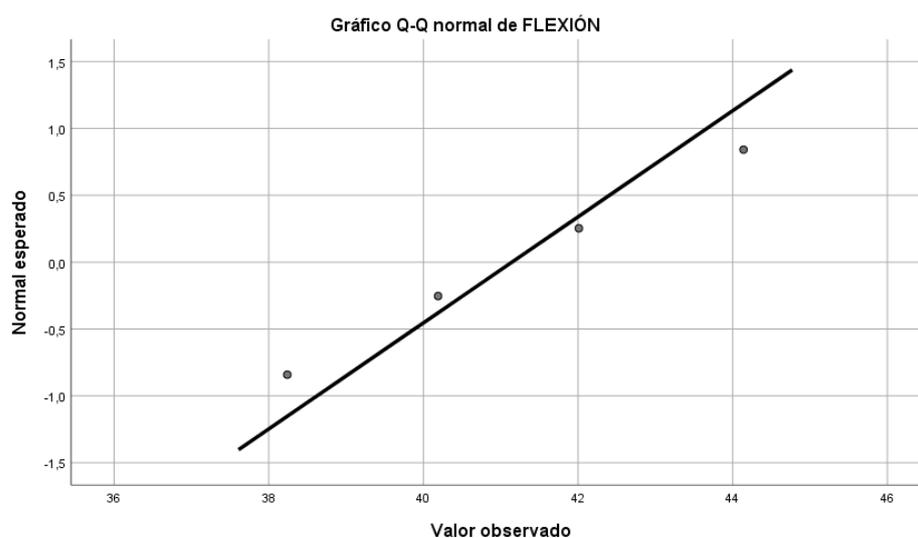


Gráfico Q-Q normal sin tendencia de FLEXIÓN

```

CORRELATIONS
/VARIABLES=NS FLEXIÓN
/PRINT=TWOTAIL NOSIG
/MISSING=PAIRWISE.

```

► Correlaciones

Correlaciones

		NS	FLEXIÓN
NS	Correlación de Pearson	1	,993**
	Sig. (bilateral)		,007
	N	4	4
FLEXIÓN	Correlación de Pearson	,993**	1
	Sig. (bilateral)	,007	
	N	4	4

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
NS	,175	4	.	,995	4	,983
TRACCION	,175	4	.	,983	4	,920

a. Corrección de significación de Lilliefors

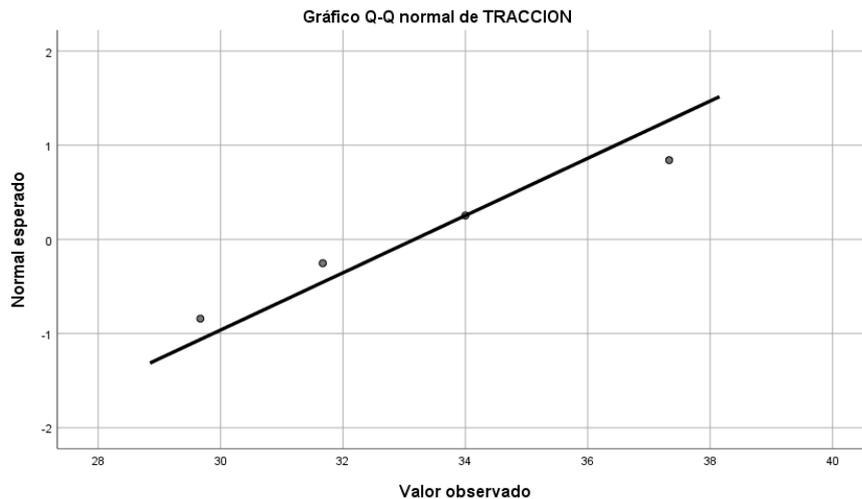


Gráfico Q-Q normal sin tendencia de TRACCION

Activa
Ve a Cor

```

CORRELATIONS
/VARIABLES=NS TRACCION
/PRINT=TWOTAIL NOSIG
/MISSING=PAIRWISE.

```

► Correlaciones

Correlaciones

		NS	TRACCION
NS	Correlación de Pearson	1	,991**
	Sig. (bilateral)		,009
	N	4	4
TRACCION	Correlación de Pearson	,991**	1
	Sig. (bilateral)	,009	
	N	4	4

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
NS	,175	4	.	,995	4	,983
POROSIDAD	,260	4	.	,955	4	,748

a. Corrección de significación de Lilliefors

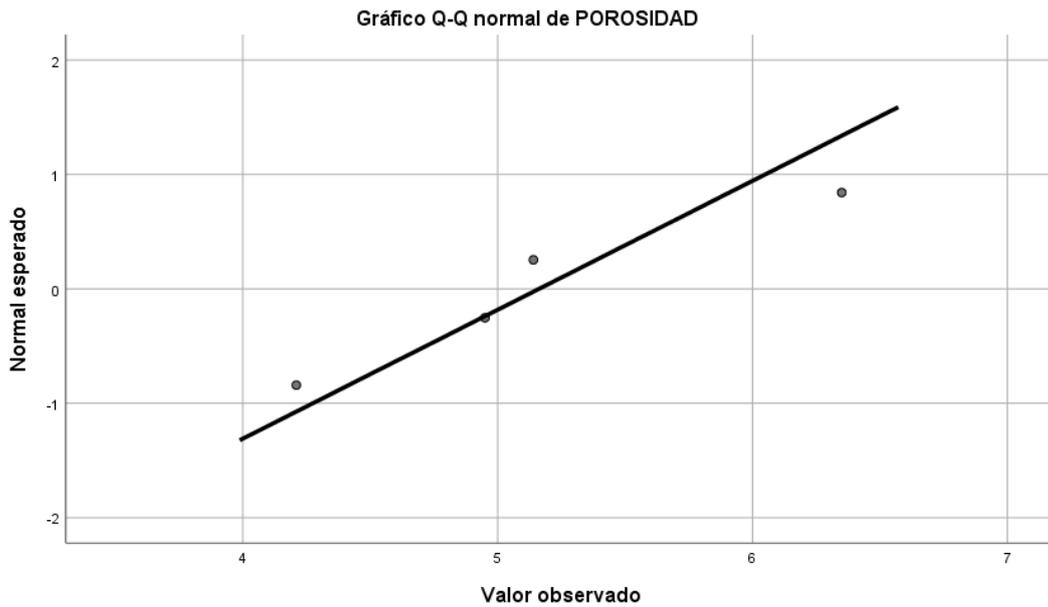


Gráfico Q-Q normal sin tendencia de POROSIDAD

Activar
Ver a Con:

```

CORRELATIONS
/VARIABLES=NS POROSIDAD
/PRINT=TWOTAIL NOSIG
/MISSING=PAIRWISE.

```

► Correlaciones

Correlaciones

		NS	POROSIDAD
NS	Correlación de Pearson	1	-.976*
	Sig. (bilateral)		,024
	N	4	4
POROSIDAD	Correlación de Pearson	-.976*	1
	Sig. (bilateral)	,024	
	N	4	4

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Anexo 16. Resultado de similitud

DPI CORREGIDO - ALCARRAZ Y VILLALOBOS

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	9%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	1%
5	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	1%
6	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	www.cip.org.pe Fuente de Internet	<1%

Página Principal - Mis cursos - C1-DESARROLLO_DEL_PROYECTO_DE_INVESTIGACION-(LIMA NORTE_ICIV_202302) - Tema 16 - Turnitin 16

C1 - DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACION - LIMA NORTE - INGENIERIA CIVIL - 202302

Mis envíos

Parte 1					
Título	Fecha de inicio	Fecha Esperada	Fecha de publicación	Puntos disponibles	
Turnitin 16 - Parte 1	17 oct 2023 - 17:37	30 dic 2023 - 17:37	30 dic 2023 - 23:37	100	
Refrescar Envíos					
Ver Recibo Digital	Título del Envío	Identificador del trabajo de Turnitin	Enviado	Similitud	Calificación
	DPI CORREGIDO - ALCARRAZ Y VILLALOBOS	2260491575	15/12/2023 23:38	18%	-- Entregar Trabajo



ESP ES 23:40 15/12/2023