



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**INCORPORACIÓN DE NANOSÍLICE PARA MEJORAR
LA DURABILIDAD DEL CONCRETO F'C 280 KG/CM2 EN
RESERVORIOS DE AGUA POTABLE EN LIMA
METROPOLITANA**

**PRESENTADO POR
VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ
ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO**

**ASESORES
JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARIA
ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO**

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

**LIMA – PERÚ
2024**



CC BY-NC-ND

Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



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

**INCORPORACIÓN DE NANOSÍLICE PARA MEJORAR LA
DURABILIDAD DEL CONCRETO F'C 280 KG/CM2 EN RESERVORIOS
DE AGUA POTABLE EN LIMA METROPOLITANA**

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

**PRESENTADO POR:
PONCE FERNANDEZ, VALERIA STEFANY
ROMERO HILARIO, ALEXANDER RAUL**

**ASESORES:
Mg. Ing. OBLITAS SANTA MARÍA, JUAN MANUEL
Mg. Ing. VILLAR GALLARDO, ERNESTO ANTONIO**

LIMA, PERÚ

2024

DEDICATORIA

A Dios, por inspirarme y darme la sabiduría para alcanzar uno de mis más grandes objetivos.

A mis queridos padres Yeny Fernández y Willy Ponce, por su amor, apoyo incondicional, por enseñarme a ser una persona perseverante y guiarme en cada etapa de mi vida.

A mi hermana Fátima por siempre estar a mi lado.

Valeria Stefany Ponce Fernández

DEDICATORIA

Esencialmente a mis padres Raúl y Esperanza, por su amor incondicional, de la cual obtuve una educación con valores y su apoyo inquebrantable durante toda mi etapa académica. A mi hermano Aldair por ser ese soporte en cada momento de mi vida. Para mi abuela Emilia y tía Lucila por brindarme su respaldo absoluto. Tengo la dicha de tener tres madres en mi vida. El camino no fue fácil y sin el impulso de todos ellos nada de esto hubiera sido posible.

Alexander Raúl Romero Hilario

AGRADECIMIENTO

Agradecemos en primer lugar a Dios, por guiarnos y permitirnos terminar esta tesis de manera satisfactoria, a nuestros padres por ser nuestro principal soporte, a nuestros asesores por su inestimable orientación y constante apoyo en el proceso de nuestra investigación para nuestro desarrollo en el ámbito profesional y personal.

Valeria Stefany Ponce Fernández

Alexander Raúl Romero Hilario

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	xv
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN	xix
 CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	
1.1. Antecedentes de la investigación	1
1.1.1. Antecedentes internacionales.....	1
1.1.2. Antecedentes Nacionales	4
1.2. Bases teóricas.....	9
1.2.1. Nanosílice.....	9
1.2.2. Durabilidad del Concreto	15
1.2.3. Concreto.....	16
1.2.4. Propiedades Mecánicas del concreto	37
1.2.5. Concreto Armado	40
1.2.6. Deterioro estructural	46
1.2.7. Ensayos de Laboratorio.....	50
1.2.8. Ensayos de los Agregados	50
1.2.9. Ensayos del concreto en estado fresco	55
1.2.10. Ensayos del concreto en estado endurecido.....	58

1.2.11. Ensayos del concreto en estado fresco.....	62
1.3. Definición de términos básicos.....	64

CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1. Formulación de la hipótesis.....	67
2.1.1. Hipótesis General.....	67
2.1.2. Hipótesis Especificas.....	67
2.2. Variables y definición operacional.....	69
2.2.1. Variable Independiente.....	69
2.2.2. Variable Dependiente.....	69
2.3. Impacto Potencial.....	71

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Diseño metodológico.....	77
3.1.1. Enfoque de la investigación.....	77
3.1.2. Tipo de investigación.....	77
3.1.3. Nivel de investigación.....	78
3.1.4. Diseño de la investigación.....	78
3.2. Diseño muestral.....	79
3.2.1. Población del estudio.....	79
3.2.2. Tamaño de la Muestra.....	79

3.3.	Técnicas de recolección de datos	81
3.4.	Análisis de datos	83
3.5.	Aspectos éticos	84
3.6.	Procedimientos.....	85

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1.	Criterio del Objetivo Especifico 1: Diseño de Mezcla	104
4.1.1.	Ensayo de Agregados	104
4.1.2.	Diseños de mezcla	110
4.2.	Criterio del Objetivo Especifico 2: Propiedades Físicas	111
4.2.1.	Ensayo de trabajabilidad	112
4.2.2.	Ensayo de temperatura	114
4.2.3.	Ensayo de contenido de aire	116
4.2.4.	Ensayo de peso unitario-especifico	117
4.2.5.	Ensayo de exudación	118
4.2.6.	Ensayo de tiempo de fraguado.....	119
4.2.7.	Ensayo de absorción de concreto endurecido.....	120
4.3.	Criterio del Objetivo Especifico 3: Propiedades Mecánicas.....	122
4.3.1.	Ensayo de resistencia a la compresión	122
4.3.2.	Ensayo de módulo de elasticidad en probetas de concreto.....	127

4.3.3. Ensayo de resistencia a la tracción diametral..... 133

4.3.4. Ensayo de resistencia al desgaste por abrasión..... 139

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

5.1. Contratación de Hipótesis..... 142

5.1.1. Hipótesis General..... 142

5.1.2. Hipótesis Específicas 142

5.2. Contratación de los Antecedentes 147

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

FUENTES DE INFORMACIÓN

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Características que presenta el concreto	9
Tabla 2. Características del (SiO ₂).....	11
Tabla 3. Propiedades físicas y composición química del nanosílice.....	13
Tabla 4. Propiedades del nanosílice	14
Tabla 5. Ventajas del Nanosílice	14
Tabla 6. Factores que perjudican al concreto	16
Tabla 7. Tipos de Cemento y su aplicación	19
Tabla 8. Capacidad de medida para un peso unitario	23
Tabla 9. Resistencia mecánicas del agregado grueso	28
Tabla 10. Coeficiente de expansión térmica	29
Tabla 11. Tamices usados para los agregados gruesos	31
Tabla 12. Tamaños que pasan por las mallas	33
Tabla 13. Medidas para AG.....	33
Tabla 14. Granulometría y tamiz por el que pasa	34
Tabla 15. Porcentajes de pasante de agregado fino.....	35
Tabla 16. Categoría por peso unitario.....	54
Tabla 17. Medidas para el asentamiento	56
Tabla 18. Edades de ensayos	58
Tabla 19. Inmersión y ebullición	60
Tabla 20. Matriz de operacionalización de variable independiente	68
Tabla 21. Matriz de operacionalización Variable Dependiente.....	70
Tabla 22. Antecedentes para la justificación de las dosificaciones planteadas	71
Tabla 23. Muestras de concreto con f'c 280 kg/cm ² en estado fresco.....	80
Tabla 24. Muestras de concreto con f'c 280 kg/cm ² en estado endurecido	80

Tabla 25. Instrumentos y su norma para aplicación	82
Tabla 26. Resultados granulométricos del agregado grueso	104
Tabla 27. Resultados granulométricos del agregado fino	105
Tabla 28. Resultado del porcentaje de humedad del agregado grueso	106
Tabla 29. Resultado del porcentaje de humedad del agregado fino.....	107
Tabla 30. Densidad específica y absorción del agregado grueso	107
Tabla 31. Densidad específica y absorción del agregado fino	107
Tabla 32. Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso	108
Tabla 33. Peso unitario suelto y compactado del agregado fino	109
Tabla 34. Resultados del diseño patrón $f'c$ 280 kg/cm ²	110
Tabla 35. Resultados del diseño patrón $f'c$ 280 kg/cm ² incorporando nanosílice al 0.7%, 0.9%, 1.1% y 1.3%	111
Tabla 36. Resultados del ensayo de trabajabilidad.....	112
Tabla 37. Resultados del ensayo de temperatura.....	114
Tabla 38. Resultados del ensayo de contenido de aire.....	116
Tabla 39. Resultados del ensayo de peso unitario.....	117
Tabla 40. Resultados del ensayo de exudación.....	118
Tabla 41. Resultados del ensayo de tiempo de fraguado	119
Tabla 42. Resultados del ensayo de absorción de concreto endurecido.....	120
Tabla 43. Resultados de la resistencia a la compresión a los 7 días	122
Tabla 44 Resultados de la resistencia a la compresión a los 14 días	124
Tabla 45. Resultados de la resistencia a la compresión a los 28 días.....	126
Tabla 46. Resultados de módulo de elasticidad en probetas de concreto a los 7 días.....	128
Tabla 47. Resultados del módulo de elasticidad en probetas de concreto a los 14 días	129
Tabla 48. Resultados del módulo de elasticidad en probetas de concreto a los 28 días	131

Tabla 49 Resultados de la resistencia a la tracción diametral a los 7 días	134
Tabla 50. Resultados de la resistencia a la tracción diametral a los 14 días	135
Tabla 51. Resultados de la resistencia a la tracción diametral a los 28 días	138
Tabla 52. Resultados de la resistencia al desgaste por abrasión a los 28 días	140
Tabla 53. Contrastación de Hipótesis 1	143
Tabla 54. Contrastación de Hipótesis 2	145
Tabla 55. Contrastación de Hipótesis 3	147
Tabla 56. Diseño de mezcla con incorporación de 1.3% de nanosílice (Tanda de 0.03 m3)	151
Tabla 57. Comparativa propiedades físicas del concreto $f'c$ 280 kg/cm ² y 1.3% Nanosílice	152
Tabla 58. Comparativa propiedades mecánicas del concreto $f'c$ 280 kg/cm ² y 1.3% Nanosílice	153

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Nanosilice en el hormigón obtenida del microscopio	10
Figura 2. Comparación entre el NS y cemento	12
Figura 3. Concreto.....	17
Figura 4. Agregados gruesos.....	21
Figura 5. Horno para desarrollar el ensayo.....	25
Figura 6. Fórmula para hallar la porosidad	27
Figura 7. Conductividad térmica a través del concreto	30
Figura 8. Granulometría de los agregados	32
Figura 9. Agua para mezcla	36
Figura 10. Prueba del Slump	38
Figura 11. Reservorio de agua potable.....	42
Figura 12. Reservorios Asentados.....	43
Figura 13. Reservorios elevados	44
Figura 14. Causas de falla y deterioro de estructuras de concreto	46
Figura 15. Deterioro estructural	47
Figura 16. Curva granulométrica.....	51
Figura 17. Horno de secado.....	53
Figura 18. Ensayo de peso unitario	54
Figura 19. Peso unitario y compactado del agregado grueso	55
Figura 20. Ensayo de asentamiento	56
Figura 21. Dispositivos de ensayo de temperatura.....	57
Figura 22. Ensayo de resistencia a la compresión	59
Figura 23. Diagrama de Ishikawa	76
Figura 24. Cuartear y seleccionar los agregados	86
Figura 25. Proceso para la obtención del contenido de humedad de los agregados.....	87
Figura 26. Proceso para la obtención de la granulometría del agregado	88

Figura 27. Proceso de los pesos unitarios sueltos y compactados de los agregados.....	89
Figura 28. Proceso para obtener la densidad y absorción de los agregados.....	90
Figura 29. Proceso de diseño de mezcla.....	91
Figura 30. Preparación de la mezcla	92
Figura 31. Prueba de trabajabilidad.....	93
Figura 32. Dispositivos de ensayo de temperatura.....	94
Figura 33. Ensayo de exudación.....	95
Figura 34. Ensayo de tiempo de fraguado	96
Figura 35. Elaborando las probetas.....	97
Figura 36. Curado probetas de cilíndricas y prismáticas	97
Figura 37. Esfuerzos por compresión	99
Figura 38. Ensayo de absorción en concreto endurecido.....	100
Figura 39. Esfuerzos por tracción	101
Figura 40. Resistencia al desgaste por abrasión	102
Figura 41 Proceso de desarrollo de la Investigación	103
Figura 42. Curva obtenida del análisis granulométrico del agregado grueso.....	105
Figura 43. Curva obtenida del análisis granulométrico del agregado fino.....	106
Figura 44. Resultados del ensayo de asentamiento	113
Figura 45. Resultados del ensayo de temperatura	115
Figura 46. Resultados del ensayo contenido de aire	116
Figura 47. Resultados del ensayo de peso unitario.....	117
Figura 48. Resultados del ensayo de exudación	118
Figura 49. Resultados del ensayo de tiempo de fraguado	119
Figura 50. Resultados del ensayo de absorción de concreto endurecido	121
Figura 51. Resultados de la resistencia a la compresión a los 7 días	123
Figura 52. Resultados de la resistencia a la compresión a los 14 días	125
Figura 53. Resultados de la resistencia a la compresión a los 28 días	127

Figura 54. Resultados de módulo de elasticidad en probetas de concreto a los 7 días.....	129
Figura 55. Resultados del módulo de elasticidad en probetas de concreto a los 14 días.....	131
Figura 56. Resultados del módulo de elasticidad en probetas de concreto a los 28 días.....	133
Figura 57. Resultados de la resistencia a la tracción diametral a los 7 días	135
Figura 58. Resultados de la resistencia a la tracción diametral a los 14 días	137
Figura 59. Resultados de la resistencia a la tracción diametral a los 28 días	139
Figura 60. Resultados de la resistencia al desgaste por abrasión a los 28 días	141

RESUMEN

El trabajo de investigación surgió debido a la necesidad que presentan actualmente los reservorios de agua potable en Lima Metropolitana, ya que dichas infraestructuras de almacenamiento con el transcurso del tiempo están presentando problemas de resistencia y deterioro estructural; esto debido a diversos factores como las condiciones ambientales y procesos constructivos. Por tal motivo, se plantea la incorporación de un material que mejore las propiedades del concreto.

En este estudio se determinó la influencia de la incorporación de nanosílice para mejorar la durabilidad del concreto F'C 280 kg/cm² en reservorios de agua potable en Lima Metropolitana.

El enfoque de la investigación fue cuantitativo y de tipo aplicativo. La muestra que se utilizó fue un diseño de concreto estándar y 4 diseños de concreto con nanosílice en porcentajes: 0.70%, 0.90%, 1.10% y 1.30%.

Los diseños que cuentan con incorporación de nanosílice presentan un aumento del 6% en el porcentaje de resistencia a compresión, mientras que en el porcentaje de desgaste abrasivo presenta una disminución del 72%.

Por último, se llevo a cabo el análisis comparativo de los diseño de mezcla con nanosílice respecto al diseño estándar, el cual concluyó que el diseño del concreto F'C 280 kg/cm² con la incorporación del 1.3% de nanosílice presenta un incremento mínimo en el porcentaje de resistencia a compresión y una disminución notoria en el porcentaje de absorción y desgaste abrasivo en relación con el diseño patrón.

Palabras clave: concreto F'C 280 kg/cm²; nanosílice; diseño; resistencia; porcentaje; absorción; desgaste abrasivo y reservorios de agua potable.

ABSTRACT

The study arose due to the current need for drinking water reservoirs in Metropolitan Lima, since these storage infrastructures are presenting problems of resistance and structural deterioration over time; This is due to various factors such as environmental conditions and construction processes. For this reason, the incorporation of a material that improves the physical and mechanical property of concrete is proposed.

In this study, the influence of the incorporation of nanosilica will be determined to improve the durability of concrete F'C 280 kg/cm² in drinking water reservoirs in Metropolitan Lima.

The research strategy was quantitative and application-oriented. The sample used was a standard concrete design and 4 concrete designs with nanosilica in percentages: 0.70%, 0.90%, 1.10% and 1.30%.

The designs that incorporate nanosilica present a 6% increase in the percentage of compressive resistance, while the percentage of abrasive wear presents a decrease of 72%.

Finally, the comparative analysis of the mixture designs with nanosilica was carried out with respect to the standard design, which concluded that the design of the concrete F'C 280 kg/cm² with the incorporation of 1.3% of nanosilica presents a minimal increase in the percentage of resistance to compression and a noticeable decrease in the percentage of absorption and abrasive wear in relation to the standard design.

Keywords: concrete F'C 280 kg/cm²; nanosilica; design; endurance; percentage; absorption; abrasive wear and drinking water reservoirs.

NOMBRE DEL TRABAJO

INCORPORACIÓN DE NANOSÍLICE
PARAMEJORAR LA DURABILIDAD
DEL CONCRETO F'C 280 KG_CM2 EN
RESERVORIOS D

AUTOR

VALERIA STEFANY PONCE FERNANDE
ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO

RECUENTO DE
PALABRAS

32876 Words

RECUENTO DE CARACTERES

177689 Characters

RECUENTO DE
PÁGINAS

291 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

26.1MB

FECHA DE ENTREGA

Sep 4, 2024 2:04 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Sep 4, 2024 2:07 PM GMT-5

● 10% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 7% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 8% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)



Biblioteca FIA

A handwritten signature in black ink, which appears to read 'Soledad Huamani Tineo'.

Soledad Huamani Tineo
Bibliotecóloga

INTRODUCCIÓN

En Lima Metropolitana, uno de los servicios básicos que más importancia tienen es el de suministro de agua potable, el cual es el más trascendental para asegurar que los habitantes tengan una vida plena. Mientras tanto, existen los reservorios de almacenamiento de agua que cumplen un principio básico en este proceso, asegurando la disponibilidad y distribución adecuada del recurso hídrico. Sin embargo, la durabilidad de estas estructuras de concreto reforzado se ve amenazada por diversos factores ambientales y operacionales, como la exposición a ciclos de humedad-sequedad, ataque de sulfatos, carbonatación, entre otros.

La incorporación del nanosilice en un concreto F'C 280 kg/cm² es de importante en la durabilidad del diseño para los reservorios de agua potable en Lima, el cual influye en aumentar los años de vida útil de los sistemas de almacenamiento como también en brindar el recurso hídrico en óptima calidad, para lo cual como consecuencia se disminuirá el índice de las distintas enfermedades producidas por el mal estado de estos sistemas de almacenamiento.

El concreto convencional, a pesar de su amplio uso en la construcción, presenta limitaciones en cuanto a su resistencia a la penetración de agentes agresivos, por lo que puede comprometer la vida útil de los reservorios de agua potable. En este contexto, la incorporación de nanomateriales como la nanosilice es presentada como una nueva y prometedora alternativa con la intención de optimizar las propiedades del concreto, por consiguiente, la durabilidad.

La investigación presenta un problema general, el cual se manifiesta en la siguiente pregunta ¿De qué manera influye la incorporación de Nanosilice para mejorar

la durabilidad del concreto F'C 280 kg/cm² en reservorios de agua potable en Lima Metropolitana?

Así mismo, se planteó como objetivo principal, determinar la influencia de la incorporación de Nanosílice en la durabilidad del concreto F'C 280 kg/cm² en reservorios de agua potable en Lima Metropolitana. Lo cual se desprenden tres objetivos específicos:

Determinar la influencia de la incorporación de Nanosílice en el diseño de mezcla para mejorar la durabilidad del concreto F'C 280 kg/cm² en reservorios de agua potable en Lima Metropolitana.

Determinar la influencia de la incorporación de Nanosílice en las propiedades físicas para mejorar la durabilidad del concreto F'C 280 kg/cm² en reservorios de agua potable en Lima Metropolitana.

Determinar la influencia de la incorporación de Nanosílice en las propiedades mecánicas para mejorar la durabilidad del concreto F'C 280 kg/cm² en reservorios de agua potable en Lima Metropolitana.

Como hipótesis general tenemos que la incorporación de Nanosílice permitirá mejorar la durabilidad del concreto F'C 280 kg/cm² en reservorios de agua potable en Lima Metropolitana.

La investigación, puede ser de gran alcance puesto que, al identificar el deterioro estructural del reservorio de agua, nos ayudará a identificar las condiciones en la que fue edificada y poder plantear un nuevo diseño, en la que intervendrá el concreto f'c 280 kg/cm² incorporado el nanosilice.

Asimismo, se busca contribuir a empresas prestadoras de servicio de saneamiento a través de esta investigación para que tomen las medidas necesarias y busquen alargar el tiempo de vida útil en la ejecución de futuros reservorios de agua y puedan aportar este diseño de concreto

Para realizar esta investigación, se cuenta con los recursos económicos y técnicos; además de contar con una amplia bibliografía y softwares que contribuirán en su desarrollo. Asimismo, se busca incorporar y precisar la mayoría de los datos necesarios con el fin de lograr el avance a la investigación. Está centrado en el estudio de evaluación experimental del concreto modificado con nanosílice, a incluir ensayos de resistencia a compresión (RC), permeabilidad, absorción, abrasión entre otros.

El documento presenta cinco capítulos los cuales tendrán la siguiente estructura:

El capítulo I, corresponde al marco teórico, en donde presenta los antecedentes de la investigación, donde se tiene antecedentes tanto del ámbito internacional como nacional, así también, ofrece las bases teóricas sobre la investigación, que incluye las normativas y parámetros para el desarrollo de la investigación, y para complementar, presenta definiciones de términos básicos.

El capítulo II, llamado Hipótesis y Variables, se da el planteamiento de la hipótesis tanto general como específicas, así como también las variables y definiciones operacionales que son referidas a las variables independientes y dependientes.

El capítulo III, llamado Metodología de la investigación, podemos encontrar el diseño metodológico, diseño muestral, técnicas para recolectar datos, técnicas estadísticas para procesar la información, además de aspectos éticos.

El capítulo IV, podemos encontrar los resultados de todos los cálculos en cada dimensión de la investigación, en donde se contrasta con los antecedentes.

En el capítulo V, manifestamos las discusiones de los resultados en donde se contrasta en base a las hipótesis planteadas; Para finalizar se tienen las fuentes de información y anexos.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes de la investigación

1.1.1. Antecedentes internacionales

Buettner et al. (2024). En su artículo denominado “Colloidal nanosilica promotes high-density calcium-silicate-hydrates in fine recycled concrete aggregate mortar” se tiene como objetivo demostrar la conexión entre las propiedades macroscópicas mejoradas del mortero de agregados reciclados de concreto (FRCA) con nanosílice y las características del gel de silicato de calcio hidratado (CSH). Se sintetizaron muestras de mortero FRCA con 4%, 8% y 12% en peso de nanosílice coloidal, y se empleó un enfoque interdisciplinario que abarcó desde la nanoescala hasta la macroescala. Los resultados reflejaron que la nanosílice coloidal promovió un aumento en la cantidad relativa combinada de CSH de alta y ultra alta densidad, atribuido a como reacciona con el hidróxido de calcio para producir CSH adicional. También disminuyó la porosidad del gel CSH al aumentar las cantidades relativas de estas fases más densas. Además, la nanosílice refinó significativamente la estructura de poros, reduciendo la porosidad total, el diámetro umbral de poros y la permeabilidad al agua, al densificar el gel CSH y rellenar poros. Se concluyó que al agregar el 12% en peso de nanosilice incremento la tenacidad a la fractura en un 3,9% al refinar la estructura de poros, modificando la composición química y densificó la pasta de cemento alrededor de los agregados reciclados.

Taekgeun et al. (2023). Presentó su artículo que lleva por nombre “Effect of high-volume substituted nanosilica on the hydration and mechanical properties of Ultra-High-Performance Concrete (UHPC)” asumió como propósito principal valorar las

consecuencias de reemplazar el humo de sílice por nanosílice (NS) de hasta un 50% en las propiedades del hormigón de ultra alto rendimiento (UHPC) y los compuestos reforzados con fibras (UHP-FRC). Se calcularon las densidades de empaquetamiento virtuales, se realizaron análisis termogravimétricos, calorimetría isotérmica y RMN para evaluar la hidratación, y pruebas de compresión, extracción de fibra única y tracción directa para evaluar las propiedades mecánicas. Los resultados mostraron que la NS exhibió mayor reactividad puzolánica que el humo de sílice, acelerando la hidratación inicial. Reemplazar hasta un 20% de humo de sílice por NS aumentó la distancia de cadena del gel C-S-H. La máxima resistencia a compresión del UHPC se consiguió reemplazando un 10% de humo de sílice por NS. La mejor resistencia de adherencia de la fibra se obtuvo con un 20% de reemplazo de NS. La mejor respuesta a tracción del UHP-FRC, mejorando resistencia, deformación y tenacidad, se logró con un 10% de NS. Sin embargo, más de un 20% de NS causó aglomeración y deterioró algunas propiedades. En conclusión, el reemplazo óptimo de humo de sílice por NS está entre 10-20% para maximizar las propiedades del UHPC y UHP-FRC, acelerando la hidratación temprana, mejorando la microestructura y la zona de transición interfacial fibra-matriz.

Alvansaz et al. (2022). En su artículo denominado “Estudio de la incorporación de nanosílice en concreto de alto desempeño (HPC)” se investiga el uso de nano sílice para mejorar las propiedades del concreto de alto desempeño. Analiza como la nano sílice influye en la resistencia, durabilidad y comportamiento mecánico del concreto, comparando diferentes proporciones de este material en la mezcla. Se llevaron a cabo experimentos mezclando diferentes proporciones de nano sílice al 0,75%, 1,50% y 3%

en base a la cantidad de cemento. Se realizaron pruebas de resistencia a la compresión, flexión y durabilidad, comparando los resultados con un concreto de referencia sin nanosilice. Los resultados obtenidos fueron un diseño optimo fue de 1.5% nanosilice, con respecto al desempeño físico tenemos que el asentamiento logro un 4 1/2" mejorando un 18% respecto al estándar, la temperatura fue de 28.2° con respecto al desempeño mecánico los resultados fueron a los 28 días de secado en el caso de la compresión logro un 66.32Mpa mejoro un 8%, con respecto a la tracción logro un 5.33Mpa mejoro un 4% y para el módulo de elasticidad se obtuvo 35310.52 mejoro un 11%, las mejoras mencionadas fueron respecto al concreto estándar.

Changjiang et al. (2021). Presentó su estudio que se denomina "Efecto de la nanosilice como aditivos reductores de materiales cementosos sobre la trabajabilidad, las propiedades mecánicas y la durabilidad del hormigón", en donde el objetivo es incorporar la nanosilice (NS) como nuevo refuerzo compuesto a base de cemento en materiales de construcción debido a su alta actividad de cenizas volcánicas. Se mostró como resultados que, mientras las condiciones de curado y edades sean las mismas, cuando la dosis de NS es de 2.5%, la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción de la probeta después de 28 días de curado son las más altas, alcanzando 40.87 y 3.8 MPa, que muestran un aumento de 6.6 y 15.15%. El rendimiento de contracción del hormigón aumenta con el aumento de la dosificación de NS. Además, cuando la dosis de NS es del 2,0%, la durabilidad del hormigón también ha mejorado considerablemente. La impermeabilidad del hormigón aumentó en un 18,7% y la resistencia a la permeabilidad de iones cloruro incrementó en un 14,7%. A través del análisis microscópico se encontró que el NS puede promover la reacción de

hidratación, generar más productos de hidratación como el hidrato de silicato de calcio (C-S-H). En conclusión, mejora la adhesión interfacial entre la matriz y el agregado, y formar una zona de transición interfacial más cercana, también la adición de NS también reduce el volumen de poros acumulado en el hormigón, refina el tamaño de los poros y hace que la estructura interna del hormigón sea más densa.

Ngo et al. (2020). En su tesis que lleva por nombre “Evaluación Experimental de los Efectos de la Nano Sílice en la Resistencia del Concreto de Alto Rendimiento en Edades Tempranas”. El estudio evaluó experimentalmente la influencia de NS en los ensayos de RC y la RF de HPC cuya resistencia nominal es de 70MPa. Se realizaron siete mezclas de HPC a una tasa NS de 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, 2,5% y 3% sobre el peso total del adhesivo. Cada mezcla proporciona seis muestras para que sean aplicadas a los ensayos detallados anteriormente. El total de muestras es de 336 muestras para cuatro edades de hormigón. Se llevó a cabo la confiabilidad de las pruebas por medio de sus resultados mostrando que en la etapa inicial de HPC, una relación NS del 1,5% muestra el valor óptimo para mejorar el rendimiento del hormigón. En conclusión, también ayuda a aplicar NS en HPC teniendo en cuenta la calidad y el control que se aplicó del sitio.

1.1.2. Antecedentes Nacionales

Pineda & Torres (2023). En su tesis denominada “Diseño de un concreto con microsilíce para disminuir el ataque de cloruros al concreto estructural en las viviendas del litoral del Callao”, tuvo como propósito elaborar un diseño de mezcla que reduzca los ataques de cloruros aplicando el micro silíce en las viviendas del Callao. Propusieron agregar los siguientes porcentajes de incorporación de microsilíce 0, 5 y

10, para lograr una mezcla para obtener un concreto por durabilidad, en el cual se logró obtener la reducción de penetración de iones de cloruros al concreto estructural ubicadas en las viviendas del litoral del Callao. En cuanto a los resultados, se alcanzó un diseño de mezcla al agregar 0% con un a/c de 0.40 tuvo una resistencia de 545 kg/cm², también se obtuvo al agregar el 5% teniendo una relación a/c = 0.40 una resistencia expresada en kg/cm² de 552 y al agregar el 10% se usó una relación de 0.40 una resistencia de 560 kg/cm², así mismo, al tener una relación de a/c de 0.45, se obtuvieron resistencia para el 0% de 495 kg/cm², así también para el 5% de 498 kg/cm² y al 10% de 503 kg/cm², mientras para la relación a/c de 0.50 al agregar tener 0% consiguió una resistencia de 395 kg/cm², para el 5% se obtuvo 397 kg/cm² y para un 10% se logró 400 kg/cm². Así mismo, se mostraron lo obtenido en la prueba de permeabilidad de los cloruros, que se mostraban de forma moderada para la adición del 5% y 10% para una la relación a/c de 0.50, del mismo modo para la relación de a/c de 0.55. Se finaliza, afirmando que al añadir microsilice mejora la resistencia con la finalidad de disminuir los cloruros en el concreto.

Gallardo & Bravo (2023). En su investigación denominada “Desempeño del concreto con nanosílice como sustituto parcial del cemento y lana de roca como sustituto parcial del agregado grueso”, los estudios que fueron realizados tuvieron por objetivo evaluar cómo se comporta tanto físico como mecánico del concreto con la añadidura de nanosilice (NS), siendo sustituto de forma parcial del cemento, al mismo tiempo, fue sustituido de forma parcial el agregado grueso con lana de roca (LR). Se utilizó una método de tipo aplicativa con ayuda de un diseño experimental y un nivel cuasiexperimental, donde se realizaron un total de quinientos cuarenta (540) muestras

las cuales fueron vigas y probetas, utilizando diferentes porcentajes (0.6%, 0.8%, 1.0% y 1.4%) de NS con respecto al peso y a su vez porcentajes de 2, 4, 6 y 8 por ciento, para sustituir de LR con respecto a su volumen, con el propósito de poder encontrar el mejor desempeño tanto físico como mecánico, así mismo, se evaluaron las propiedades de contenido de aire y asentamiento, y de su resistencia mecánica. Como resultados se mostraron durante la prueba de asentamiento un incremento significativo con la adición de NS de hasta 8", mientras, el contenido de aire al ser agregado el 0.8% se redujo en un 0.7%, por el contrario, aumentando al agregar el LR; del mismo modo, al agregar el 1.4% de NS se consiguió un incremento de la resistencia en un 37.19% para C1 y para el C2 un 30.53% en comparación al concreto patrón, también se mostró un aumento de 21.85% al usar el 1.4% de NS y el 6% de LR, se realizó el ensayo de tracción logrando con 1.4% de NS un incremento de 24.10% y un incremento de 16.57% al agregar 6% de LR, mientras tanto, la flexión logró incrementarse para el porcentaje de 1.4 de NS en un 18.84% y al añadir 1.4% de Ns + 8% de LR incrementó en un 26.88%, y para terminar se realizó también la prueba de módulo elástico donde con un 1.4% de NS se incrementó un 29.8% y una reducción de 13.03% con un 1.4 de NS y 8 de LR. Se llegó a la conclusión, que la adición ideal para mejorar la resistencia, es de 1.4% de NS y de LR un 6%.

Ayala & Ccallo (2022). En su investigación titulada "Propuesta de concreto $f'c=350$ kg/cm² con agregado de concreto reciclado (ACR) y aditivo de nanosílice para mejorar la resistencia mecánica para su aplicación en elementos estructurales de edificaciones de viviendas multifamiliares en Lima" en donde se investigó las consecuencias de agregar al concreto reciclado un tipo de aditivo en base de

nanosilice para tracción, resistencia a la compresión y asentamiento. Se ejecutó una investigación experimental con 2 tipos de aditivos basados en nanosilice con dos porcentajes de 1.0 y 1.5, con porcentajes que varían de 0 a 100 por ciento en concretos reciclados, se obtuvieron 6 mezclas de concreto, teniendo en cuenta un $f'c=350$ kg/cm², con el propósito de ensayarlos en sus dos estados (fresco y endurecido). Los aditivos con los que se realizaron la investigación son R2020 el que determinó que es posible incrementar la resistencia, del mismo modo, al usar el HP300 presentó un aumento en la tracción mostrando un mayor porcentaje con el uso de este aditivo en todas las edades de rotura. De la misma forma, al agregar el 1.5% del nanoaditivo reflejan valores de resistencia a la compresión con un óptimo nivel comparadas con el 1%. Del mismo modo, se logró analizar el aspecto técnico-económico del concreto patrón siendo comparadas con el concreto reciclado con nanoaditivos para tener en consideración y sea aplicado a edificaciones de viviendas multifamiliares. Se obtuvo como conclusión que presentan una mejoría en la resistencia y además es más económico.

Caballero et al. (2021). Presentó su tesis denominada “Optimización del concreto mediante la adición de nanosilice, empleando agregados de la cantera de Añashuayco de Arequipa”, el cual tuvo como propósito el estudio experimental donde se evaluó el concreto usando agregados sacados de la cantera Añashuayco ubicado en Perú, con la añadidura de Nanosilice, donde presenta nanopartículas microfinas de dióxido de sílice amorfo (SiO₂). El estudio se realizó por medio de un diseño experimental que logró evaluar como se comporta el concreto al ser ensayado a compresión con distintas dosis de Nanosilice. Se utilizaron de la cantera de

Añashuayco los agregados y se agregó Nanosílice en porcentajes variados para establecer como influye en la resistencia final del concreto (0.6%, 0.8%, 1.0% y 1.4%). En cuanto a los resultados, se consiguió una diferenciación en kg/cm² de 4.3 a 21, mostrando aumentos de ratios de 17.33%, 24.89%, 49.64% y 72.38% en comparación de la probeta estándar, del mismo modo, se alcanzaron resistencias para el 0.6% de 175 kg/cm², mientras para el 0.8% se encontró un f'c de 210 kg/Cm², mientras para el porcentaje de 1.0 se logró un f'c de 280 kg/cm² y para el 1.4% se consiguió una resistencia de 350 kg/cm², se lograron resultados de permeabilidad donde el concreto estándar tiene una penetración promedio de 25.30 mm, mientras el porcentaje de 1%, presenta una permeabilidad de 9.33 mm, manifestando que esta fue la que menor penetración encontrada a comparación de la otras 3. En conclusión, al agregar el Nanosilice incrementó la resistencia a la compresión, con aumentos significativos comparado con el concreto estándar. Así mismo, se percibió una reducción en cuanto al concreto permeable con Nanosilice, lo que indica una mayor compacidad y durabilidad del material.

Castañeda & Salguero (2020). En su investigación nombrada “Diseño y evaluación de concreto resistente a sulfatos mediante la adición de nanosílice para la construcción de canales en la costa norte: Caso Chavimochic Etapa 1”, se efectuó el diseño para poder evaluar la añadidura de nanosílice al concreto con la intención de buscar el aumento de sus propiedades cuando se encuentran en contacto con los agentes agresivos, tales como sulfatos. Durante el desarrollo de esta investigación se buscó apreciar los diversos beneficios de añadir nanosílice en los tres tipos de porcentajes (0.2, 0.225, 0.25). Los resultados que se obtuvieron presentaron que el

concreto añadido con nanosílice logró tener un contenido de aire menor, comparado con la mezcla patrón, así mismo, se presentó una resistencia a la compresión que incrementó en un 3.41%, mientras que su tracción presentó un aumento de 19.48%, todo ellos durante el periodo de curado de 28 días al agregar nanosílice, del mismo modo, se realizó el ensayo para determinar la exposición a sulfatos, mostrando una disminución considerable del 50% siendo esta menor en todas su aristas, siendo comparadas con los testigos de concreto simple. Se llegó a la conclusión, que el 0.25% de adición, tiene una mejor trabajabilidad con respecto a la relación a/c de 0.45.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Nanosílice

Para Barón & Mercado (2012) manifiestan que el nanosílice (NS), son nanopartículas de sílice; y se encuentra en una variación de 1 nm y 100 nm, las cuales son consideradas insolubles al agua y amorfas, con un área de entre 200 y 230 m²/g. Se encontraron las principales características de usar nanosilice en el concreto:

Tabla 1.

Características que presenta el concreto

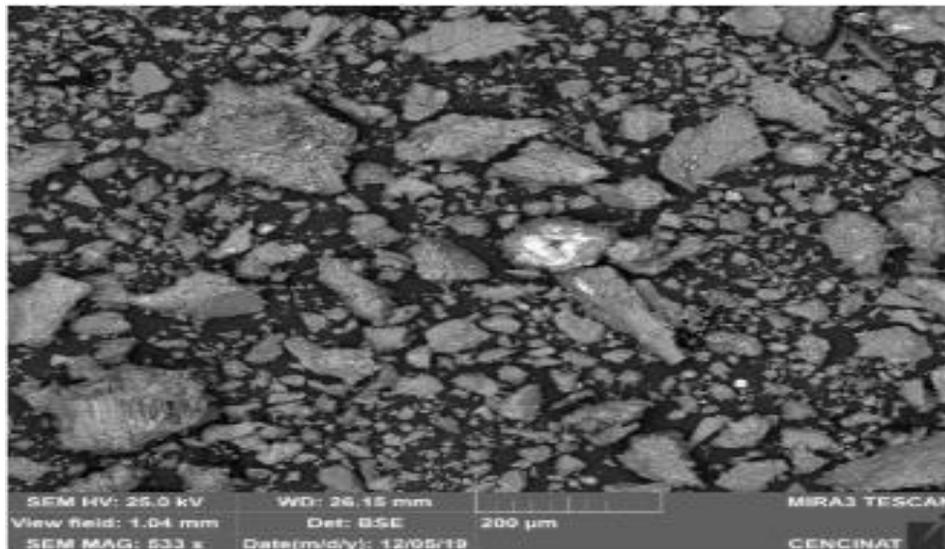
CARACTERÍSTICAS DEL NANOSILICE EN EL CONCRETO	
1	Incrementa la hidratación, lo que lo hace que tenga una menor manejabilidad
2	Disminuye la porosidad, generando estructuras más compactas
3	Reduce la permeabilidad
4	Disminuye problemas de trabajabilidad y la aparición de fisuras, gracias al aumento de agua y el uso de superplastificantes

Nota. Se muestran las principales características del uso de nanosilice en el concreto.

La nanosílice reacciona de una forma rápida con el hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) que se presenta para Zona de Transición Interfacial (ITZ) que produce diversos componentes mineralógicos semejantes al gel C-S-H. Logrando diferenciar el cemento convencional, el cemento que se origina de nanosilíceo presenta una menor cantidad de desperfectos cristalinos, facilitando la formación de nuevas cantidades de C-S-H. La incorporación de nanosilice conlleva un incremento en resistencia mecánica, una reducción en permeabilidad, baja porosidad de mortero y pasta de cemento. (Alcaraz, 2015)

Figura 1.

Nanosílice en el hormigón obtenida del microscopio



Nota. Incorporación del nanosilice en el hormigón, vista desde el microscopio. Fuente: (Alvansaz et al., 2022).

Tabla 2.*Características del (SiO₂)*

Parámetros	Especificaciones
Tamaño de Partícula	(20-30) nanómetro
Pureza	99.80%
Apariencia	Polvo blanco
Punto de fusión	1610-1728 °C
Punto de ebullición	2230 °C
Densidad	2533 kg/cm ³

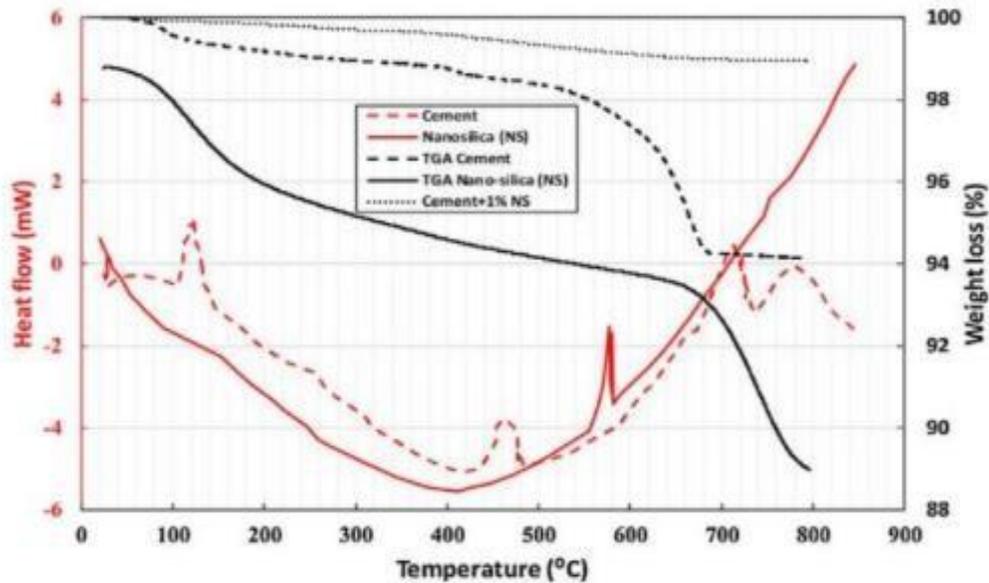
Nota. Se expresan las principales características encontradas desde su tamaño, hasta su densidad. Fuente: (Saleh et al., 2021).

1.2.1.1. Propiedades del nanosilice

Presenta tanto propiedades físicas como químicas, mostrando una clara mejoría en su uso para el concreto fresco, en muchas de ellas con resultados beneficiosos para el medio ambiente. (Jimenez, 2022)

Figura 2.

Comparación entre el NS y cemento



Nota. La figura muestra una gráfica de diferencia entre temperatura y weight (%).

Fuente: Mohammed et al. (2020)

a) Propiedades físicas

- Dimensión de la partícula

Formadas por reacciones físicas y químicas en el concreto, presentan una superficie de entre 3nm y 150 nm, son realizadas en laboratorio, mediante microscopio.

(Caballero et al., 2021)

Tabla 3.*Propiedades físicas y composición química del nanosilíce*

Propiedades físicas del nanosilíce		
Elemento	Cemento Estándar	Nanosilíce
Tamaño promedio de la partícula	13 μm	40nm (promedio)
SSA, m^2/g	0.38	50
Composición química en porcentaje		
SiO_2	22	99.9

Nota. Resumen de las propiedades físicas del nanosilíce y su composición química.

Fuente: Elaborado por los autores.

- Área detallada

Refiere a la superficie máxima, que es obtenida de la masa del material en estudio, logrando reacciones químicas de potasio, sodio y iones, logrando así la plasticidad de la mezcla sin aplicar un super plastificante. (Caballero et al., 2021)

- Densidad

La densidad queda referida como el valor más próximo a 1.030 kg/m^3 , la densidad del nanosilíce es cuatro veces más elevada que la normal, como consecuencia llega a poco volumen en su almacenamiento y desplazamiento.(Caballero et al., 2021)

b) Propiedades químicas

- Amorfa

No presenta una forma exacta. (Caballero et al., 2021)

- El dióxido de silicio

Compuesto por dióxido de silicio presentando reacciones puzolánicas, sin forma. (Caballero et al., 2021)

Tabla 4.

Propiedades del nanosilice

Características del nanosilice				
Tipo	Densidad (g/ml)	Dimensión	Superficie específica (m ² /g)	Estado
Nanosilice	1.15	3 a 150	20 a 1000	Líquido

Fuente: Adaptada de (Muñoz et al., 2021)

1.2.1.2. Ventajas del nanosilice

Se mencionan las siguientes ventajas del uso de nanosilice (et al., 2022)

Tabla 5.

Ventajas del Nanosilice

Nanosilice - Ventajas
Presenta acrecentamiento de la resistencia a las edades finales
Poca permeabilidad
Presenta un gran dominio de la segregación, equilibrio, resultando muy cohesivo y soportando ataque de sulfatos
Presenta un aumento de flexión y tracción

Mejora la durabilidad de concreto.
Mayor resistencia al agua
Ayuda en el proceso de hidratación

Fuente: Tabla adaptada de (et al., 2022)

1.2.2. Durabilidad del Concreto

Según American Concrete Institute [ACI] 201 (2016) está definida por su solvencia para contrarrestar los efectos del intemperismo, la acción química, la abrasión y los diferentes fases o contextos que puedan servir como causa del deterioro que pudiera sufrir el concreto. Definirlo así sugiere que la durabilidad no es un conocimiento absoluto determinado únicamente por el diseño de la mezcla, sino más bien que depende del entorno al que se expone y las circunstancias operativas a las que se someta. Históricamente, la durabilidad del concreto se ha asociado con sus propiedades de resistencia, particularmente la resistencia a la compresión. Sin embargo, las prácticas formadas desde la experiencia y la investigación en este ámbito mostraron que la resistencia, es solo uno de los componentes involucrados y no es suficiente por sí sola en el concreto para certificar su durabilidad.

El desafío de garantizar en el concreto su durabilidad son altamente complicado, ya que cada situación de exhibición y condiciones de servicio requieren especificaciones particulares tanto para los materiales empleados como para el correcto diseño que se emplea para la mezcla, así como los aditivos, como también la técnica de elaboración y el procedimiento de construcción. Por ende, las generalizaciones suelen ser contraproducentes en este ámbito. (Gómez, 2022)

Se tienen factores que logran influenciar en la durabilidad del concreto, los cuales no favorecen, al contrario, producen el deterioro de este:

Tabla 6.

Factores que perjudican al concreto

Factores que hacen que el concreto sea menos duradero
Abrasión
Agentes agresivos químicamente
La corrosión en el concreto producto de los metales
Las diversas reacciones químicas de los agregados

Fuente: Gómez (2022)

1.2.3. Concreto

El concreto, al mismo tiempo conocido como hormigón, se le llama así a la mezcla compuesta por cemento Portland, agregado fino (AF) y agregado grueso (AG), aire y agua. Esta combinación resulta la unión tanto física como química entre los materiales mencionados anteriormente, según está manifestada en la NTP 339.047, Después de aglutinarse, el concreto adquiere una consistencia rígida. (Sánchez, 2001)

Para el el concreto puede clasificarse en un material de alta resistencia, usado en su mayoría para construcciones, siendo considerada para un diseño de 70 MPa, este es uno de los principales concretos que existen, debido a su gran y mayoritario uso, la norma específica que no es el único, pero si uno de los más importantes.

Figura 3.

Concreto



Fuente: Elaborado por los autores

Así mismo, Alor & Alfaro (2020) manifiesta que el concreto hidráulico comúnmente utilizado se origina partiendo de un diseño que es empleado para la muestra. En primer lugar, es obligatorio llevar a cabo un ensayo de materiales logrando mediante la observación el análisis de resultados, por intermedio de pruebas normalizadas. A nivel mundial, se reconoce al concreto como el material preponderante en el rubro constructor, debido a que la mezcla presenta la propiedad de la trabajabilidad, siendo esta aprovechada al máximo por ingenieros en los diversos proyectos.

El concreto, es el material resultante, debido a su fragilidad, muestra una resistencia a tracción relativamente disminuida comparada con su resistencia a compresión. Esta última es influenciada por elementos como su relación agua-cemento, así como las propiedades y es importante contar con las proporciones de los materiales adecuados, los métodos de curado y la habilidad del personal, entre otros aspectos. Una ventaja significativa del concreto radica en su capacidad para adaptarse a diversas formas durante su producción, dependiendo del molde utilizado.(Montoya, 2017)

Cemento, según la Norma Técnica Peruana [NTP] (2005) está enfatizada como un cemento hidráulico, que surge por medio de Clinker pulverizado, estando compuesto primariamente por silicatos de calcio hidráulicos, caliza y yeso. El material, cumple función de un conglomerante, que reacciona de forma química por medio del agua, para que proceda a endurecerse. Los principales componentes que presenta el cemento hidráulico son el hierro, la alúmina y los silicatos, las cuales provienen de materias primas usadas en su producción.

De esta forma, también se sabe que hasta la fecha es uno de los componentes más indispensables con el cual se elabora el concreto. Por medio de su interacción química que forma con los otros agregados, que originan una mezcla de forma viscosa, siendo moldeable y plástica. Después que se pasa el tiempo de curado, se genera el endurecimiento, el concreto obtiene las propiedades de durabilidad y resistencia, convirtiéndose así en un material de construcción fundamental en diversas aplicaciones. (Gomez & Villavincencio, 2020)

Tabla 7.*Tipos de Cemento y su aplicación*

TIPOS DE CEMENTO	
TIPO I	Su uso se resume para uso general
TIPO II	Presenta resistencia a los sulfatos de forma moderada
TIPO III	Es usado para cuando al inicio se requiera una resistencia muy alta.
TIPO IV	Su uso es para bajo calor de hidratación
TIPO V	Elevado aguante a los sulfatos

Nota. Se mostraron los tipos de cemento y la aplicación que tiene cada uno de ellos.

Fuente: (McCORMAC & Brown, 2011)

El silicato tricálcico: Granados et al. (2022) expresa que el silicato tricálcico está representado por la fórmula química $3CaO \cdot Al_2O_3$. Este compuesto se distingue por su hidratación rápida, lo cual acelera el proceso de endurecimiento del cemento. Sin embargo, esta rápida hidratación también puede provocar un aumento significativo cuando se libera calor al momento de realizar el proceso de hidratación, lo que se conoce como alto calor de hidratación.

El silicato bicalcico: es un componente obtenido del cemento, que se presenta debido a la fórmula química $2CaO * SiO_2$, su principal característica es su velocidad lenta de hidratación y su minúsculo calor presentado en la hidrata. (Restrepo et al., 2006)

El aluminato tricálcico: a lo largo del proceso que tiene la reacción química el compuesto está presente mediante la fórmula $3CaO \cdot Al_2O_3$, luego de los álcalis, este es el que presenta una reacción de forma violenta durante la hidratación, precisando que de esta forma que el compuesto puede desarrollar un elevado calor durante la hidratación, ayudando al óptimo desarrollo para lograr un concreto mucho más resistente. (Duda, 2021)

El ferro aluminato tetracalcico: es el compuesto constituido por la fórmula química $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$ contribuye con baja resistencia cuando se hidrata. (Serna, 2018)

Agregado grueso: Es definido según los parámetros que se establecieron en la NTP 400.037. Según la ASTM (2002), está formado por grava triturada, grava, concreto de cemento hidráulico, escoria de alto horno que se enfría por medio del aire, piedra triturada, o una serie de combinaciones que se dan entre ellos, teniendo en cuenta que deben realizar los requisitos mínimos definidos en la normativa correspondiente. Así mismo, se puede asegurar que los agregados pueden ocupar entre 60 – 75 por ciento del volumen que conforman al hormigón estructural.

Es crucial que los agregados en el concreto reaccionen de forma óptima para así proporcionar resistencia y durabilidad al material. Por lo tanto, es de gran valor que las impurezas no existan en los agregados, debido a que, si ocurre lo contrario, se puede afectar negativamente las propiedades mecánicas del concreto. (Abril-Gil & Ramos-Sanchez, 2017)

Figura 4.*Agregados gruesos*

Fuente. Elaborado por los autores.

Propiedades físicas del agregado grueso

Son tomadas con suma importancia debido a que estas propiedades, presentan un grado de escala muy relevante para fijar la dosificación en la mezcla de concreto, sin estas no es posible realizar un correcto diseño, es más, sin determinar estas propiedades, el concreto afecta mucho su durabilidad. (Norma Técnica Peruana [NTP] 400.021, 2013).

Se debe enfatizar que es presentada para los agregados gruesos, en donde se puede conseguir el peso específico de agregados, al multiplicar el peso de muestra

por el volumen que puede contener, sin considerar los espacios vacíos. Este parámetro es crucial para calcular cuánto de agregado grueso es necesario de utilizar durante la mezcla.(Chumpitaz, 2019)

Peso unitario: para obtener el peso unitario de un agregado, se divide masa de agregado entre su volumen , tomando en cuenta los vacíos presentes de las partículas. La NTP 400.017 (1999) establece los procedimientos que deben seguirse con la finalidad de concretar la medida de forma precisa y estandarizada. Este peso unitario es importante para comprender la densidad relativa del agregado y su comportamiento con respecto a su mezcla.

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

$$M = (G - T) \times F$$

Dónde:

M = Es el peso unitario del agregado grueso kg/m^3

G = Peso de depósito de medida sumado el agregado en kilogramos

T = Peso de depósito, esta debe medirse en kilogramos

V = Volumen (m^3)

F = Factor (m^{-3})

Tabla 8.*Capacidad de medida para un peso unitario*

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO		CAPACIDAD DE MEDIDA	
mm	Pulgadas	L (m3)	P ³
12,5	½	2,8 (0.0028)	1-Oct
25,0	1	9,3 (0.0093)	1-Mar
37,5	1 ½	14,0 (0.014)	½
75,0	3	28,0 (0.028)	1
112,0	4 ½	70,0 (0.070)	2 ½
150,0	6	100,0 (0.100)	3 ½

Nota. Capacidad máxima. Fuente: Norma Técnica Peruana [NTP] 400.017 (1999)

Porcentaje de vacíos: Es definido como la separación que existe entre las partículas del agregado que están separadas. Se logran instituir instrucciones que deben seguirse para calcular este porcentaje, empleando la siguiente fórmula. (Norma Técnica Peruana [NTP] 400.017, 1999)

$$\% \text{ de vacíos} = \frac{100 [(S \times W) - M]}{(S \times W)}$$

Donde:

M = Peso Unitario que presenta el agregado en kg/m

S = Peso específico de masa que se determina bajo N.T.P. 400.022

W= Densidad de agua (998 kg/m³)

Humedad: que presenta el agregado es una de las características con más influencia al momento de producir el concreto. Esto se debe a que el agregado puede incorporar agua a la composición, presentando retención en los poros y almacenando agua en el interior de sus partículas. La norma NTP 400.021 (2013) refleja los procedimientos específicos con el objetivo de poder establecerlo. Para el diseño esta medida es esencial para así determinar de forma precisa la mezcla, viéndose afectado de forma directa en el comportamiento.

Finalmente, para determinar el contenido de humedad es importante tener en cuenta a ASTM C70, ASTM 127, 128 y 566, Se realiza mediante fórmula

$$\%CH = \frac{(P_o - P_s)}{P_s} * 100$$

Se presenta:

%Ch = Porcentaje de contenido de humedad

Po = Peso natural que representa al agregado

Ps = Peso en seco de la muestra

Figura 5.

Horno para desarrollar el ensayo



Fuente: Elaborado por los autores

Absorción: Se expresa como la capacidad del concreto para reducción de agua utilizada para la mezcla. La absorción, se debe a la capilaridad presente en los vacíos de los agregados. La norma NTP 400.021 (2013), así como también el ASTM C127 establece los ordenamientos para ser usados en agregados y así poder hallar la absorción de estos. Este parámetro es decisivo si se quiere realizar un diseño adecuado de la mezcla, ya que influye en la cantidad de agua requerida para alcanzar la trabajabilidad deseada y las propiedades finales del concreto endurecido. (Espinoza, 2018),

Para realizar la prueba, es obligatorio tener conocimiento sobre el peso de los agregados en seco, el volumen desalojador. Además del peso del agregado en condiciones de saturación superficial seca y su peso cuando está sumergido.

Para calcular la absorción, es necesario tener en cuenta la siguiente fórmula.

$$\text{Absorción \%} = \left[\frac{B - A}{A} \right] * 100$$

Superficie específica: Presente en los agregados está directamente relacionada en cuanto a cantidad de cemento necesaria para cubrir su superficie de agregados. Cuanto mayor sea la superficie específica de los agregados, más cemento se requerirá para recubrir todas las partículas de agregado. Esto tiene implicaciones importantes para la proporción de mezcla en el concreto, debido que afecta la relación a / c y, por ende, el rendimiento y las características del concreto resultante. Una mayor superficie específica puede mejorar la manejabilidad de la mezcla. (Burga, 2022)

Propiedades mecánicas del agregado grueso

Porosidad: Es una propiedad perteneciente al agregado grueso, favorece a la resistencia mecánica, así como también a las propiedades de abrasión, estabilidad química y también la permeabilidad de las partículas, resistencia a la abrasión, entre otros. Se presenta como una propiedad de los agregados con un grado de importancia muy elevado. Se tiene en cuenta que existe una parte que puede quedar expuesta a ataques químicos, siempre y cuando se tenga un elevado porcentaje de poros. Se puede controlar la velocidad de absorción y su magnitud (García-Moreta et al., 2023)

La porosidad es un factor crucial que afecta al aguante, resistencia y longevidad del concreto. Mientras que este se vuelve más poroso, su resistencia mecánica disminuye y se vuelve más susceptible a daños por la exposición al medio ambiente. Este factor se vuelve influyente en diversas propiedades del concreto. (Solis & Moreno, 2006)

Figura 6.

Fórmula para hallar la porosidad

$$P = \frac{\frac{a}{c} - 0,36h + \frac{A}{c}}{0,317 + \frac{1}{\rho_f} \frac{A_f}{c} + \frac{1}{\rho_g} \frac{A_g}{c} + \frac{A}{c}} \quad (1)$$

Nota. Es usada para hallar la porosidad del concreto. Fuente: (Solis & Moreno, 2006)

Resistencia: Es la máxima carga lograda para tolerar una partícula de agregado. Esta resistencia está influenciada principalmente por la estructura que presentan las partículas del agregado y también por su textura. Por medio de los ensayos que se realizaron, se puede llegar a observar si el agregado presenta un aguante mucho más elevado de la que se muestra en el concreto. Puede darse por diferentes factores, como son la calidad y la disposición de partículas del agregado, cantidad y calidad, la técnica y vertido de concreto. (Pacheco, 2016)

Tabla 9.*Resistencia mecánicas del agregado grueso*

Metodologías alternas	No mayor que
Abrasión (Ángeles)	50%
Cantidad del impacto del agregado	30%

Nota. Se debe tener en cuenta la normativa que especifica la resistencia mecánica.

Fuente: Norma Técnica Peruana [NTP] 400.037 (2014)

Adherencia: con el propósito de generar una mayor adhesión entre las partículas, es necesario que deba poseer una textura áspera, así mismo, se tiene una mejor adherencia con respecto al área de la superficie del agregado. Así misma, adherencia es interactuar físicamente entre la masa que tiene el concreto y las barras de acero, que están embebidas en su interior, ocurre en la interfaz donde estos dos materiales se encuentran. Esta interacción facilita el traspaso y la continuidad que se dan entre cuerpos que se encuentran contactados a través de sus esfuerzos y fuerzas, lo que garantiza una colaboración efectiva en su funcionamiento conjunto. (Dominguez, 2023)

Dureza: La dureza se relaciona a la cualidad del concreto en resistir la abrasión, el daño y la erosión que tienen los agregados. Se puede medir para saber que tan resistente es un material a ser desgastado por fuerzas externas, como el roce, la fricción o el impacto. Con la finalidad de hallar y evaluar al agregado con respecto a su dureza, se somete a un proceso de desgaste por abrasión. Este proceso brinda testimonio importante acerca de la capacidad del material agregado para resistir la

abrasión y capacidad para mantener su integridad estructural bajo condiciones de uso adversas. (Montoya, 2017).

Se dice que un concreto es duro, debido a la dureza de sus agregados, es por ello, que se debe tener en consideración siempre la dureza para que sea útil a la hora de construir.

Densidad: Es dependiente de la porosidad de material, sin embargo, cuando no tiene una buena densidad puede generar porosidad, baja resistencia y una elevada absorción. (Castán et al., 2022)

Propiedades térmicas del agregado grueso

Coefficiente de expansión térmica: De acuerdo al descenso en la temperatura es normal que el concreto tenga como consecuencia la contracción, de forma que se desarrolle esfuerzos de tensión, trayendo como consecuencia las fisuras. (Alegría et al., 2011)

Tabla 10.

Coefficiente de expansión térmica

Tipo de Agregado	Coefficiente de expansión térmica del concreto
Cuarzo	11,9 (6,6)
Piedra arenisca	11.7 (6.5)
Grava	10.8 (6.0)

Granito	9.5 (5.3)
Basalto	8.6 (4.8)
Caliza	6.8 (3.8)

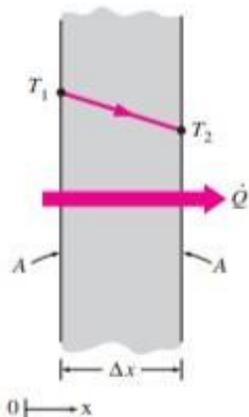
Nota. Se presenta la medida en que el agregado cambia de tamaño con la temperatura.

Conductividad térmica: la propiedad presentada es de suma importancia para los agregados, como lo es calor específico y la porosidad.

La conducción implica que las partículas transfieran con mayor energía a las que tienen menos energía, mediante una interacción entre ellas. En líquidos y gases, esto ocurre a través de colisiones y difusiones moleculares, sin embargo, se pueden producir en sólidos, pueden producirse cuando las moléculas vibran y originan que la energía se transporte por medio de los electores libres.

Figura 7.

Conductividad térmica a través del concreto



Nota. Es realizada por medio de transferencia de carga y masa. Fuente: Egoavil, (2018)

Calor específico: Durante el desarrollo de esta propiedad se tiene que tener en cuenta el control de la temperatura, se deberá tener en cuenta el uso de Norma Técnica Peruana (NTP) 400.037. Sin ninguna excepción cada agregado deberá ser cumplida con cada una de las normas señaladas, con la finalidad de que el concreto tenga una composición adecuada para su producción. (Chumpitaz, 2019)

Granulometría: Para el agregado grueso se compone esencialmente por grava triturada, usando los diferentes tamices como, 3", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", y N°4 los cuales serán usados para obtener la curva granulométrica, tamaño máximo nominal y densidad máxima.(Perez, 2017)

Tabla 11.

Tamices usados para los agregados gruesos

	TAMIZ	Medidas
AGREGADO GRUESO	1"	25.4
	3/4"	19.5
	1/2"	12.7
	3/8"	9.52
	N°4	4.75

Nota. Se presentan los tamices mediante norma que son mayormente usados para los agregados gruesos. Fuente: Pacheco & Ticlo, (2020)

Figura 8.

Granulometría de los agregados



Fuente: Elaborado por los autores

Tamaño Máximo: este procede del análisis que se realiza de la granulometría y es aquel que es de menor tamiz permitiendo el paso del material total. (Taico, 2020)

Tamaño Máximo Nominal (TMN): Con el propósito de encontrar el TMN se verifica que en primer lugar se obtenga un valor correspondiente al 15% o más, este obtiene en el apartado de porcentaje que se acumula. (Taico, 2020)

Tabla 12.*Tamaños que pasan por las mallas*

HUSO	TMN	Porcentaje que pasa por las diferentes mallas del agregado					
		1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4
7	1/2" a N°4	-	-	100	90-100	40-70	0-15
67	3/4" a N°4	-	100	90-100		20-55	0-10
57	1" a N°4	100	95-100		25-60		0-10
56	1" a 3/8"	100	90-100	40-85	Oct-40	0-15	0-5

Nota. Porcentaje que pasa por cada malla según HUSO. Fuente: Norma Técnica Peruana [NTP] 400.037, (2014)

Contenido de humedad: Se basa en N.T.P. 400.010, teniendo en cuenta que es de suma importancia debido a su contribución con el aumento del agua durante la realización de mezclas de concreto, teniendo en cuenta que el grado de humedad tiene

Tabla 13.*Medidas para AG*

Tamaño agregado	Masa de la muestra de campo, min. kg ^B (lbs)	Muestra de campo Volume, min L (Gal)
Agregado grueso		
9,5 mm [3/8 in.]	10 [22]	8 [2]
12,5 mm [1/2 in.]	15 [35]	12 [3]
19,0 mm [3/4 in.]	25 [55]	20 [5]
25,0 mm [1 in.]	50 [110]	40 [10]
37,5 mm [1 1/2 in.]	75 [165]	60 [15]
50,0 mm [2 in.]	100 [220]	80 [21]
63,0 mm [2 1/2 in.]	125 [275]	100 [26]
75,0 mm [3 in.]	150 [330]	120 [32]
90,0 mm [3 1/2 in.]	175 [385]	140 [37]

Fuente: Tabla adaptada de (Norma Técnica Peruana [NTP], 2016)

Agregado fino: Es un tipo de partícula, que es formado por descomposición dada de forma natural, al igual que el AG, es muy importante como componente del concreto.

Las características esenciales del AF, como la granulometría, como está formada y la texturización que se presenta en la partícula, la limpieza, densidad, absorción de agua, los límites de finura y su compresión, influyen en su idoneidad para su uso en concreto y mortero. Estas propiedades son fundamentales para asegurar la trabajabilidad.

Tabla 14.

Granulometría y tamiz por el que pasa

Agregado	Tamiz (por norma)	
FINO	N° 3/8"	9.5
	N° 4	4.75
	N° 8	2.36
	N° 16	1.18
	N° 30	0.6
	N° 50	0.3
	N°100	0.15
	N° 200	0.08
	<u>RECIPIENTE</u>	<u>0</u>

Nota. Tamices para aplicar granulometría del AF. Fuente: Pacheco & Ticlo, (2020)

Tabla 15.*Porcentajes de pasante de agregado fino*

Tamiz	Porcentaje que pasa
N° 3/8"	100
N° 4	95-100
N° 8	80-100
N° 16	50-85
N° 30	25-60
N° 50	50-30
N°100	0-10
N° 200	0-3

Fuente: Adaptado de (Norma Técnica Peruana [NTP] 400.037, 2014)

Agua de mezcla: Su función es hacer contacto con el cemento, provocando una reacción y al mismo tiempo hidratar la mezcla con la finalidad de que esta se vuelva más trabajable para obtener el concreto, es importante tener en cuenta que esta ocupa un lugar por lo que al evaporarse deja consigo vacíos lo cual resulta en un nivel bajo de durabilidad (Soares, 2012).

Es necesario mencionar que el agua para uso de mezcla, debe presentar un bajo contenido de pH, poca cantidad de materia inorgánica y inferior contenido de cloruros y sulfatos, (Norma Técnica Peruana [NTP] 339.008, 2019).

Figura 9.

Agua para mezcla



Fuente: Elaborado por los autores

El método de ACI 211, presenta al diseño de mezcla como un procedimiento muy importante para así conseguir la composición del concreto, para cumplir con este proceso, se deben cumplir con el ASTM C 33 tanto físicos como granulométricos, se debe tener en cuenta que existen en el ACI 211 diversas tablas donde se especifican las instrucciones que se deben seguir para conseguir el óptimo diseño, con el propósito de optimizar sus propiedades. (American Society for Testing and Materials [ASTM] 211, 2019)

Relación Agua/Cemento (a/c): Es una medida relevante que se usa para realizar la mezcla del concreto, logrando ayudar a obtener la durabilidad y su resistencia. Es

de gran relevancia tener por conocimiento la relación de a/c que existe para la tecnología del concreto. Se debe tener en cuenta que lo mencionado presenta un grado de importancia muy grande, debido a qué, si existiera un exceso en la aplicación de agua traería como consecuencia la disminución de la fluencia, durabilidad y la retracción. (Solis & Moreno, 2006)

Es muy importante recalcar que existe una relación entre agua/cemento, debido a que, si existiera un aumento en la colocación de agua, podría presentar desperfectos que disminuyan la durabilidad, una poca resistencia del concreto, así como también la fluencia y la retracción, las cuales van a depender de como varía lo ya mencionado con anterioridad. (Pacheco, 2016)

1.2.4. Propiedades Mecánicas del concreto

Existe el concreto en estado fresco, se llama así ya que es la mezcla que aún puede moldearse. Se puede trabajar sin perder sus propiedades, ni su consistencia, sin embargo, puede variar el periodo de fraguado ya que eso depende de su uso. (et al., 2022)

Propiedades del concreto en estado fresco

Trabajabilidad: Es presentada, en desempeño que pueda realizar la consolidación, colocación y acabado fresco, esto influye el grado de trabajabilidad que existe del concreto, dependiendo de los materiales en cuanto a su calidad, que se usaron, de donde provienen, la temperatura a la que es expuesta y la cantidad de agua empleada. (Montoya, 2017)

Segregación: se presenta debido a que las partículas del concreto se han separado, lo que trae como consecuencia superficies que presenten cangrejas, afectando directamente la longevidad, fuerza y calidad del concreto.

Consistencia o fluidez. Es conocido también “slump test”, depende primordialmente del agua y la cantidad que es aplicada en la mezcla. Se emplea para evaluar comportamiento y apariencia del concreto durante su estado fresco. (Burga, 2022)

Figura 10.

Prueba del Slump



Fuente: Elaborado por los autores

Homogeneidad: Está descrita como la cualidad por la que los diversos elementos del concreto se encuentran esparcidos en toda la masa, sin embargo, si se toman un par de muestras de diferentes lugares, estas resultan casi iguales. (Burga, 2022)

Compacidad: Esta propiedad está atada a la densidad, lo que genera la compacidad es un concreto con una adecuada resistencia mecánica y una formidable resistencia tanto física como química, para evitar desgaste, acciones agresivas y cambios de temperatura. (Pacheco, 2017)

Así mismo, se tiene el concreto en estado endurecido, el cual no es más que el paso de un estado plástico a uno sólido rígido, debido al tiempo de secado empleado, para lograr llegar a este estado la mezcla atraviesa por un periodo físico y químico sumamente complejo, donde se tuvo en cuenta la influencia del tiempo, la cantidad de porcentajes que se adicionaron a la mezcla y el medio ambiente. (Pacheco, 2017)

Propiedades del concreto en estado endurecido

Curado del concreto: Definida como tiempo de secado de la mezcla, luego de vertirla, teniendo en cuenta el ambiente adecuado, con el curado se logra obtener firmeza y estabilidad lo cual solo ocurre si se hizo un proceso acorde y adecuado a las condiciones de clima con respecto a la humedad lo permiten, de lo contrario se tendrán que tomar medidas para que no afecten el proceso. (Pacheco, 2017)

Permeabilidad: Esta propiedad depende de la relación que existe entre a/c , afirmando que si se encuentra que uno disminuye el otro también lo hace. El concreto

presenta permeabilidad y debido al contacto con el agua puede llegar a generar escurrimiento por medio de la superficie.

Elasticidad: Manifiesta que el concreto no es considerado un elemento elástico, es por ello que el diagrama esfuerzo – deformación, no presenta tramos rectos. Sin embargo, se puede entender por módulo elástico no es más que la inclinación de la secante a partir del comienzo hasta un punto de esfuerzo establecido.

Resistencia y durabilidad: Las propiedades están vinculadas, debido a que son propiedades fundamentales, si el concreto está hecho adecuadamente se puede considerar un material resistente y durable, adquiriendo características de densidad, compactación y resistente a las variaciones de temperatura. Si hablamos de un concreto resistente hablamos de un concreto muy bien fraguado, se deben realizar ensayos que se encuentran normalizados que definirán si el concreto es resistente y presentan durabilidad. La resistencia es medida por ASTM C 39 y también por la NTP 339.034, son procesos por los cuales se aplican cargas axiales a probetas de hormigón cilíndricas a una ritmo que es regulada por NTP 339.034 y lo registra un vez que está presente la falla.

1.2.5. Concreto Armado

Para Alvarado & Escudero (2021) el concreto armado consiste en la combinación de diversos elementos, tales como el cemento (estos varían con respecto a sus tipos y diversos usos), agua, agregados y eventualmente aditivos que servirán para mejorar las características del concreto. El concreto armado utiliza el ASTM C125 y también ACI como normas primordiales.

El concreto armado, ofrece una resistencia a la compresión adecuada que permite su durabilidad por años. Además, al unirlos con el acero, la cual tiene propiedades mecánicas óptimas, que hacen que sea el compuesto ideal para la construcción y su aplicación en estructuras. (Pacheco, 2017)

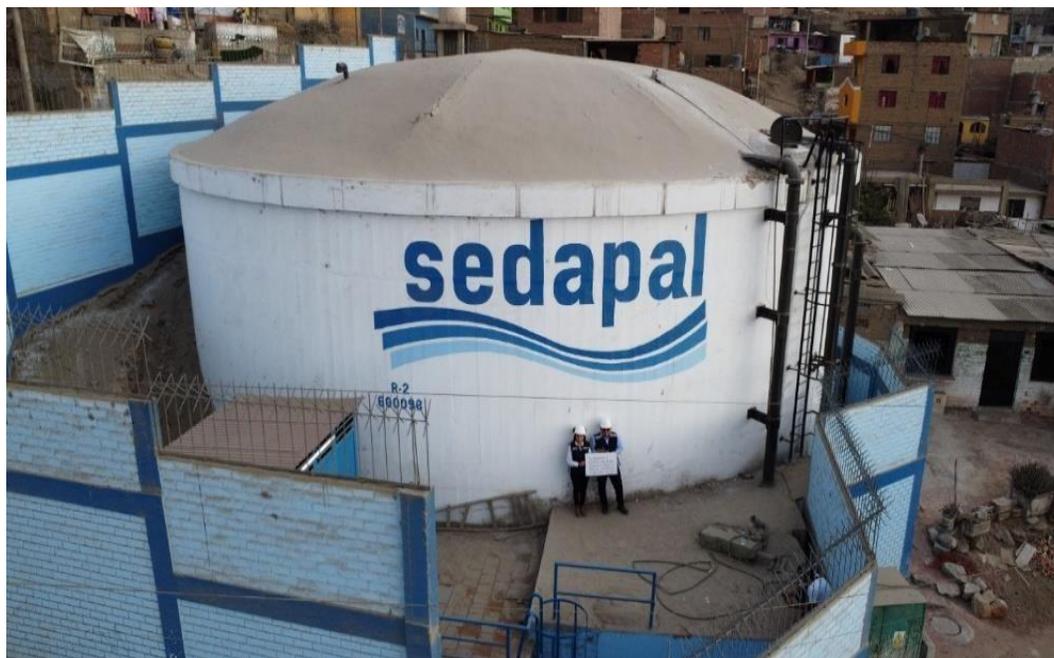
El concreto armado, de acuerdo con las pautas del ACI (Instituto Americano del Concreto), implica la utilización conjunta de concreto y barras de acero para construir estructuras robustas y perdurables. El ACI establece pautas y reglamentos para el correcto diseño, así como también construcción e inspección de tales estructuras, asegurando su fiabilidad y durabilidad. (American Society for Testing and Materials [ASTM] 301, 2018)

Reservorios de Agua Potable

También conocidos como tanques elevados, son depósitos donde se almacena el agua, estos se encuentran por encima de nivel de terreno natural, estos son soportados por pilotes o columnas. Son de suma importancia como infraestructura de suministro de agua y presentan un funcionamiento hidráulico siendo propicio visto desde la economía. (Organización Panamericana de la Salud, 2005)

Figura 11.

Reservorio de agua potable



Fuente: Elaborado por los autores

Algunos de estos reservorios se encuentran ubicados en zonas rurales, estos tienen objetivos muy importantes:

- Contrarrestar las alteraciones de los consumos producidos a lo largo del día.
- Conservar las presiones que brinda el servicio dentro de la red de distribución.

Tipos de reservorios de almacenamiento

Según la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) de Perú, existen diferentes tipos de reservorios, cada con características y aplicaciones específicas. A continuación, te proporciono información sobre algunos de estos tipos:

Reservorios Asentados:

Descripción: Los reservorios asentados son estructuras que se encuentran a nivel del suelo o parcialmente enterradas. Generalmente, están construidos con materiales como concreto armado o mampostería.

Usos:

- Almacenamiento de agua potable para abastecer a comunidades, barrios o zonas urbanas.
- Suministro de agua a hogares, escuelas, hospitales y otros usuarios domésticos.
- Control existente de la presión del agua en red de distribución.

Figura 12.

Reservorios Asentados



Fuente: Extraído de (Zegarra, 2019)

Reservorios Elevados:

Descripción: Los reservorios elevados son estructuras que se ubican en lugares elevados, como torres o estructuras soportadas por columnas.

Usos:

- Almacenamiento de agua potable para garantizar un suministro constante y uniforme en áreas con topografía irregular.
- Mantenimiento de la presión adecuada en la red de distribución.
- Respaldo en caso de fallas en la fuente de abastecimiento principal.

Figura 13.

Reservorios elevados



Nota. Son usados mayormente en zonas altas. Fuente: Zegarra (2019)

Reservorios Mixtos:

Descripción: Estos reservorios combinan características de los asentados y los elevados. Pueden estar parcialmente enterrados y tener una parte elevada.

Usos:

- Combinan las ventajas de ambos tipos: almacenamiento eficiente y control de presión.
- Se utilizan en áreas urbanas y rurales según las necesidades específicas.

Reservorios de Agua Subterránea:

Descripción: Estos reservorios almacenan agua en acuíferos subterráneos mediante pozos, galerías filtrantes o manantiales.

Usos:

- Abastecimiento de agua potable en lugares donde el agua subterránea es una fuente confiable.
- Reducción de la vulnerabilidad a la contaminación superficial.

Reservorios de Superficie (Ríos y Lagos):

Descripción: Almacenan agua en embalses superficiales, como ríos o lagos.

Usos:

- Abastecimiento de agua potable en áreas cercanas a cuerpos de agua naturales.

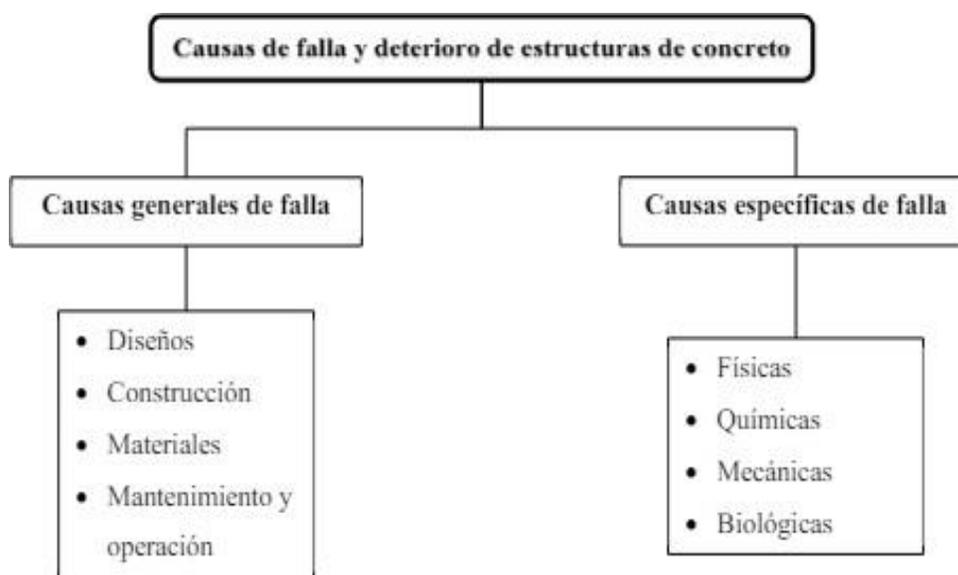
- Generación de energía hidroeléctrica.

1.2.6. Deterioro estructural

Según Martínez (2023) Las afectaciones a una estructura pueden provenir de diferentes orígenes; sin embargo, es posible generar una clasificación de las causas de falla de manera general. En la Figura 14 mostrada se pueden apreciar la clasificación de causas de falla y también desperfecto en las estructuras.

Figura 14.

Causas de falla y deterioro de estructuras de concreto



Fuente: Extraído de (Martínez, 2023)

El deterioro es el desgaste de las propiedades que se van dando a lo largo del tiempo hasta generar su pérdida, para que ello no suceda se tiene que tener en cuenta la durabilidad como uno de los principios primordiales de la ingeniería y construcción.

El uso de materiales que sean apropiados, debe garantizar la durabilidad de la estructura, no obstante, a lo largo de los años estas pueden tener diversos daños o desperfectos que hacen que la durabilidad se vea disminuida dañando la estructura tanto externa como interna disminuyendo así su vida útil. El daño que presenta el concreto puede deber a agentes químicos y físicos o también a factores que pueden darse durante la construcción y el material y sus características. (García, 2020)

No solo las causas mostradas en las figuras son las más importantes, también podemos apreciar, otros tipos de fallas, según la estructura. Se puede presentar una falla por como son las características que presenta el suelo, esto se debe por cómo están constituidas cada uno de ellos y la conducta que estas tienen cuando se les aplica diferentes tipos de cargas. El agua también contribuye al deterioro de las estructuras, la presencia de aguas subterráneas puede resultar en una variación de la capacidad de carga del suelo.

Figura 15.

Deterioro estructural



Nota. Deterioro estructural del concreto. Fuente: Gómez (2022)

a) Aspectos relacionados durante la construcción y las Propiedades del Material

La durabilidad del concreto es estrechamente vinculada a dos aspectos fundamentales: las prácticas llevadas a cabo durante la construcción y las características naturales de los materiales utilizados. Esto se debe a que la etapa constructiva establece las condiciones iniciales en las que la estructura prestará servicio a lo largo de su vida, expuesta a variadas índoles ambientales y climáticas.

Por lo tanto, es fundamental realizar correctamente los procesos de construcción, como la adecuada colocación de acero de refuerzo y los encofrados, el apropiado vertido del concreto dentro de los encofrados, una vibración óptima que permita una compactación homogénea eliminando vacíos, y un adecuado curado del concreto. Estas actividades revisten gran relevancia para garantizar la durabilidad de la estructura. Asimismo, las características intrínsecas de los componentes del concreto, en cuanto a su resistencia y capacidad para resistir el paso del tiempo, son determinantes. Se debe tomar mucha atención en como son dadas las condiciones de exposición a las que estarán sometidos estos materiales, como el clima, las condiciones de servicio y posibles eventualidades durante su almacenamiento, así como a las potenciales reacciones químicas que puedan ocurrir entre los agregados y otros componentes. Se resaltan los siguientes factores clave ligados a la construcción y atributos que influyen negativamente en la resistencia a largo plazo:

Factores del proceso constructivo:

- Colocación adecuada de encofrado y acero de refuerzo.

- Vertido apropiado del concreto dentro del encofrado.
- Vibrado óptimo del concreto para eliminar vacíos y lograr una compactación homogénea.
- Curado correcto del concreto.

Características de los materiales:

- Se deben usar materiales de excelente calidad, buscando lograr aprovechar la durabilidad y resistencia (cemento, agregados, agua, aditivos).
- No deben estar expuestos a climas que deterioren a los materiales, tendrán óptimas condiciones de servicio.

Debe enfatiza que el proceso constructivo marca el comienzo de las circunstancias de servicio y que tanto la estructura debe tener de tiempo de vida, exhibida a diversas condiciones climatológicas. Por ende, realizar buenas prácticas constructivas y utilizar materiales de óptima calidad desde esta etapa inicial son factores fundamentales que determinarán la durabilidad de la estructura de concreto a lo largo de su vida en servicio. (García, 2020)

b) Aspectos relacionados con la durabilidad del Concreto

Inciden en la resistencia del concreto a largo plazo se originan por medio de los diversos escenarios ambientales, el porcentaje de deterioro puede incrementarse, resultando en estructuras con una vida útil reducida y mayores costos de inversión. Estos factores que perjudican la durabilidad se clasifican en dos grupos: externos e internos.

Los factores externos provienen de las condiciones de servicio y el entorno, como el ambiente, la carbonatación, los sulfatos que atacan, la agresión química, la erosión y los ciclos de congelación-descongelación. Por otra parte, los factores internos se originan al interior del concreto, como las reacciones químicas existentes por los agregados y los álcalis del cemento. No obstante, los factores que tienen un considerable impacto en incitar daños, patologías y un deterioro acelerado de la durabilidad son: el ataque físico que es presentada por erosiones y fuertes heladas; el ataque químico por ácidos, sulfatos, ambientes químicamente agresivos y las reacciones químicas de los agregados. Si bien la durabilidad se ve afectada por numerosos factores tanto externos como internos, los más críticos y que causan un mayor impacto son el ataque físico, químico y la corrosión del acero de refuerzo, lo que conlleva a un deterioro prematuro, reduciendo la vida útil proyectada e incrementando los costos de mantenimiento y reparación. (García, 2020)

1.2.7. Ensayos de Laboratorio

Son procedimientos técnicos realizados para evaluar propiedades y el desempeño del concreto fresco y endurecido. Estos ensayos se realizan con el fin de garantizar un concreto que cumpla con los requisitos de calidad y resistencia establecidos por las normas y especificaciones. A continuación, se definen los ensayos que se realizarán para esta investigación:

1.2.8. Ensayos de los Agregados

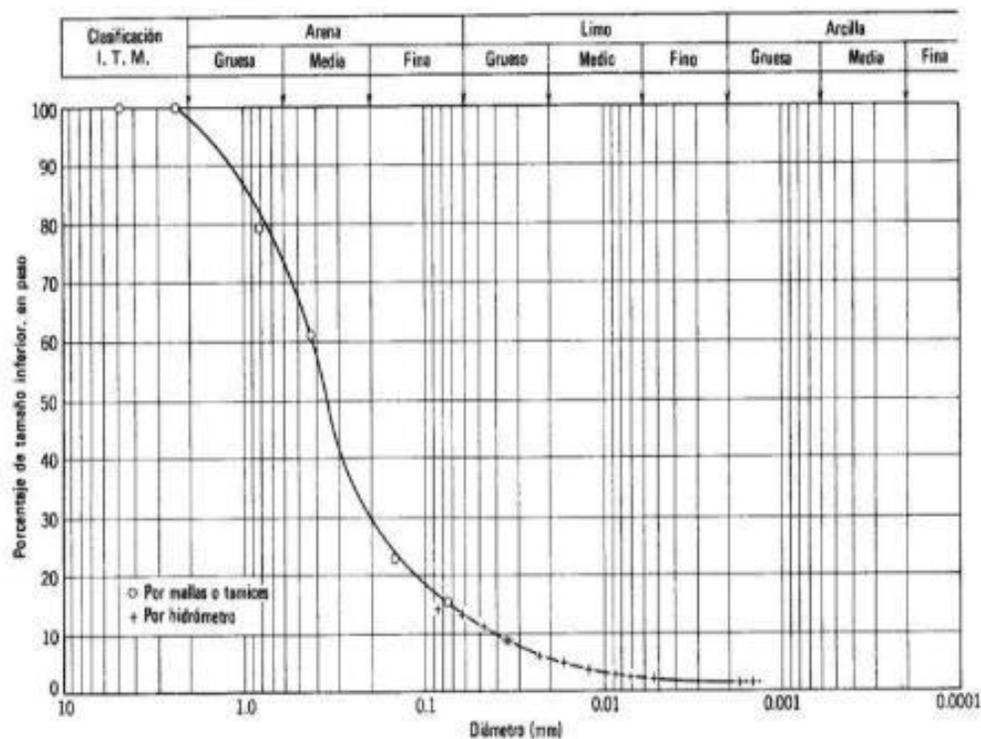
- a) Análisis Granulométrico de agregados finos y gruesos

Se presenta el análisis granulométrico como una técnica empleada para fijar la distribución de las partículas en sus diferentes dimensiones para los agregados, usada

en el sector constructor. Este análisis es trascendental porque el tamaño de las partículas influye en como se caracterizan los materiales de construcción tanto física como mecánicamente, uno de ellos es el concreto y el asfalto. Por medio del análisis que se realiza en la granulometría, se puede conocer el porcentaje de los diferentes tamaños de partículas presentes en los agregados, lo cual permite evaluar su calidad y su idoneidad para su uso en diversos proyectos. Este procedimiento se rige por la norma ASTM C136-19, la cual establece la metodología y los equipos para realizar el análisis de manera precisa y estandarizada.

Figura 16.

Curva granulométrica



Nota. Curva granulométrica de los agregados. Fuente: ASTM C136-19

b) Contenido de Humedad Evaporable de los agregados

La definición de este ensayo radica según la norma ASTM C566-19 (2019) determinar el contenido de humedad de los agregados por medio de la técnica de secado en estufa. Esto se logra sometiendo la muestra a un procedimiento donde se logra secar controladamente en un horno en laboratorio a una temperatura específica por medio de un tiempo determinado. Al terminar el proceso de secado, se mide el contraste de peso entre la muestra tomada antes de los agregados y luego del secado para establecer el contenido de humedad evaporable. Como propósito primordial del ensayo es asegurar que los agregados utilizados estén en un estado seco y sin humedad excesiva. La presencia de humedad en los agregados afectará negativamente las propiedades del concreto.

$$\% w = \frac{P_w - P_s}{P_s}$$

Donde:

$\%w$ = Porcentaje de humedad

P_w = Peso de muestra húmeda

P_s = Peso de muestra seca

Figura 17.

Horno de secado



Nota. Horno de secado a temperatura específica. Fuente: Elaborado por los autores.

c) Determinación del peso unitario suelto y compactado de los agregados

Consiste en medir el peso unitario o densidad de una muestra de agregado en su estado natural (suelto) y luego someter la misma muestra a un procedimiento de compactación para hallar su peso unitario compacto. Tiene como objetivo evaluar la densidad del agregado, evaluar la compactibilidad del agregado y optimizar el diseño de mezcla. (American Society for Testing and Materials [ASTM] C29, 2018)

Figura 18.*Ensayo de peso unitario*

Fuente: Elaborado por los autores.

Tabla 16.*Categoría por peso unitario*

Categoría	Peso unitario
Pesados	Valores mayores a 1900
Normal	Cantidad que varían de 1120 – 1900
Ligero	Valores menores a 1120

Nota. Valores tomados de peso unitario considerando su categoría. Fuente: Jaime & Portocarrero (2018)

Figura 19.

Peso unitario y compactado del agregado grueso



Fuente: Elaborado por los autores.

1.2.9. Ensayos del concreto en estado fresco

a) Ensayo de Asentamiento del concreto

Es un método estandarizado según la NTP 339.035 (2015) esta prueba se ejecuta con la finalidad de hallar como está constituido el concreto en su estado fresco, trayendo consigo una aclaración reveladora de la trabajabilidad con respecto a la mezcla. Es un procedimiento para hallar la consistencia del concreto fresco, midiendo el asentamiento (slump) de una masa de concreto colocada en molde metálico de forma troncocónica, y es compacto por varillado. Al momento de extraer el molde se

realiza en dirección vertical, para así conseguir que el concreto logre asentarse. La distancia de forma vertical que existe entre la perspectiva de inicio y la que se desplaza, es lo que llamamos asentamiento de concreto.

Tabla 17.

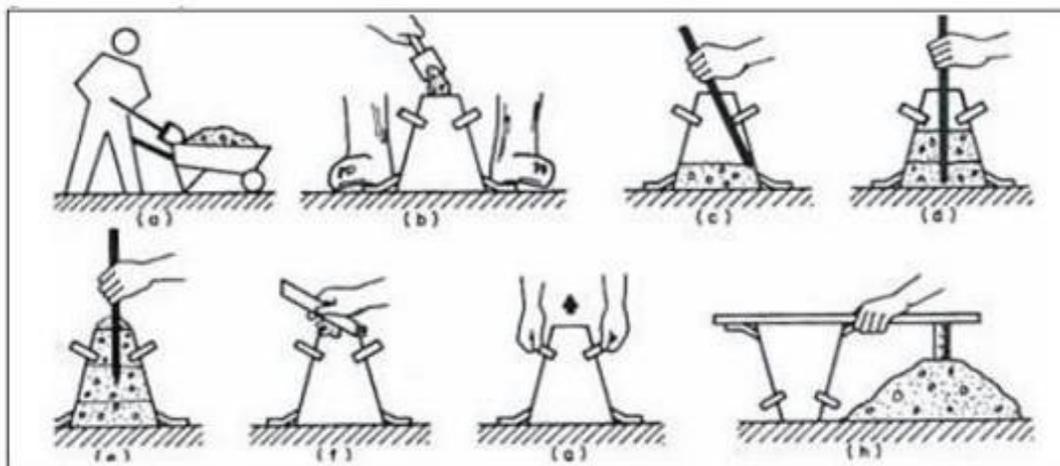
Medidas para el asentamiento

Tipo	Asentamiento
Seco	0 – 50 mm
Plástica	75 mm – 100 mm
Fluida	Mayor a 125 mm

Nota. Se tienen para el tipo el asentamiento que debe tener. Fuente: Pacheco & Ticlo, (2020)

Figura 20.

Ensayo de asentamiento



Fuente: Extraído de Hernández, (2010)

b) Ensayo de Temperatura

Según la Norma Técnica Peruana 339.184 (2021), es un ensayo trascendental porque influye directamente en su tiempo de fraguado, resistencia y durabilidad. Un concreto con una temperatura muy alta o baja puede presentar problemas como agrietamiento, baja resistencia o baja trabajabilidad. El procedimiento reside en introducir un dispositivo que ayuda a medir la temperatura, como un termómetro de vástago o una sonda térmica, en el concreto fresco, dejándolo el tiempo suficiente para que alcance el equilibrio térmico y luego registrar la temperatura. Esta prueba nos deja evaluar si la temperatura del concreto se encuentra dentro de las condiciones que se recomiendan para cada tipo de construcción y condiciones ambientales, permitiendo tomar medidas correctivas si es necesario.

Figura 21.

Dispositivos de ensayo de temperatura



Fuente: Elaborado por los autores.

1.2.10. Ensayos del concreto en estado endurecido

a) Ensayo de resistencia a la compresión

Según la Norma Técnica Peruana 339.034 (2015) la aplicación de esta prueba se realiza con la intervención de testigos cilíndricos o cúbicas, consiste en someter a una carga de compresión axial a los especímenes que se han moldeado y curados a un tiempo normal, logrando que ocurra la falla. Se determina con la división de la carga máxima lograda durante el proceso entre el área de la sección transversal de la sonda. Este valor se manifiesta en unidades de presión (MPa, kg/cm², etc). Además, los resultados obtenidos se utilizan para registrar la calidad del concreto, evaluar su desarrollo de resistencia con la edad a los 7, 14 y 28 días, y como base para decisiones sobre el curado, protección y situada en servicio de las estructuras de concreto. Es de los ensayos más significativos y ampliamente usados para el control de calidad del concreto debido a su relación directa con la resistencia estructural.

Tabla 18.

Edades de ensayos

Edades de ensayos	Tolerancia permisible
24 h	+/- 0.5 h o 2.1%
3 d	+/- 2 h o 2.8%
7 d	+/- 6 h o 3.6 %
28 d	+/- 20 h o 3.0 %
90 d	+/- 48 h o 2.2 %

Nota. Edades determinadas y tiempo permisible de tolerancias que han sido prescritas.

Figura 22.

Ensayo de resistencia a la compresión



Fuente: Elaborado por los autores.

b) Ensayo de absorción en concreto endurecido

Para la American Society for Testing and Materials ASTM C642 (2021), el procedimiento de prueba es de muy utilidad con el propósito de desarrollar los datos ineludibles que exista la conversión entre masa y volumen de concreto. Se usan para poder hallar la conformidad que existe en el concreto y así demostrar diferencias de un lugar a otro dentro de una masa de concreto, presenta como objetivo establecer la cantidad de agua que absorbe un espécimen de concreto sumergido en agua durante

un tiempo específico. Esta prueba se realiza para estimar la porosidad del concreto, controlar su calidad y estimar su resistencia estructural. Al medir que tanta agua es absorbida, se logrará inferir la cantidad de poros en la matriz de concreto, proporcionando información decisiva sobre su calidad y durabilidad. Asimismo, la absorción de agua es un indicador transcendental de la resistencia del concreto, debido a que absorción excesiva puede debilitar el material. El alcance del ensayo incluye la preparación de las muestras, la inmersión en agua, la medición de la absorción y el cálculo del porcentaje de absorción, siendo así una herramienta valiosa para el control de calidad y diseño de mezclas al evaluar propiedades importantes relacionadas con la durabilidad, permeabilidad y resistencia ante ciclos de congelación-deshielo.

Tabla 19.

Inmersión y ebullición

Determinación de % de absorción	
Porcentaje de absorción luego de inmersión, %	$[(B-A)*A]*100$
Porcentaje de absorción luego de inmersión y ebullición, %	$[(C-A)*A]*100$

Nota. Extraída de (Álvarez & Coriat, 2021)

c) Ensayo de resistencia al desgaste por abrasión

Según la Norma Técnica Peruana NTP 339.624 (2015) esta prueba sirve para poder determinar el nivel de desgaste por abrasión de los adoquines de concreto,

siendo usados para estos, una máquina de abrasión y desgaste (coridón), teniendo en cuenta las condiciones de acuerdo a norma. Permite evaluar la resistencia al desgaste de otros diseños de mezcla de concreto, estimar la vida útil del concreto que estará expuesto a condiciones de desgaste severo, y correlacionar los resultados obtenidos con el desempeño que tendrá el concreto; en servicio cuando esté sujeto a abrasión, siendo aplicable a especímenes de concreto de cemento hidráulico endurecido preparados en laboratorio o extraídos en campo, y adecuado para concretos con resistencia a compresión de hasta 83 MPa (12000 psi).

d) Ensayo de resistencia a la tracción

En la ASTM C 496, el ensayo de resistencia a la tracción indica que es utilizado para determinar cuánto resistente el concreto a la tracción utilizando el método de compresión diametral. Para el ensayo se elaboran cilindros de concreto, típicamente con dimensiones de 150 mm (6pulg) de diámetro y 300 mm (12pulg) de altura. Para el curado generalmente es de 28 días en condiciones controladas de temperatura y humedad. Para la resistencia a la tracción indirecta se utiliza la siguiente fórmula:

$$f_t = \frac{2P}{\pi LD}$$

Donde:

f_t = Resistencia a la tracción indirecta (MPa o psi)

P= Carga máxima soportada por el espécimen (N o lbf)

L= Longitud del espécimen (mm o in)

D= Diámetro del espécimen (mm o in)

Este método es crucial para evaluar la capacidad de soportar cargas y agrietamiento bajo diferentes condiciones de carga en el concreto.

e) Ensayo de módulo de elasticidad

Según la ASTM C 469, este método describe cómo determinar el módulo de elasticidad estático y el coeficiente de Poisson del concreto en compresión.

Este ensayo es crucial para diseñar estructuras de concreto que puedan soportar cargas y deformaciones esperadas sin fallas catastróficas. El módulo de elasticidad (medida de la rigidez del concreto cuando se somete a cargas de compresión) y el coeficiente de Poisson (medida de la relación entre las deformaciones laterales y axiales del concreto cuando se somete a cargas de compresión). son parámetros fundamentales en análisis de estructuras y en la evaluación de la integridad y seguridad de las mismas, y se miden en condiciones de compresión.

1.2.11. Ensayos del concreto en estado fresco

a) Ensayo de asentamiento

Según la norma ASTM C 143, es una prueba que se realiza para determinar la consistencia del concreto fresco. Este procedimiento permite evaluar la trabajabilidad y la facilidad con la que el concreto puede ser manipulado y colocado en su lugar

final. Para llevar a cabo este ensayo se utiliza el cono de Abrams y el tiempo total de evaluación no debe exceder los dos minutos y medio.

b) Ensayo de temperatura

Se desarrolla en base a la norma ASTM C 1064, se usa para cronometrar la temperatura del concreto que acaba de ser mezclado, con el propósito de controlar el calor que se puede generar durante el vaciado. Además, es fundamental para llevar a cabo el control de temperatura ya que refleja el proceso de endurecimiento y el desarrollo posterior de la resistencia del concreto. El ensayo se realiza dentro de los cinco minutos siguientes de haber elaborado la mezcla (Castañeda & Salguero, 2020)

c) Ensayo de contenido de aire

La ASTM C231 indica que es una prueba estándar que se utiliza para determinar el contenido de aire que presenta el concreto en estado fresco, mediante el método de presión. Esta prueba es esencial para garantizar la calidad y durabilidad del concreto, ya que el contenido de aire afecta de manera significativa las propiedades del concreto. La importancia del ensayo proviene del factor crítico que es el contenido de aire en el concreto y como este afecta su durabilidad, especialmente en climas fríos donde está sujeto a ciclos de congelación y deshielo. Un contenido de aire adecuado mejora la resistencia.

d) Ensayo de exudación

Según la norma técnica que regula este ensayo, la Norma Técnica Peruana 339.153 (2020) el ensayo de exudación para concreto, también conocido como ensayo de bleeding, mide la cantidad de agua que se separa del concreto fresco después de

su colocación y durante el proceso de asentamiento. Este ensayo es crucial para evaluar la calidad del concreto, ya que un exceso de exudación puede afectar negativamente la durabilidad y la resistencia del concreto.

1.3. Definición de términos básicos

Nano sílice

Según Gallardo & Bravo, (2023) presenta una constitución de dióxido de silicio (SiO_2) de forma amorfa, quién es la que más se usa en concretos que varían entre tamaños de 5nm – 6.5nm, y también la cristalina.

Durabilidad

Según la Norma Técnica Peruana 339.184 (2021) la capacidad de una estructura para cumplir con su propósito previsto, que incluye mantener la resistencia necesaria y su funcionamiento adecuado, durante el período de tiempo especificado o típicamente esperado, teniendo en cuenta los escenarios del medio ambiente específicas a las que está expuesta.

Concreto

Según Norma Técnica Peruana 339.008 (2019) el concreto es un elemento que comparte similitudes con los materiales rocosos. Se produce al combinar agregados pétreos de diferentes tamaños, que van desde milímetros en fracciones hasta muchos centímetros, como grava y arena, unidos mediante una pasta de cemento hidráulico.

Reservorio

Es una estructura, que sirve como depósito para poder captar aguas de lluvias y de escorrentía en un lugar que se debe determinar (Zegarra, 2019)

Resistencia a la compresión

No es más que el concreto teniendo la capacidad de poder resistir cargas axiales, sufriendo un aplastamiento hasta que surja una falla, son esenciales para determinar la resistencia la estructura. (Norma Técnica Peruana 339.034, 2015)

Resistencia a la abrasión

Según es la acción tanto mecánica que podría afectar a elementos de concreto que logran soportar cargas de tránsito intenso o líquidos. (Norma Técnica Peruana 339.052, 2013)

Absorción

Según Norma OS.020 del Reglamento Nacional de Edificaciones es la concentración y fijación de sólidos diluidos al interior del material que está completamente sólido, por difusión

Permeabilidad

Según Norma CE.020 del Reglamento Nacional de Edificaciones es la destreza con la que el agua presenta fluidez por medio de poros y suspensiones en un suelo macizo y rocoso.

Módulo de elasticidad

Según la American Society for Testing and Materials [ASTM] 469 (2014) el módulo de elasticidad es una medida de la rigidez del concreto cuando se somete a cargas de compresión. Es importante para calcular la deformación elástica y la capacidad de soportar cargas sin deformaciones permanentes significativas.

CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1. Formulación de la hipótesis

2.1.1. Hipótesis General

La incorporación de Nanosílice permite mejorar la durabilidad del Concreto F'C 280 kg/cm² en reservorios de agua potable en Lima Metropolitana.

2.1.2. Hipótesis Específicas

H.1. La incorporación de Nanosílice mejorará el diseño de Mezcla que influirá en la durabilidad del concreto F'C 280 kg/cm² en reservorios de agua potable en Lima Metropolitana.

Se espera que debido a la alta reactividad y finura del nanosílice, actúe como una adición puzolánica, promoviendo una mayor densificación de la matriz del concreto y mejorando la unión entre la pasta y los agregados. Esto resulta en una reducción de la porosidad y una mayor resistencia a la penetración de agua y otros agentes agresivos.

Estas propiedades son especialmente cruciales en reservorios de agua potable, donde la durabilidad y la impermeabilidad del concreto son fundamentales para evitar filtraciones y garantizar la calidad del agua. Además, el uso de nanosílice puede mejorar la resistencia mecánica y durabilidad del concreto, contribuyendo a una vida útil más prolongada de las estructuras y a un menor mantenimiento.

En resumen, la incorporación de nanosílice en el concreto para reservorios de agua potable en Lima Metropolitana puede resultar en un material más resistente,

duradero e impermeable, adecuado para las exigentes condiciones de almacenamiento de agua potable.

H.2. La incorporación de Nanosílice mejorará las propiedades físicas que influirá en la durabilidad del concreto F'C 280 kg/cm² en reservorios de agua potable en Lima Metropolitana.

Se espera que pueda mejorar las propiedades físicas del concreto mediante los ensayos de absorción, peso unitario, contenido de aire, asentamiento, tiempo de fraguado y exudación; ya que con esto se espera además aumentar la densificación del concreto, reduciendo su porosidad y mejorando su impermeabilidad, lo cual es crucial para la durabilidad de los reservorios de agua potable.

Además, la nanosílice mejorará la estructura interna del concreto y reducirá la propagación de microfisuras. Estas mejoras en las propiedades físicas del concreto resultan en una mayor resistencia al desgaste, menor absorción de agua y una mejor resistencia a los ataques químicos y físicos, extendiendo la vida útil de los reservorios y asegurando la calidad del agua almacenada.

H.3. La incorporación de Nanosílice mejorará las propiedades mecánicas que influirá en la durabilidad del concreto F'C 280 kg/cm² en reservorios de agua potable en Lima Metropolitana.

Se busca mejorar las propiedades mecánicas mediante los ensayos de resistencia a la abrasión, tracción, abrasión y modulo de elasticidad; ya que con esto se espera una significativa reducción de la porosidad y la densificación de la matriz del concreto gracias a que la nanosílice contribuye a una mayor durabilidad y resistencia

a la propagación de grietas y fisuras bajo cargas mecánicas. Estas mejoras en las propiedades mecánicas son esenciales para los reservorios de agua potable, ya que aseguran una mayor capacidad para soportar las tensiones y presiones internas y externas, prolongando la vida útil de las estructuras y reduciendo los costos de mantenimiento.

En resumen, la incorporación de nanosílice hará que el concreto para reservorios de agua potable en Lima Metropolitana optimice sus propiedades mecánicas, haciéndolo más resistente y duradero frente a las exigencias estructurales.

2.2. Variables y definición operacional

2.2.1. Variable Independiente

Nanosílice

Para la investigación se empleará Gaia Nanosílice el cual es un material nanotecnológico desarrollado por Ulmen S.A. y Cognoscible Technologies S.A. para su uso en concretos de alta resistencia. A mediados del 2003, estas empresas se propusieron crear un artículo que sustituyera las consecuencias de contaminación que presentaba la microsilice, manteniendo o mejorando sus resultados y siendo asequible. El objetivo era desarrollar una sílice que cumpliera con la normativa ambiental ISO-140011.

La nanosilice en otras investigaciones tuvo un grado de importancia muy elevado debido a que la industria de la construcción buscó nuevos insumos ecológicos para ser agregado al concreto con el fin de optimar su capacidad para mejorar la

resistencia y durabilidad del material. Al agregar nanosílice al concreto, se lograrán obtener mezclas con mayor resistencia a la compresión, menor permeabilidad y mayor durabilidad (Castán et al., 2022)

Para la investigación, se analizará como actúa este material considerando su densidad de acuerdo a las especificaciones técnicas, además de sus diferentes porcentajes de 0.70%, 0.90%, 1.10% y 1.30% para ser adicionado al concreto.

Tabla 20.*Matriz de operacionalización de variable independiente*

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores
Nanosílice	Es sílice en estado líquido, pero con partículas de tamaño nanométrico, mil veces más pequeña que la microsílice. Compuesta por partículas, tiene una densidad de 1.030 +/- 0.020	Se realizará un análisis sobre las propiedades que presenta el nanosílice y los porcentajes a aplicar	Densidad de acuerdo a las especificaciones técnicas	1.100 kg/l
				0.70%
			Dosificación de Nanosílice de acuerdo al peso del cemento	0.90%
				1.10%
				1.30%

Fuente: Elaborado por los autores.

2.2.2. Variable Dependiente

Durabilidad del Concreto F'C 280 kg/cm²

La durabilidad, debe dar seguridad a una estructura, es una de las características mas significativas del concreto, es por ello que se busca que con el concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, aplica como una excelente opción para la aplicación estructural que requieren alta resistencia y durabilidad.

Influye en la longevidad de las estructuras, ya que un concreto resistente reduce la necesidad de costosos trabajos de mantenimiento y reparación a lo largo del tiempo. Además, asegura la seguridad de las estructuras, ya que los materiales resistentes son menos propensos a dañarse o deteriorarse, lo que podría comprometer su integridad estructural.(Velez, 2019)

Tabla 21.*Matriz de operacionalización Variable Dependiente*

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores
Durabilidad del Concreto F'c 280 kg/cm ²	La durabilidad asegura la seguridad de las estructuras, ya que los materiales resistentes son menos propensos a dañarse o deteriorarse, lo que podría comprometer su integridad estructural.	Se realizará un análisis sobre las propiedades que presenta la durabilidad del concreto	Diseño de Mezcla	<ul style="list-style-type: none"> -Ensayos de agregados -Diseño patrón 280 kg/cm² -Diseño patrón 280 kg/cm² + 0.7% NS -Diseño patrón 280 kg/cm² + 0.9% NS -Diseño patrón 280 kg/cm² + 1.1% NS -Diseño patrón 280 kg/cm² + 1.3% NS
			Propiedades Físicas	<ul style="list-style-type: none"> -Ensayos: -Abrasión -Peso Unitario -Contenido de aire -Asentamiento -Tiempo de fraguado -Exudación
			Propiedades Mecánicas	<ul style="list-style-type: none"> -Ensayos: -Resistencia a la Abrasión -Resistencia a la compresión -Resistencia a la Tracción -Módulo de Elasticidad

Fuente: Elaborado por los autores.

2.3. Impacto Potencial

Justificación del estudio

De acuerdo a la búsqueda de información, el caso de estudio es justificado por el escaso conocimiento acerca del Nanosílice como insumo para la elaboración de mezclas de concreto $f'c$ 280 kg/cm² para reservorios. Para justificar las dosificaciones planteadas en el caso de estudio nos basaremos en los antecedentes mencionados a continuación:

Tabla 22.

Antecedentes para la justificación de las dosificaciones planteadas

Antecedentes			
Autor (es)	Título de la investigación	Dosificación del nanosílice	Características de mejora
Alvansaz et al. (2022),	“Estudio de la incorporación de nanosílice en concreto de alto desempeño (HPC)”	0.75% 1.5% 3%	El diseño óptimo fue de 1.5% nanosílice, con respecto al desempeño mecánico tenemos la compresión logro un 66.32Mpa mejoro un 8%, en la tracción logro un 5.33Mpa mejoro un 4% y para el módulo de elasticidad se obtuvo 35310.52 mejoro un 11%, las mejoras fueron al concreto estándar.
Changjiang et al. (2021).	“Efecto de la nanosílice como aditivos reductores de materiales cementosos sobre la trabajabilidad, las propiedades mecánicas y la durabilidad del hormigón”	0.5% 1% 1.5% 2% 2.5% 3%	La dosis óptima fue de 2.5% nanosílice con respecto a la resistencia a la compresión y tracción esta alcanzo 40.87 y 3.8 MPa, que aumentaron de 6.6 y 15.15%. La impermeabilidad del hormigón aumentó en un 18,7% y la resistencia a la permeabilidad de iones cloruro incrementó en un 14,7%.
Ayala & Ccallo (2022)	“Propuesta de concreto $f'c$ = 350 kg/cm ² con agregado de concreto reciclado (ACR) y aditivo de nanosílice para mejorar la resistencia mecánica para su aplicación en elementos estructurales de edificaciones de viviendas multifamiliares en Lima”	1% 1.5%	La dosificación óptima fue de 1.5% nanosílice con respecto a la resistencia a la compresión y tracción esta mejoro un 8.5% y 11.3% frente al patrón.

Gallardo & Bravo, (2023)	“Desempeño del concreto con nanosílice como sustituto parcial del cemento y lana de roca como sustituto parcial del agregado grueso”	0.6% 0.8% 1.0% 1.4%	La dosificación óptima fue de 1.4% nanosílice con respecto a la resistencia a la compresión, tracción y flexión esta mejoró un 37.19%, 24.10% y 26.88% frente al patrón.
Castañeda & Salguero (2020)	“Diseño y evaluación de concreto resistente a sulfatos mediante la adición de nanosílice para la construcción de canales en la costa norte: Caso Chavimochic Etapa 1”	0.2% 0.225% 0.25%	La dosificación óptima fue de 0.25% nanosílice con respecto a la resistencia a la compresión y tracción esta mejoró un 3.41% y 19.48% frente al patrón.

Fuente: Elaborado por los autores

Los rangos que cumplen de acuerdo a los antecedentes mencionados en la tabla anterior:

En el aspecto del nanosílice tenemos que en un rango del 0.25% - 2.5% cumple con la mejora de las propiedades físico mecánicas del concreto.

Para nuestro caso de estudio pretendemos incorporar el nanosílice a la mezcla de concreto $f'c$ 280 kg/cm² para reservorios por lo tanto se proponen los siguientes diseños: Diseños con incorporación al 0.7%, 0.9%, 1.1% y 1.3% de nanosílice.

Impacto social

La investigación tiene un impacto social, debido a que puede conseguir una mejora en la calidad de vida de las personas, con ayuda del nanosílice, el concreto puede tener una mayor durabilidad, una mejor resistencia, logrando así que los pobladores tengan reservorios de agua potable para muchos más años. Se debe tener en cuenta que debido a la contaminación ambiental y demás factores en los últimos años, el agua será uno de los factores a tener en cuenta, ya que, en algunos países esta ya se está comprando y algunas personas debido a la precariedad en la que viven no cuentan con los recursos para poder subsidiarse de ella, siendo algo básico para las personas el consumo de agua, debido a que lo usábamos para bañarnos, para

tomar, cocinar, y otras más actividades de nuestro día a día. En tal sentido, el impacto que tendría el uso de reservorios de agua potable cobraría aún mayor importancia, es por ello que se busca con la adición de nanosilice mejorar su durabilidad y que puedan ser mucho más seguro ante también eventuales sismos o terremotos, considerando que nos encontramos en un lugar altamente sísmico. Esto puede beneficiar no solo a la localidad de Lima, esta investigación puede ser replicada para ser realizada en diferentes puntos de nuestro país, trayendo consigo una mejora en los reservorios con ayuda del nanosilice en zona alto andina de nuestro Perú, ayudando así a que menos población sufra del no poder contar con un servicio básico como es el agua potable

Impacto económico

La investigación presenta un impacto económico muy elevado debido a que, si con la ayuda del nanosilice los reservorios de agua potable mejoran su durabilidad, esto genera que no se tenga que construir o reparar nuevamente esta clase de obras, por ende, generaría un impacto económico muy gran a nuestra nación, ahorrando ese dinero para otra clase de obras o combatir ciertos problemas que están presentes en nuestra localidad. Además, sería un beneficio para nuevas oportunidades de empleo, ya que, al comenzar a construir esta clase de reservorios con nanosilice, se generaría mano de obra, empleos para personas que cargan con el peso de sus familias y el deber de poder alimentarlos, generando ingresos a familias pobres, y haciendo que la economía del país pueda seguir creciendo.

La importancia de que los reservorios de agua duren mucho más tiempo, también radica en que ante una eventual escasez o posibles sequías, nos estaríamos ahorrando millones de dólares al año en pérdidas económicas.

No nos olvidemos, que el tema del agua también es de vital importancia para la agricultura, una actividad humana que genera ingresos constantes a nuestro país, sin estos reservorios o la menor durabilidad de estos, nos exponemos a que esta clase de actividades no pueda seguir operando y tener una baja productividad en todo el año.

Impacto académico

En el ámbito académico, esta investigación, puede ser usada para que futuros trabajos o investigadores, tomen como guía y se pueda estudiar más afondo el uso del nanosilice en reservorios de agua potable, para que sea beneficioso también para otras partes de la nuestra nación, ayudando así a muchas más personas a conocer sobre la importancia que puede tener la adición de esta variable de estudio a los reservorios.

Además, se puede brindar una exploración por medio de este trabajo para que se conozca la realidad y los problemas que se tienen en el país para poder buscar posibles soluciones para que, en este caso, las obras de reservorios tengan una mayor duración y sean para el beneficio de los ciudadanos.

El desarrollo de esta investigación, incitará a más estudiantes, docentes, investigadores y demás, a entender que el nanosilice puede ser aplicado al rubro de la construcción, y por qué no, convertirlo en unos de los componentes para construcciones a futuro, ya no solo de reservorios, si no también otro tipo de obras con las que este sea compatible.

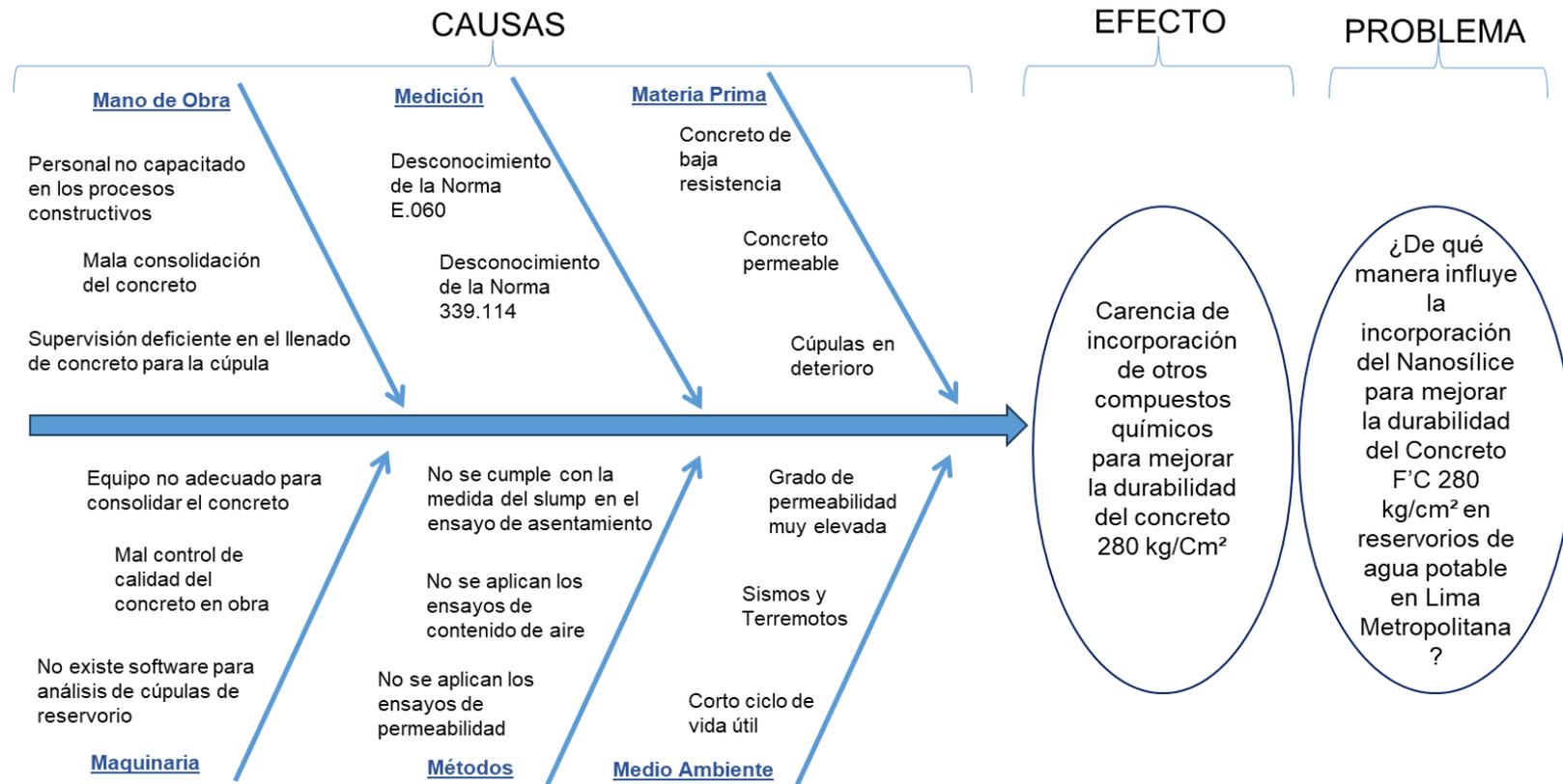
Diagrama de Ishikawa

Para determinar esta hipótesis, se tuvo que realizar una identificación de la causa de los problemas como son, personal no calificado para los procesos constructivos, mala consolidación del concreto, una mala supervisión en el llenado del concreto. Así mismo, se debe a que en algunas obras no se cuenta con una calidad de concreto adecuada, y tampoco un correcto diseño y ejecución de obra. A su vez, se tiene mucho desconocimiento sobre las normas que empleamos como son E.060 de las normas técnicas peruanas, ni tampoco se realizan los estudios necesarios antes de iniciar con la construcción, en este caso de reservorios de agua potable, que en su mayoría presenta fallas estructurales y por ende no duran lo suficiente para el beneficio de la población. Esto se debe a que encontramos concretos de muy baja resistencia, sismos o terremotos y simplemente que el diseño no fue óptimo y el proceso de construcción tampoco aminorando el ciclo de vida útil

Es por ello, que se plantean si existe alguna carencia en la incorporación de otros compuestos químicos que ayuden a mejorar la durabilidad del concreto. Y ante ello, se planteó el nanosilice para que pueda influir en su durabilidad.

Figura 23.

Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaborado por los autores

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Diseño metodológico

3.1.1. Enfoque de la investigación

Según Martínez (2023) un enfoque cuantitativo se basa en utilizar la recopilación de datos para luego realizar un análisis de datos numéricos o de variables medibles.

En ese contexto la presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, ya que esta pretende de manera estadística y numérica evaluar las propiedades físicas y mecánicas de un concreto incorporado con nanosílice. Este enfoque proporciona resultados que pueden optimizar un concreto $f'c$ 280kg/cm², y usarse para tomar decisiones informadas en el diseño y mantenimiento de estructuras de concreto, mejorando su rendimiento y durabilidad.

3.1.2. Tipo de investigación

Según Serna (2018), una investigación aplicada está en la constante búsqueda de conocimientos con la intención de ser aplicada directamente a los diversos problemas que tiene la sociedad, trata de crear nuevas metodologías y técnicas para resolver los cambios constantes que presentan los individuos, la investigación busca dar solución y optimizar la calidad de vida que presentan las personas, asimismo de estar en constante avance de los conocimientos probando teorías por medio de procesos científicos usando y poniendo en práctica para dar posibles respuestas. Logra poner a prueba la hipótesis y experimenta con ella.

La investigación es de tipo aplicativo ya que ahonda en la implementación práctica de conocimientos científicos para solucionar la problemática de estudio la cual está dirigido a buscar optimizar las condiciones de los reservorios de agua garantizando su eficiencia y durabilidad.

3.1.3. Nivel de investigación

La investigación representa un nivel explicativo debido a aborda diferentes circunstancias en las que se desempeña el concreto y la relación que existe entre la incorporación de la variable independiente con la dependiente (Cauas, 2015).

De acuerdo a lo descrito, se analizaron distintas características del concreto al incorporar el nanosílice en concentraciones de 0.7%, 0.9%, 1.1% y 1.3% y se elaboró una comparativa entre el diseño patrón y los diseños con distintos porcentajes lo cual sirvió para mejorar sus propiedades.

3.1.4. Diseño de la investigación

Para este caso de estudio se requiere un diseño experimental dado que se modificaron las variables independientes bajo control, así mismo se busco comprender su impacto en las distintas variables.

En este caso el investigador definió las unidades muestrales de concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ patrones e incorporándole nanosílice al 0.7%, 0.9%, 1.1% y 1.3% estos van de acuerdo al peso del cemento, luego analizar sus propiedades físicas (exudación, asentamiento, tiempo de fraguado, contenido de aire, temperatura, peso unitario del concreto y absorción del concreto endurecido) y mecánicas (resistencia a la compresión, tracción, al desgaste por abrasión y el módulo de elasticidad).

3.2. Diseño muestral

3.2.1. Población del estudio

La población, según Serna (2018). Son elementos que presentan características iguales que sirven para realizar una investigación.

La población de estudio, se divide en muestras de concreto con $f'c$ 280 kg/cm² en estado fresco estas son evaluadas en los ensayos de exudación, asentamiento, tiempo de fraguado, contenido de aire, temperatura y peso unitario del concreto, también tenemos muestras de concreto endurecido probetas estas son evaluadas en los ensayos de resistencia a la compresión, tracción y el módulo de elasticidad, por ultimo tenemos muestras de concreto endurecido discos para el ensayo resistencia a al desgaste por abrasión.

3.2.2. Tamaño de la Muestra

Es un porcentaje o una parte de esta población que presentan características iguales o parecidas que ayudan en el análisis de datos en una investigación (Otzen & Manterola, 2017).

La muestra está compuesta por 5 diseños de mezcla (diseño de mezcla patrón y 4 diseños de mezcla) con nanosilice en distintos porcentajes (0.70%, 0.90%, 1.10% y 1.30%), estas muestras se dividirán en concreto fresco y endurecido.

El tamaño de la muestra se detalla de la siguiente manera en las siguientes tablas:

Tabla 23.*Muestras de concreto con f'c 280 kg/cm2 en estado fresco.*

Muestras de concreto con f'c 280 kg/cm2 en estado fresco					
ID Mezcla	Ensayo de exudación	Contenido de aire	Peso unitario del concreto	Tiempo de fraguado	Ensayo de trabajabilidad
Concreto patrón	1 muestra	1 muestra	1 muestra	1 muestra	4 muestras
0.7% Nanosílice	1 muestra	1 muestra	1 muestra	1 muestra	4 muestras
0.9% Nanosílice	1 muestra	1 muestra	1 muestra	1 muestra	4 muestras
1.1% Nanosílice	1 muestra	1 muestra	1 muestra	1 muestra	4 muestras
1.3% Nanosílice	1 muestra	1 muestra	1 muestra	1 muestra	4 muestras
Total, de muestras	5 muestras	5 muestras	5 muestras	5 muestras	20 muestras

Fuente: Elaborado por los autores.

Tabla 24.*Muestras de concreto con f'c 280 kg/cm2 en estado endurecido*

Muestras de concreto con f'c 280 kg/cm2 en estado endurecido					
ID Mezcla	Ensayo de absorción (28 días)	Resistencia compresión (7,14 y 28 días)	Resistencia tracción (7,14 y 28 días)	Resistencia abrasión (28 días)	Módulo de elasticidad
Concreto patrón	3 Prob.	9 Prob.	9 Prob.	3 discos	9 Prob.
0.7% Nanosílice	3 Prob.	9 Prob.	9 Prob.	3 discos	9 Prob.
0.9% Nanosílice	3 Prob.	9 Prob.	9 Prob.	3 discos	9 Prob.

1.1% Nanosílic e	3 Prob.	9 Prob.	9 Prob.	3 discos	9 Prob.
1.3% Nanosílic e	3 Prob.	9 Prob.	9 Prob.	3 discos	9 Prob.
Total, de muestras	15 probetas	45 probetas	45 probetas	15 discos	45 probetas

Fuente: Elaborado por los autores.

3.3. Técnicas de recolección de datos

3.3.1. Técnicas para la recolección de información o datos

Se deben tener técnicas que ayuden a recabar información para el beneficio de la investigación, con ello, se podrá ayudar a que la investigación se realice con mucha más naturalidad y se pueda cumplir lo objetivos planteados de forma segura y confiable.

- Técnica: Se pueden usar diversas técnicas para recabar información, pero esta oportunidad, se usará para la recolección de datos y la observación, debido a que se usará al realizar los ensayos y extraer conclusiones del comportamiento de nuestras muestras al ser sometidas a diferentes ensayos.

- Instrumentos: Los instrumentos son diversos aparatos que nos servirán para recabar la información solicitada, con la finalidad de que estos puedan ser llenadas y posteriormente analizadas y descritas en la investigación, en este caso las fichas de laboratorio, donde se realizarán los ensayos de agregados, y del nanosilice, para obtener la dosificación adecuada y el porcentaje óptimo. Para la investigación empleamos encuestas, fichas, análisis de contenidos, etc.

Cada uno de los instrumentos que se deban usar, deben tener objetividad y validez, si alguno de estos demuestra lo contrario, pueden llegar a ser inútiles o lo resultados que se obtengan no serán ligetimizados. (Hernández & Duana, 2020)

Se debe tener en cuenta los ensayos de laboratorio y las normas a las que rigen.

Tabla 25.

Instrumentos y su norma para aplicación

Instrumentos a usarse para el desarrollo en laboratorio	
Ensayo	Normativa
Análisis granulométricos de los agregados	N.T.P. 400.012 - A.S.T.M. C136
Contenido de Humedad Evaporable de los agregados	N.T.P. 339.185 - A.S.T.M. C566
Determinación del peso unitario suelto y compactado de los agregados	N.T.P. 400.017 - A.S.T.M. C29
Peso específico y porcentaje de absorción de agregados	N.T.P. 400.021 - A.S.T.M. C127
Ensayo de Asentamiento del concreto	N.T.P. 339.035
Ensayo de Temperatura	N.T.P. 339.184
Densidad – Peso Unitario de concreto endurecido	ASTM - C 138
Contenido de aire	ASTM - C 231
Ensayo de exudación	NTP 339.077

Ensayo de tiempo de fraguado	NTP 339.082
Ensayo de absorción en concreto endurecido	ASTM C 642
Ensayo de resistencia a la compresión	NTP 339.034
Ensayo de resistencia a la tracción	ASTM C496
Ensayo de resistencia al desgaste por abrasión	NTP 339.624.
Ensayo de Módulo de elasticidad	ASTM C469

Nota. En esta tabla se puede apreciar, cada uno de los ensayos que se usaran como instrumentos y la normativa.

3.4. Análisis de datos

Este procesamiento nos permitió realizar una exploración de los datos obtenidos y de dicha manera establecer tendencias o diagramas, los cuales nos permitan calificar los valores de acuerdo a su importancia y de ese modo decidir adecuadamente basándonos en el caso de estudio (Serna, 2018).

Paso siguiente, mencionaremos los métodos de mayor relevancia para este estudio:

Análisis documental: son las documentaciones que contienen información en base a hechos su citados, sean circunstanciales o planificados son basados en un caso de estudio, también podrían ser hechos antiguos o actuales estos están representados en base datos, digitaciones, formatos, dimensiones, etc., (Carrasco, 2015).

Análisis inferencial-estadístico: Este se basa en analizar la data recopilada para luego proceder a su interpretación de tal manera de establecer tendencias. Es un método bastante importante el cual nos permite analizar de manera adecuada los datos. Este procedimiento se utiliza en el caso de tener valores recopilados mediante pruebas o ensayos, también se obtiene en base una cantidad preguntas o también llamadas encuestas todos estos basados en un caso de estudio específico (Carrasco, 2015).

Para poder procesar la data obtenida se utilizará la siguiente instrumentación:

Uno de estos es el software Excel este sirve para el procesamiento y análisis de los datos recopilados, este también nos permite mostrar de manera gráfica las diversas tendencias obtenidas de los datos.

También se tiene al software SPSS para poder analizar de forma estadística; este nos permite contrastar las diversas hipótesis para este proceso se realiza una prueba de normalidad para de ese manera obtener el tipo de distribución de los resultados, luego se pasa a realizar la prueba ANOVA esta define, si las varianzas de medias son desemejantes o similares, entre los tratamientos estudiados; por último se pasa a realizar la prueba Tukey HSD esta muestra de qué manera se comportan los tratamientos estudiados, también define si existen o no diferencias significativas entre los tratamientos.

3.5. Aspectos éticos

El propósito de esta investigación es la preservación de reservorios de agua potable en Lima Metropolitana con el fin de que estos, aumenten su vida útil y así puedan brindar agua potable de una calidad óptima para una determinada población.

La investigación sugiere que se deben seguir normas y estatutos para ser recopiladas en los datos para el estudio de esta investigación, es por ello, que los autores, muestran correctamente citadas y referenciadas los artículos, tesis, libros y demás documentos que fueron usadas para poder otorgar de forma segura su autoría y la propiedad de quienes les pertenece, logrando preservar la información de manera clara y concisa.

Se deberá seguir los lineamientos mostrados por cada norma tomada en cuenta en esta investigación, siendo respetada con honestidad, lealtad, responsabilidad, sin alterar ningún resultado en beneficio de los autores durante la realización de esta investigación.

Se respetarán los diversos procedimientos empleados durante la fase de ensayos de laboratorio, en presencia de personal calificado, quien permitirá indicar que los resultados obtenidos son veraces y no falsificados.

Se tendrá en cuenta las normativas empleadas para determinar si los ensayos realizados cumplieron o no con los requerimientos mínimos según como indica los estatutos peruanos.

3.6. Procedimientos

Se procede en primer lugar a analizar las características de los agregados.

Para dar inicio a los ensayos debemos realizar el **cuarteo de los agregados** este se basa en la NTP.400.010, Primero, debemos mezclar todo el material hasta que se homogenice, paso siguiente colocar un plástico para evitar el contacto con el piso. Luego

se coloca una cantidad representativa la cual se dividirá en 4 partes similares de estas se seleccionarán 2 partes de manera diagonal. Este proceso se repite 3 veces.

Figura 24.

Cuartear y seleccionar los agregados



Fuente: Elaborado por los autores.

Luego se procedió a realizar la prueba de **contenido de humedad** se realiza según NTP 339.185, para esto se debe considerar la cantidad de líquido libre. Este proceso normalmente se realiza mediante la técnica de secado de los agregados, para estos casos

los % de humedad se calculan dividiendo el peso en estado húmedo entre el peso en estado seco.

$$W = W_w / W_s * 100$$

Dónde:

w = contenido de humedad expresado en %.

W_w = peso del agua existente en la masa de suelo.

W_s = peso de las partículas sólidas.

Figura 25.

Proceso para la obtención del contenido de humedad de los agregados



Fuente: Elaborado por los autores.

Luego tenemos al análisis de la **granulometría de los agregados**, nos basaremos en la NTP.400.012, esta analiza los diversos tamaños de los agregados en estudio. Para realizar un procedimiento adecuado se deberá contar con tamices debidamente calibrados.

Para realizar un correcto análisis granulométrico debemos contar con los siguientes elementos taras, balanzas grameras calibras y tamices calibrados y con mallas específicas de la siguiente manera: 2", 1½", 1,¾", 1/2", 3/8", N°4, N°8, N°16 y base.

Para el análisis granulométrico de los áridos, se deberá contar con 300g de material seleccionado, luego se inicia el proceso de tamizaje para de esa manera su tamaño máximo y también el tamaño máximo nominal.

Figura 26.

Proceso para la obtención de la granulometría del agregado

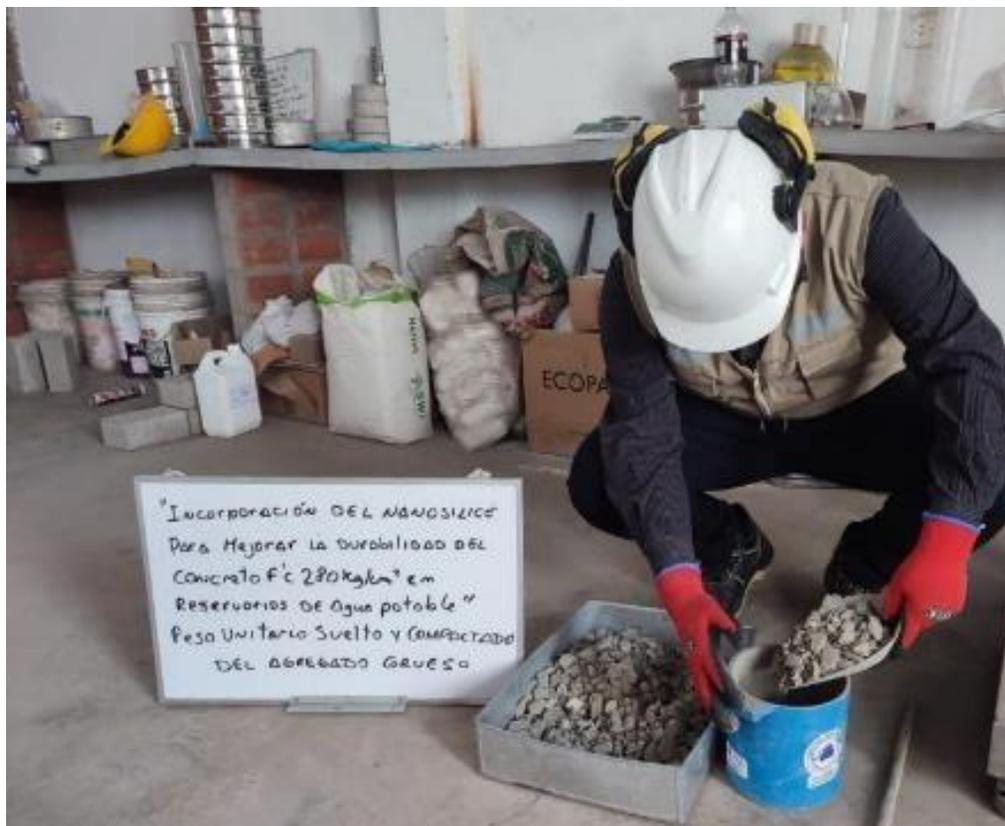


Fuente: Elaborado por los autores.

Luego se procedió a realizar el ensayo pesos unitarios sueltos y compactados de los agregados, nos basamos a la NTP. 400.017. Este procedimiento se da inicio con el peso de los moldes volumétricos a utilizar, paso siguiente se procede a llenar con la ayuda de un cucharón, luego se procede a enrasar con una varilla por último se procede a pesar el molde este proceso es para los pesos unitarios sueltos. En el caso de los pesos unitarios compactados se sigue el mismo proceso, pero se compacta en 3 capas iguales, cada una de 25 golpes. Estos procesos se deben repetir no menos de 3 veces.

Figura 27.

Proceso de los pesos unitarios sueltos y compactados de los agregados



Fuente: Elaborado por los autores.

También tenemos el ensayo de **Densidad específica y absorción de los agregados**, nos basamos a la NTP. 400.021, en este proceso se mide la densidad de los agregados frente al volumen de líquido al cual fue saturado; para tener un agregado correcto este debe tener un porcentaje alto de absorción, si se obtienen valores de absorción bajos se deduce que el agregado es un material endeble.

Figura 28.

Proceso para obtener la densidad y absorción de los agregados



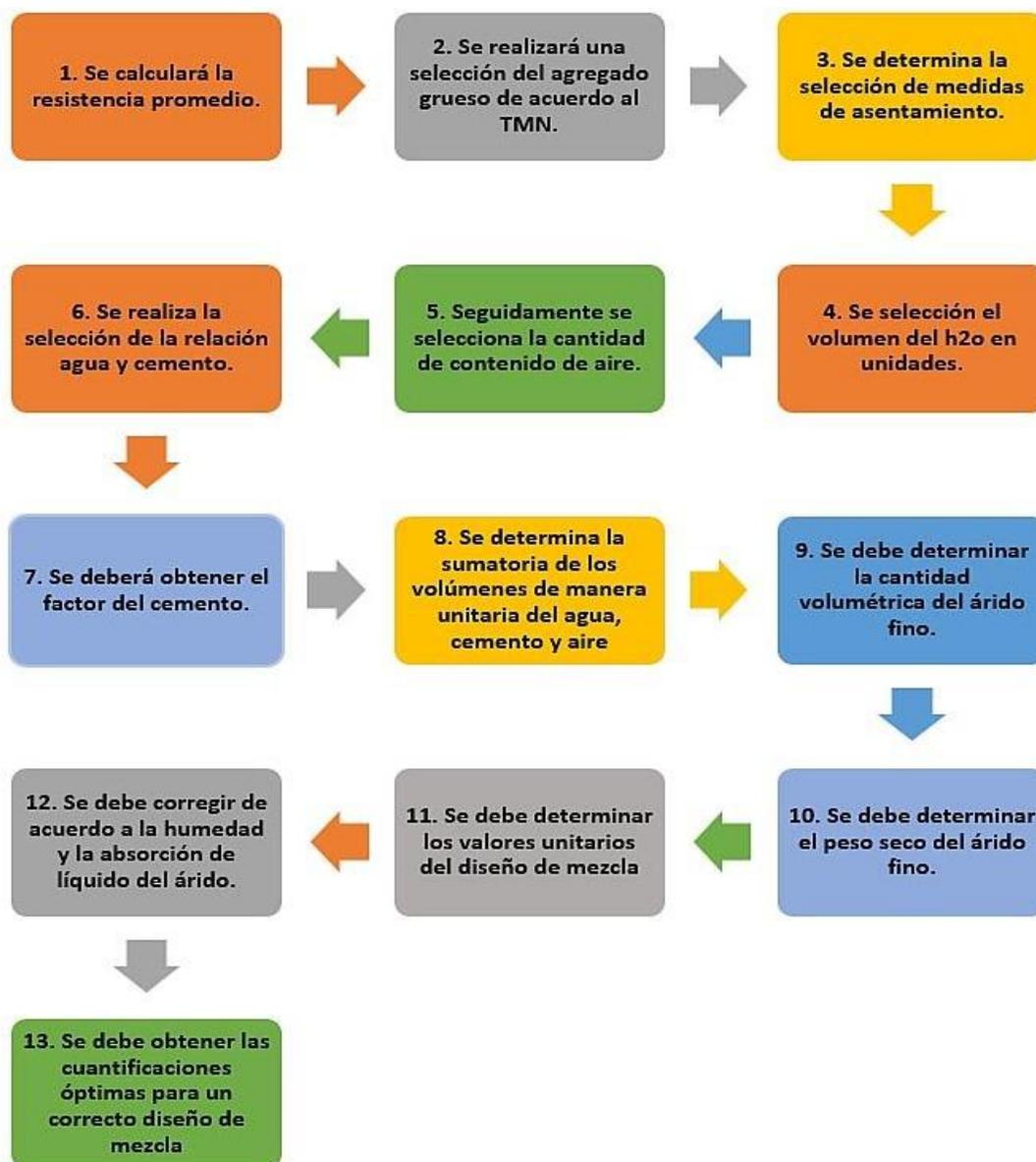
Fuente: Elaborado por los autores.

Diseño de mezcla

Para diseñar las mezclas nos basaremos en las normas del ACI 211, dicho proceso se detalla en la siguiente figura a continuación:

Figura 29.

Proceso de diseño de mezcla



Fuente: Elaborado por los autores.

Luego del proceso de diseño se procedió realizar la elaboración de las mezclas patrón y también añadiéndole 0.7%, 0.9%, 1.1% y 1.3% de nanosílice.

Figura 30.

Preparación de la mezcla



Fuente: Elaborado por los autores.

Luego de obtener la mezcla del concreto se deberá realizar la **prueba de trabajabilidad** esta se realiza de acuerdo con la NTP 339.035, el instrumento a utilizar es el cono de Abrahams. Este se ejecutó de la siguiente manera; primero, se moja la parte interior del cono, luego se procede a colocar el cono sobre una lámina de metal luego se procede a agarrar de los manubrios, para proceder con llenado del cono este se debe llenar en 3 capas están deberán ser compactadas con una varilla de 25 golpes, paso siguiente se procede a quitar el excedente de la lámina de metal, por último se levanta el cono lentamente luego se procede a voltear el cono y se coloca la varilla de

manera horizontal por encima del cono y de esa manera medir cuanto se asienta el concreto.

Figura 31.

Prueba de trabajabilidad



Fuente: Elaborado por los autores.

Luego se procedió a relizar el **ensayo de temperatura** basandonos en la Norma Técnica Peruana 339.184 (2021), esta prueba tiene como objetivo hallar la temperatura interna del concreto en su estado fresco, este procedimiento reside en introducir un dispositivo que ayuda a medir la temperatura es trascendental porque influye directamente en su tiempo de fraguado, resistencia y durabilidad.

Figura 32.

Dispositivos de ensayo de temperatura



Fuente: Elaborado por los autores.

Paso siguiente se realizo el **ensayo de exudación**, este consiste en la medición del agua acumulada en la parte superficial de la mezcla, para realizar este metodo primero sede llenar el recipiente de mezcla para luego ser apisonada y luego se procede a dejar orear paso siguiente con ayuda de una pipeta se extrae el liquido y se procede a pesar.

Figura 33.*Ensayo de exudación*

Fuente: Elaborado por los autores.

Luego se realizó el **ensayo de tiempo de fraguado**, este consiste en llenar un recipiente y compactarlo en 3 capas luego se procede a pesar el mismo se dejar orear hasta tener un secado superficial luego se procede a colocar en el aparato de penetración, luego se procede a medir el tiempo de demora de penetración de acuerdo a cada tipo de aguja este proceso se repite 6 veces.

Figura 34.

Ensayo de tiempo de fraguado



Fuente: Elaborado por los autores.

Paso siguiente, se **elaboraron los especímenes cilíndricos** de concreto para eso nos basamos en la NTP 339.033. En el caso de los especímenes cilíndricos, se vertió el concreto en 3 partes iguales en base a su altura, por cada capa llenada se deberá compactar con una varilla 25 veces en forma helicoidal y golpear por fuera del molde con una comba de goma. Una vez lleno el molde se enrasará con la varilla.

Figura 35.

Elaborando las probetas



Fuente: Elaborado por los autores.

Figura 36.

Curado probetas de cilíndricas y prismáticas



Fuente: Elaborado por los autores.

Luego del proceso de elaboración y curado de los especímenes cilíndricos se procede a realizar el **ensayo de resistencia a la compresión** de los especímenes de concreto patrón y los diseños añadiéndole 2%,4% y 6% de C.C.C.

Para el cálculo de los datos de la resistencia a los esfuerzos por compresión al espécimen estudiado se lo somete a una carga hasta el momento de su fisuración luego dicho resultado se divide entre el área de la base del espécimen estos términos están basados en la NTP 339.034. La ecuación utilizada se muestra a continuación:

$$Fb = \frac{F}{A}$$

Dónde:

F: Carga máxima o fuerza de rotura en kg.

A: Área neta del bloque en cm².

F'b: Resistencia neta kg/cm².

Figura 37.*Esfuerzos por compresión*

Fuente: Elaborado por los autores.

Luego se realizó el ensayo de absorción en concreto endurecido basada en la ASTM C642 (2021), esta prueba se realiza para estimar la porosidad del concreto, controlar su calidad y estimar su resistencia estructural. El alcance del ensayo incluye la preparación de las muestras, la inmersión en agua, la medición de la absorción y el cálculo del porcentaje de absorción,

Figura 38.

Ensayo de absorción en concreto endurecido



Fuente: Elaborado por los autores.

A continuación, se procede a realizar el **ensayo de resistencia a la tracción diametral** nos basamos en la norma NTP 339.084, este consiste en la aplicación de una carga por compresión en la parte larga de la probeta de concreto hasta el momento donde ocurre la falla con respecto al largo diametral. Esta fuerza conduce a obtener esfuerzos tensionantes con respecto al plano aplicado. Por ende, el fallo por tracción es antes que falle por compresión esto es porque las zonas donde se aplican las cargas están en un estado triaxial con respecto al largo de la probeta de concreto.

Figura 39.

Esfuerzos por tracción



Fuente: Elaborado por los autores.

Luego tenemos el ensayo de **resistencia al desgaste por abrasión** nos basaremos en la ASTM-C418, para este proceso las muestras son discos de concreto su espesor no debe ser mayor a 10cms. Dicho disco debe tener un acabado prolijo para que se pueda colocar adecuadamente dentro de la máquina de desgaste. Primero se debe obtener el peso inicial paso siguiente se coloca en el equipo de desgaste, el cabezal se mantendrá funcionando por 2 min., luego se procede a pesar el disco desgastado y se procederá a obtener el porcentaje de desgaste por abrasión.

Figura 40.

Resistencia al desgaste por abrasión



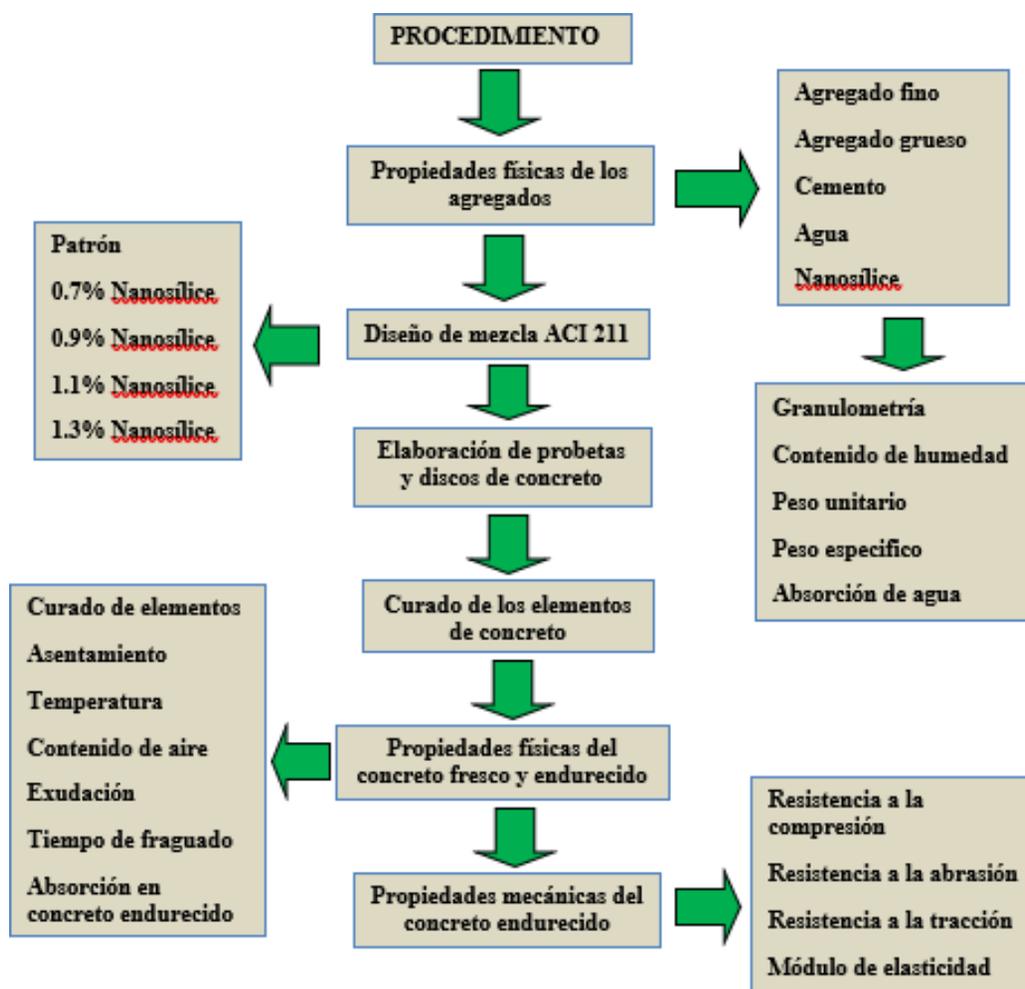
Fuente: Elaborado por los autores.

CAPITULO IV: RESULTADOS

Este capítulo muestra los resultados de pruebas de laboratorio para determinar las características físicas y mecánicas de un concreto $f'c$ de 280 kg/cm² en reservorios de agua potable en Lima Metropolitana. En primer lugar, mostraremos un flujograma del procedimiento seguido en la investigación:

Figura 41

Proceso de desarrollo de la Investigación



Fuente: Elaborado por los autores.

4.1. Criterio del Objetivo Especifico 1: Diseño de Mezcla

Para desarrollar este objetivo el cual es determinar la influencia de la incorporación de Nanosílice en el diseño de Mezcla del concreto $f'c$ 280 kg/cm² en reservorios de agua potable en Lima Metropolitana, primero debemos obtener las propiedades físicas de los agregados.

4.1.1. Ensayo de Agregados

4.1.1.1. Ensayo granulométrico del agregado grueso y fino

Tabla 26.

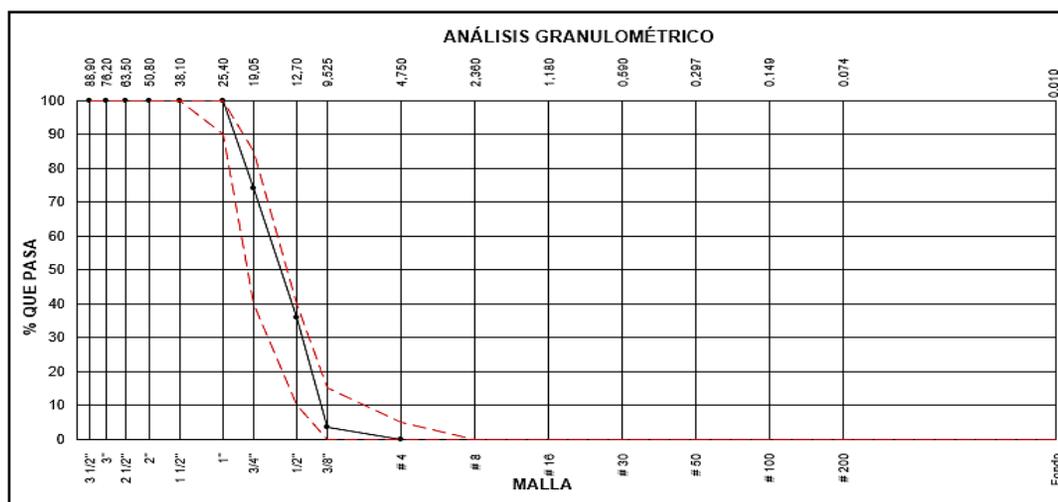
Resultados granulométricos del agregado grueso

Mallas	Pesos	Pesos	Peso Ret.	%Pasante
	Ret.(gr)	Ret.(%)	Acum.(%)	Acum.
1"	0.0	0.00	0.00	100.00
3/4"	319.5	25.97	25.97	74.03
1/2"	469.7	38.18	64.15	35.85
3/8"	398.5	32.39	96.55	3.45
# 4	42.5	3.45	100.00	0.00
# 8	0.0	0.00	100.00	0.00
Fondo	0.0	0.00	100.00	0.00
		TM=1"	T.N.M.= 3/4"	MF=7.23

Fuente: Elaborado por los autores.

Figura 42.

Curva obtenida del análisis granulométrico del agregado grueso



Fuente: Elaborado por los autores.

Tabla 27.

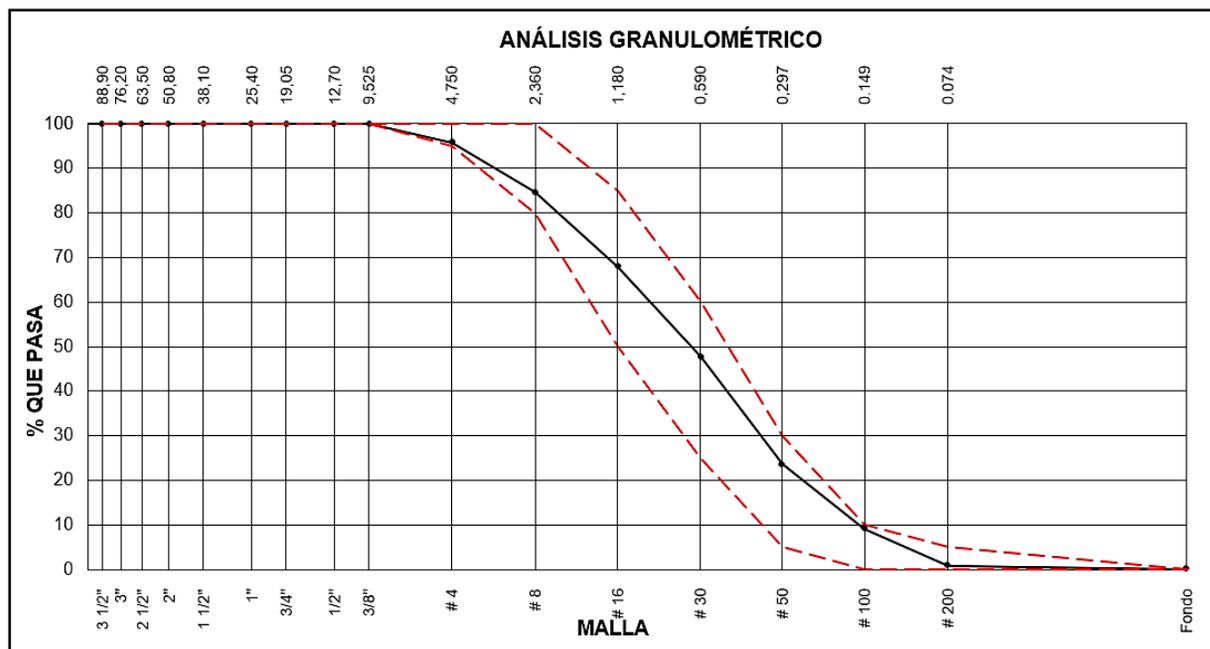
Resultados granulométricos del agregado fino

Mallas	Pesos Rete.(gr)	Pesos Rete.(%)	Peso Rete. Acum.(%)	%Pasante Acum.
3/8"	0.0	0.00	0.00	100.00
# 4	47.4	4.37	4.37	95.63
# 8	119.3	11.01	15.38	84.62
# 16	181.7	16.77	32.15	67.85
# 30	218.1	20.13	52.27	47.73
# 50	261.2	24.10	76.38	23.62
# 100	158.6	14.64	91.01	8.99
# 200	88.9	8.20	99.22	0.78
Fondo	8.5	0.78	100.00	0.00
		TM=3/8"	T.N.M.= # 4	MF=2.72

Fuente: Elaborado por los autores.

Figura 43.

Curva obtenida del análisis granulométrico del agregado fino



Fuente: Elaborado por los autores.

4.1.1.3. Ensayo de contenido de humedad del agregado grueso y fino

Tabla 28.

Resultado del porcentaje de humedad del agregado grueso

Información	Unid.	Datos
Peso Recipiente	Gr	484.0
Peso Recipiente + muestra saturada	Gr	5552.7
Peso Recipiente + muestra secada	Gr	5455.9
Contenido de humedad	%	1.95

Fuente: Elaborado por los autores.

Tabla 29.*Resultado del porcentaje de humedad del agregado fino*

Información	Unid.	Datos
Peso Recipiente	gr	225.0
Peso Recipiente + muestra saturada	gr	674.6
Peso Recipiente + muestra secada	gr	651.3
Contenido de humedad	%	5.47

Fuente: Elaborado por los autores.

4.1.1.4. Ensayo de densidad específica y absorción del agregado grueso y fino**Tabla 30.***Densidad específica y absorción del agregado grueso*

Resultados Ag. grueso	Resultados
Grav. Espec. OD	2.702
Grav. Espec. SSS	2.750
Grav. Espec. aparente	2.836
Absorción (%)	1.75

Fuente: Elaborado por los autores.

Tabla 31.*Densidad específica y absorción del agregado fino*

Resultados Ag. fino	Resultados
Grav. Espec. OD = $D/(B+A-C)$	2.78
Grav. Espec. SSS = $A/(B+A-C)$	2.92

$$\text{Grav. Espec. aparente} = D/(B+D-C) \quad 3.26$$

$$\% \text{ Absorción} = 100*((A-D)/D) \quad 5.32$$

Fuente: Elaborado por los autores.

4.1.1.4. Ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado grueso y fino

Tabla 32.

Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso

Peso unitario suelto			
Identificación	1	2	Promedio
Pesaje molde (kg)	3.508	3.508	
Vol. de molde (m3)	0.007126	0.007126	
Pesaje molde + m. suelta (kg)	14.736	14.751	
Pesaje m. suelta (kg)	11.219	11.231	
Peso unitario suelto (kg/m3)	1598	1606	1602
Peso unitario compactado			
Identificación	1	2	Promedio
Pesaje molde (kg)	3.510	3.510	
Vol. de molde (m3)	0.007049	0.007049	
Pesaje molde + m. suelta (kg)	15.128	15.137	
Pesaje m. suelta (kg)	11.613	11.642	

Peso unitario compactado (kg/m3)	1648	1656	1652
---	-------------	-------------	-------------

Fuente: Elaborado por los autores.

Tabla 33.

Peso unitario suelto y compactado del agregado fino

Agregado fino			
Peso unitario suelto			
Identificación	1	2	Promedio
Pesaje molde (kg)	6.272	6.272	
Vol. de molde (m3)	0.002127	0.002127	
Pesaje molde + m. suelta (kg)	9.771	9.775	
Pesaje m. suelta (kg)	3.499	3.503	
Peso unitario suelto (kg/m3)	1685	1677	1681
Peso unitario compactado			
Identificación	1	2	Promedio
Pesaje molde (kg)	6.272	6.272	
Vol. de molde (m3)	0.002127	0.002127	
Pesaje molde + m. suelta (kg)	10.049	10.052	
Pesaje m. suelta (kg)	3.778	3.780	
Peso unitario compactado (kg/m3)	2817	2825	2821

Fuente: Elaborado por los autores.

De los resultados obtenidos de los ensayos físicos a los agregados se procedió a realizar los diseños de mezcla.

4.1.2. Diseños de mezcla

4.1.2.1. Diseño de mezcla patrón

Tabla 34.

Resultados del diseño patrón f'c 280 kg/cm²

Diseño patrón	
1. Resistencia a la compresión requerida f'cr	364 kg/cm ²
2. Relación agua cemento	0.47
3. Determinación del volumen de agua	205 litros
4. Cantidad de aire atrapado	2.0 %
5. Cálculo de la cantidad de cemento	436 kg
6. Factor cemento (Bolsas x m ³)	10.3 bolsas
7. Cálculo del volumen de agregados	
Volumen de pasta	0.3635 m ³
Volumen de agregados	0.6365 m ³
8. Proporción de agregados secos	
Agregado grueso	0.4898 m ³ = 1015 kg
Agregado fino	0.1468 m ³ = 401 kg
9. Peso húmedo de los agregados - corrección por humedad	
Agregado grueso	1035 kg
Agregado fino	424 kg
10. Agua efectiva corregida por absorción y humedad	201 litros
11. Volumen de tanda de prueba	0.03 m ³
Cemento SOL Tipo 1	13.09 kg
Agua	6.09 litros
Agregado grueso	31.04 kg
Agregado fino	12.72 kg
Slump Obtenido	3 1/4"
12. Proporción en volumen de obra	
Cemento SOL Tipo 1	1
Agregado fino	1.1
Agregado grueso	2.37
Agua	19.6 L/bolsa

Fuente: Elaborado por los autores.

4.1.2.1. Diseño de mezcla incorporando nanosílice al 0.7%, 0.9%, 1.1% y

1.3%

Tabla 35.

Resultados del diseño patrón $f'c$ 280 kg/cm² incorporando nanosílice al 0.7%, 0.9%, 1.1% y 1.3%

Diseños con Nanosílice	Nanosílice kg x m ³	Cantidades por volumen de tanda por 0.03 m ³				
		Cemento SOL Tipo I (kg)	Agua (Litros)	Agregado grueso (kg)	Agregado fino (kg)	Nanosílice (kg)
0.7% Nanosílice	(0.7% N.) 3.05 kg x m ³	13.09	6.09	31.04	12.72	0.09
0.9% Nanosílice	(0.9% N.) 3.93 kg x m ³	13.09	6.09	31.04	12.72	0.12
1.1% Nanosílice	(1.1% N.) 4.80 kg x m ³	13.09	6.09	31.04	12.72	0.14
1.3% Nanosílice	(1.3% N.) 5.67 kg x m ³	13.09	6.09	31.04	12.72	0.17

Fuente: Elaborado por los autores.

4.2. Criterio del Objetivo Especifico 2: Propiedades Físicas

A continuación, se presentan la tablas y figuras de los resultados del ensayo de trabajabilidad, temperatura, contenido de aire, densidad (peso unitario), exudación, tiempo de fraguado y absorción de concreto endurecido.

4.2.1. Ensayo de trabajabilidad

Tabla 36.

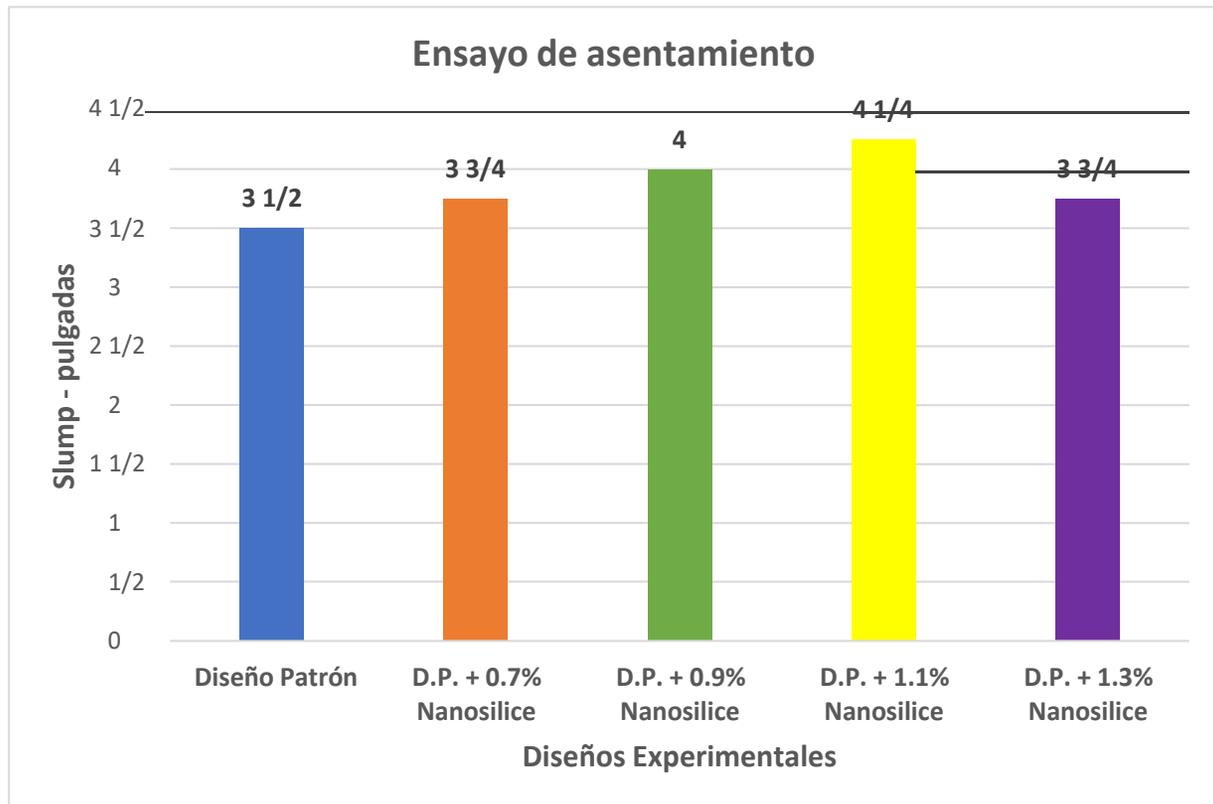
Resultados del ensayo de trabajabilidad

DISEÑOS	SLUMP
Diseño Patrón	3 1/4"
Diseño Patrón	3 1/2"
Diseño Patrón	3 1/4"
Diseño Patrón	3"
Prom. Diseño Patrón	3 1/4"
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	3 1/4"
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	3 1/2"
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	3 3/4"
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	3 1/2"
Prom. Diseño + 0.7% Nanosílice	3 1/2"
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	3 3/4"
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	3 1/2"
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	4"
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	3 3/4"
Prom. Diseño + 0.9% Nanosílice	3 3/4"
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	4"
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	3 3/4"
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	4"
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	4 1/4"
Prom. Diseño + 1.1% Nanosílice.	4"
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	4 1/4"
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	4"
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	4 1/2"
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	4 1/4"
Prom. Diseño + 1.3% Nanosílice	4 1/4"

Fuente: Elaborado por los autores.

Figura 44.

Resultados del ensayo de asentamiento



Fuente: Elaborado por los autores.

En base a la figura 44 se observa que el Slump de los diseños se encuentra en el rango 3"-5", estos tienen una consistencia plástica la cual es ideal para pavimentos rígidos. Otro punto observado es que el diseño con mejor trabajabilidad es el de 1.3% Nanosilice con un asentamiento de 4 1/4".

4.2.2. Ensayo de temperatura

Tabla 37.

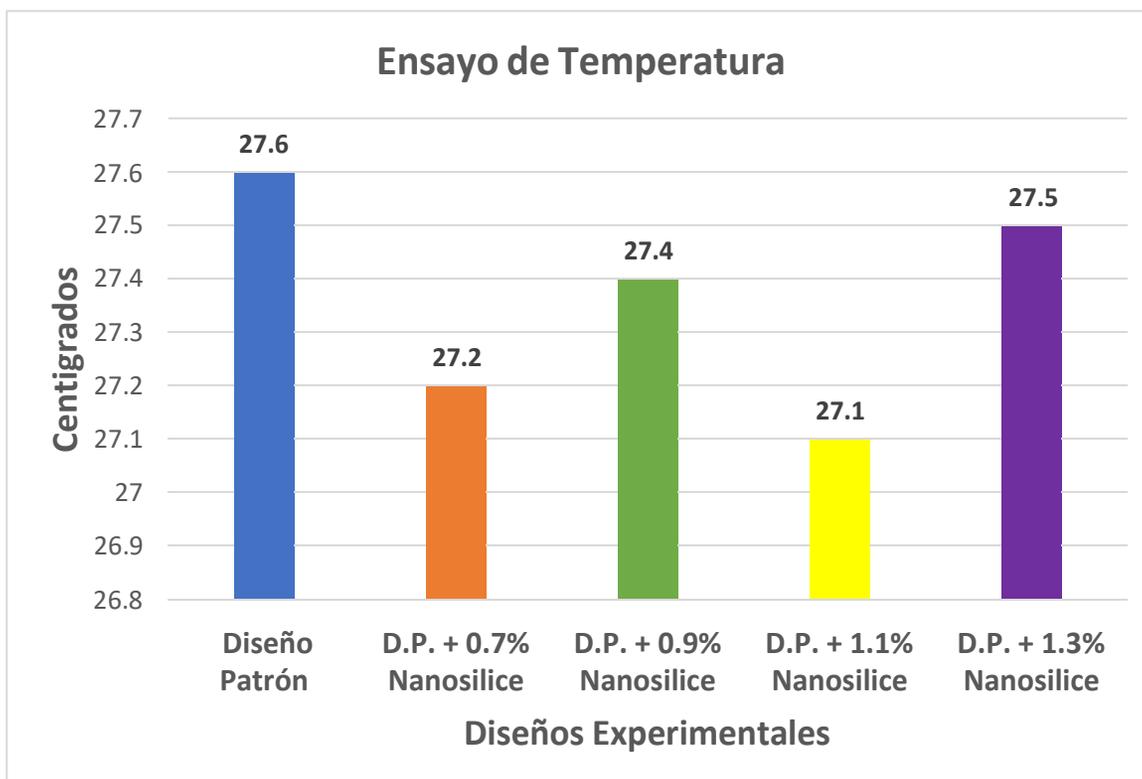
Resultados del ensayo de temperatura

DISEÑOS	TEMPERATURA
Diseño Patrón	26.5°
Diseño Patrón	28.7°
Diseño Patrón	27.8°
Diseño Patrón	27.4°
Prom. Diseño Patrón	27.6°
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	27.5°
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	26.8°
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	27.6°
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	26.5°
Prom. Diseño + 0.7% Nanosílice	27.2°
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	27.1°
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	26.9°
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	27.4°
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	28.2°
Prom. Diseño + 0.9% Nanosílice	27.4°
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	27.3°
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	26.9°
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	26.6°
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	27.7°
Prom. Diseño + 1.1% Nanosílice.	27.1°
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	28.2°
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	27.7°
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	26.9°
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	27.2°
Prom. Diseño + 1.3% Nanosílice	27.5°

Fuente: Elaborado por los autores.

Figura 45.

Resultados del ensayo de temperatura



Fuente: Elaborado por los autores.

En base a la figura 45 se observa que las temperaturas obtenidas de los diseños estudiados se hallan en el rango entre 10° C y 32° C por ende si cumple con lo establecido en normativa NTP 339.184.

4.2.3. Ensayo de contenido de aire

Tabla 38.

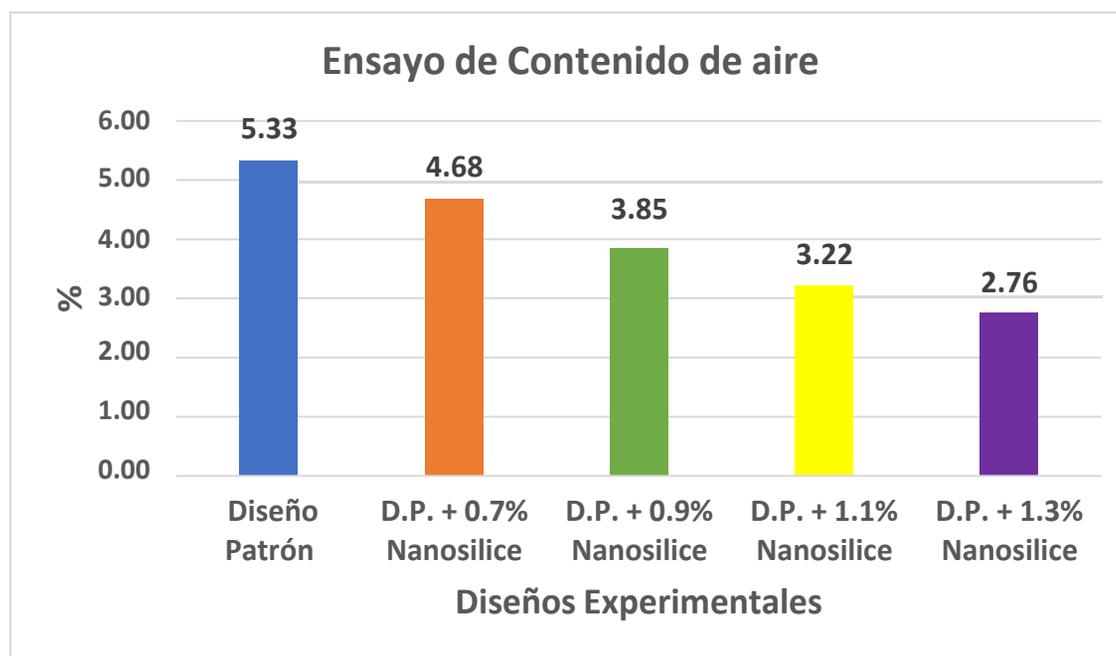
Resultados del ensayo de contenido de aire

DISEÑOS	CONTENIDO DE AIRE (%)
Diseño Patrón	5.33%
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	4.68%
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	3.85%
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	3.22%
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	2.76%

Fuente: Elaborado por los autores.

Figura 46.

Resultados del ensayo contenido de aire



Fuente: Elaborado por los autores.

En base a la figura 46 se observa que los porcentajes de contenido de aire obtenidos de los diseños estudiados se hallan en el rango entre 0 – 10% por ende si cumple con lo establecido en normativa ASTM - C 231.

4.2.4. Ensayo de peso unitario-especifico

Tabla 39.

Resultados del ensayo de peso unitario

DISEÑOS	PESO UNITARIO (kg/m ³)
Diseño Patrón	2210.76
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	2284.30
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	2311.27
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	2348.11
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	2384.67

Fuente: Elaborado por los autores.

Figura 47.

Resultados del ensayo de peso unitario



Fuente: Elaborado por los autores.

En base a la figura 47 se observa que los pesos unitarios obtenidos de los diseños estudiados se hallan en el rango entre 2200 – 2400 kg/m³ por ende si cumple con lo establecido en normativa ASTM - C 138.

4.2.5. Ensayo de exudación

Tabla 40.

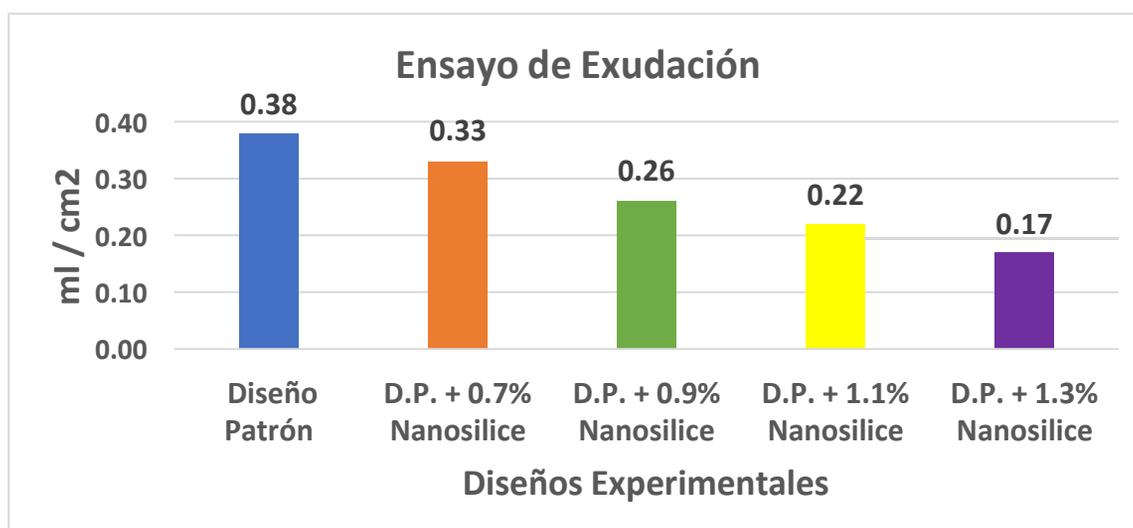
Resultados del ensayo de exudación

DISEÑOS	ÁREA DE LA SUPERFICIE LIBRE (cm ²)	VOLUMEN TOTAL EXUDADO (ml)	EXUDACIÓN (ml/cm ²)
Diseño Patrón	314.18	118.26	0.38
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	314.18	104.55	0.33
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	314.18	82.66	0.26
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	314.18	68.74	0.22
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	314.18	53.36	0.17

Fuente: Elaborado por los autores.

Figura 48.

Resultados del ensayo de exudación



Fuente: Elaborado por los autores.

En base a la figura 48 se observa que la exudación de los diseños estudiados tiene la tendencia a disminuir, por ende, no pierden liquido el mejor de los diseños es el de 1.3% Nanosílice con una exudación de 0.17 ml/cm².

4.2.6. Ensayo de tiempo de fraguado

Tabla 41.

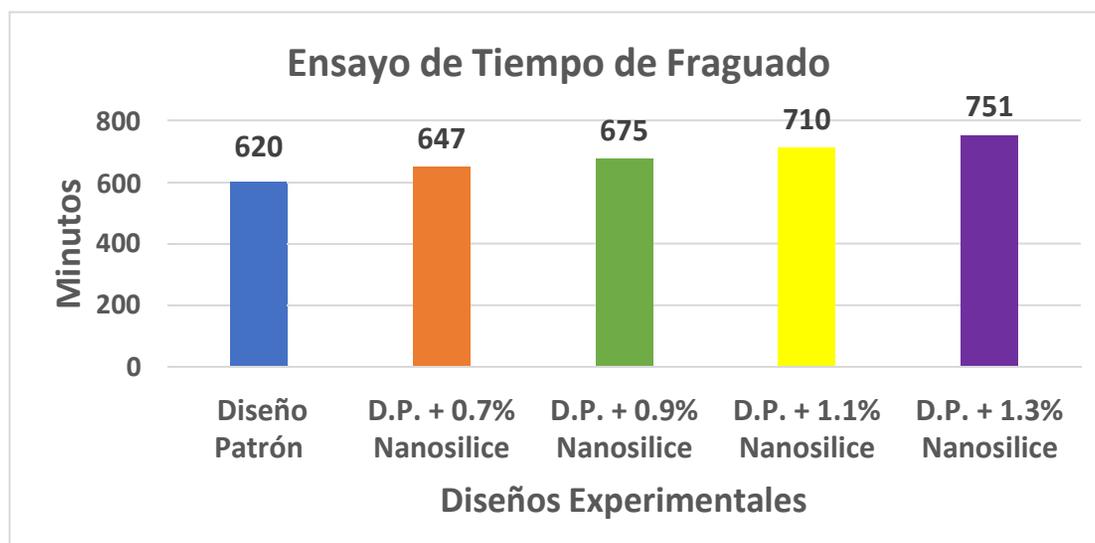
Resultados del ensayo de tiempo de fraguado

DISEÑOS	RESISTENCIA PENETRACION (PSI)	TIEMPO DE FRAGUADO (min.)
Diseño Patrón	4480	620
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	4335	647
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	4242	675
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	4121	710
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	4043	751

Fuente: Elaborado por los autores.

Figura 49.

Resultados del ensayo de tiempo de fraguado



Fuente: Elaborado por los autores.

En base a la figura 49 se observa que el tiempo de fraguado de los diseños estudiados tiende a aumentar, por ende, permite más tiempo de trabajabilidad el mejor de los diseños es el de 1.3% Nanosílice con un tiempo de 751 min.

4.2.7. Ensayo de absorción de concreto endurecido

Tabla 42.

Resultados del ensayo de absorción de concreto endurecido

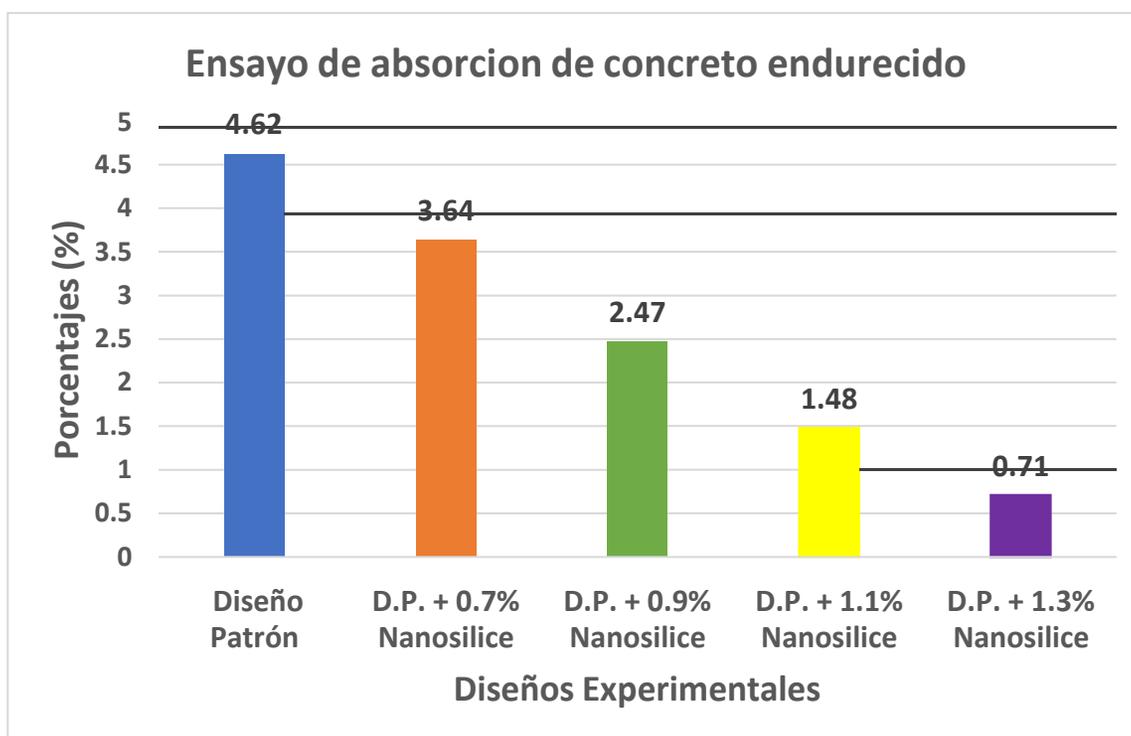
DISEÑO	MUESTRA EN ESTADO SECO (gr)	MUESTRA EN ESTADO SATURADO (gr)	ABSORCION (%)
Diseño Patrón	6215	6479	4.25
Diseño Patrón	6327	6625	4.71
Diseño Patrón	6421	6735	4.89
Prom. Diseño Patrón			4.62
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	6391	6641	3.91
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	6287	6516	3.64
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	6411	6627	3.37
Prom. Diseño + 0.7% Nanosílice			3.64
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	6257	6428	2.73
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	6378	6538	2.51
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	6404	6542	2.15
Prom. Diseño + 0.9% Nanosílice			2.47
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	6363	6438	1.18
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	6417	6509	1.43
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	6285	6399	1.81
Prom. Diseño + 1.1% Nanosílice.			1.48
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	6372	6419	0.74
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	6429	6459	0.47

Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	6305	6363	0.92
Prom. Diseño + 1.3% Nanosílice.			0.71

Fuente: Elaborado por los autores.

Figura 50.

Resultados del ensayo de absorción de concreto endurecido



Fuente: Elaborado por los autores.

En base a la figura 50 se observa que el porcentaje de absorción de los diseños estudiados tiende a disminuir, el mejor de los diseños es el de 1.3% Nanosílice con un porcentaje de absorción de 0.71%. También podemos observar que los diseños estudiados se hallan en el rango entre 0 – 10% por ende si cumple con lo establecido en normativa NTP 339.232.

4.3. Criterio del Objetivo Especifico 3: Propiedades Mecánicas

A continuación, se presentan la tablas y figuras de los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión, módulo de elasticidad en probetas de concreto, resistencia a la tracción diametral y resistencia al desgaste por abrasión.

4.3.1. Ensayo de resistencia a la compresión

Dicho ensayo se desarrollo a los 7, 14 y 28 días. A continuación, se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 43.

Resultados de la resistencia a la compresión a los 7 días

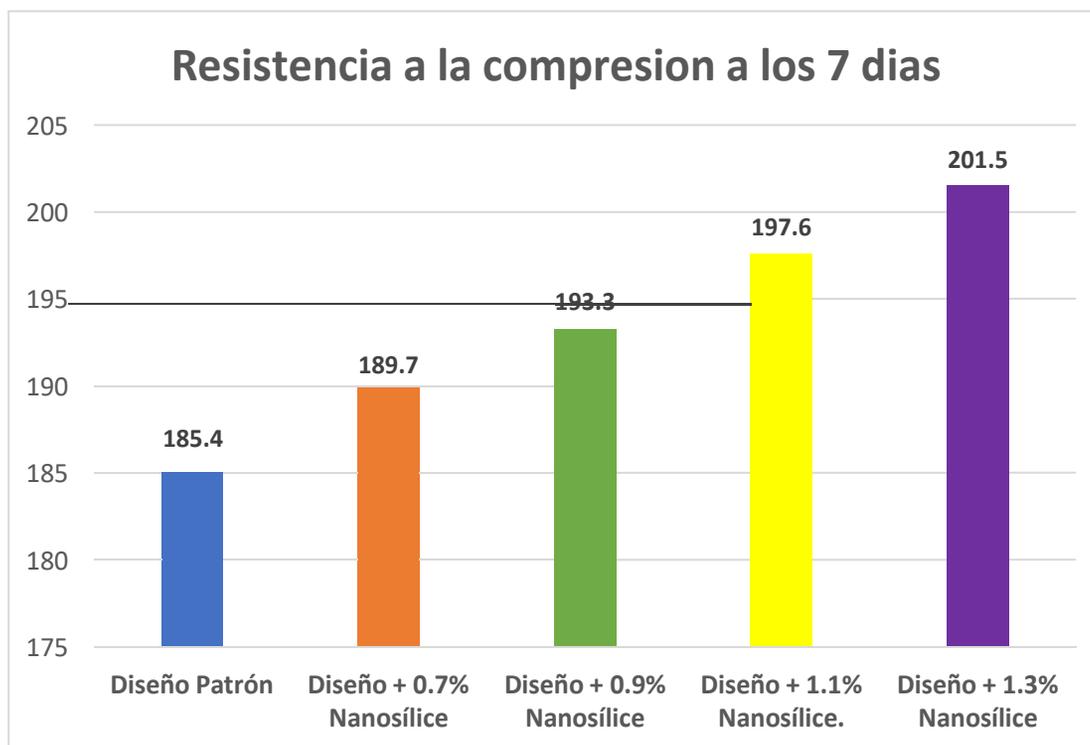
DISEÑO	FUERZA MAXIMA	ESFUERZO (kg/cm ²)	% F'c
Diseño Patrón	32595	184.4	65.87
Diseño Patrón	32916	186.3	66.52
Diseño Patrón	32787	185.5	66.26
Prom. Diseño Patrón	32766	185.4	66.22
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	33354	188.7	67.41
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	33542	189.8	67.79
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	33679	190.6	68.07
Prom. Diseño + 0.7% Nanosílice	33525	189.7	67.76
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	33965	192.2	68.64
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	34299	194.1	69.32
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	34187	193.5	69.09
Prom. Diseño + 0.9% Nanosílice	34150	193.3	69.02
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	34785	196.8	70.30
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	34940	197.7	70.61

Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	35057	198.4	70.85
Prom. Diseño + 1.1% Nanosílice.	34927	197.6	70.59
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	35852	202.9	72.46
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	35561	201.2	71.87
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	35427	200.5	71.60
Prom. Diseño + 1.3% Nanosílice	35613	201.5	71.98

Fuente: Elaborado por los autores.

Figura 51.

Resultados de la resistencia a la compresión a los 7 días



Fuente: Elaborado por los autores.

En base a la figura 51 se observa que la resistencia a esfuerzos por compresión a los 7 días de los diseños estudiados tiende a aumentar, el mejor de los diseños es el de 1.3% Nanosílice con 201.5 kg/cm².

Tabla 44

Resultados de la resistencia a la compresión a los 14 días

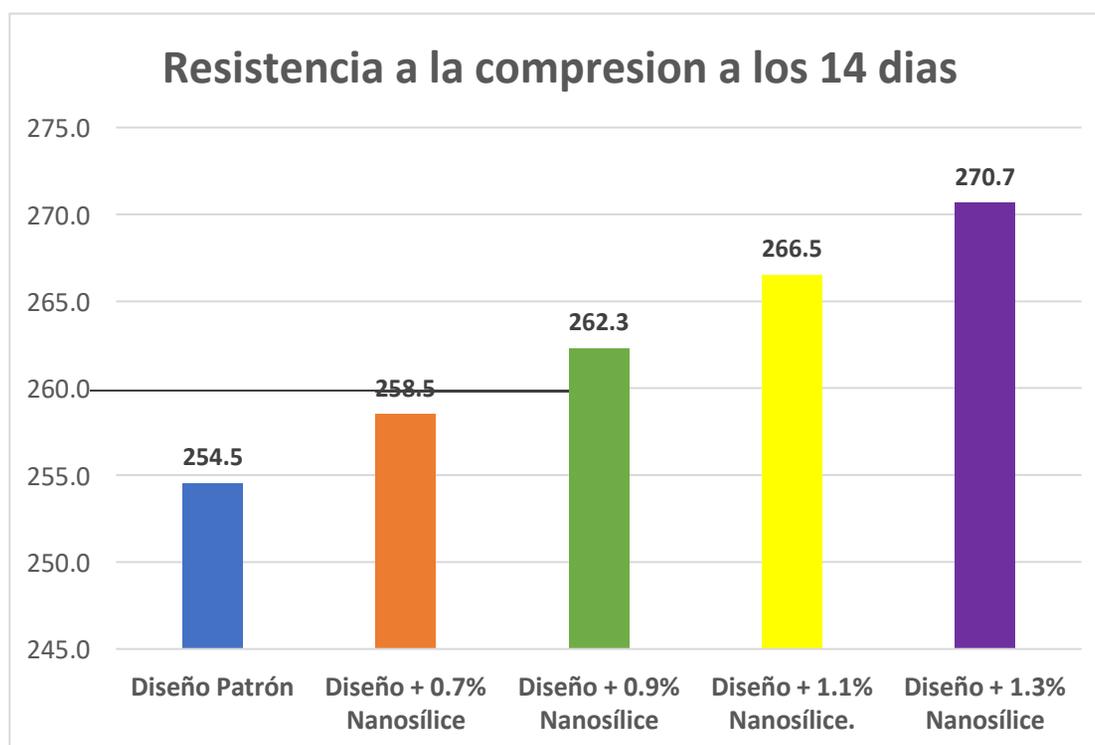
DISEÑO	FUERZA MAXIMA	ESFUERZO (kg/cm ²)	% F'c
Diseño Patrón	44830	253.7	90.6
Diseño Patrón	45116	255.3	91.18
Diseño Patrón	44992	254.6	90.93
Prom. Diseño Patrón	44979	254.5	90.90
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	45664	258.4	92.29
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	45929	259.9	92.82
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	45457	257.2	91.87
Prom. Diseño + 0.7% Nanosílice	45683	258.5	92.33
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	46495	263.1	93.97
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	46172	261.3	93.31
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	46379	262.5	93.73
Prom. Diseño + 0.9% Nanosílice	46349	262.3	93.67
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	46863	265.2	94.71
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	47107	266.6	95.2
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	47327	267.8	95.65
Prom. Diseño + 1.1% Nanosílice.	47099	266.5	95.19
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	47865	270.9	96.74
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	47601	269.4	96.2
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	48007	271.7	97.02

Prom. Diseño + 1.3% Nanosílice	47824	270.7	96.65
---------------------------------------	--------------	--------------	--------------

Fuente: Elaborado por los autores.

Figura 52.

Resultados de la resistencia a la compresión a los 14 días



Fuente: Elaborado por los autores.

En base a la figura 52 se observa que la resistencia a esfuerzos por compresión a los 14 días de los diseños estudiados tiende a aumentar, el mejor de los diseños es el de 1.3% Nanosílice con 270.7 kg/cm².

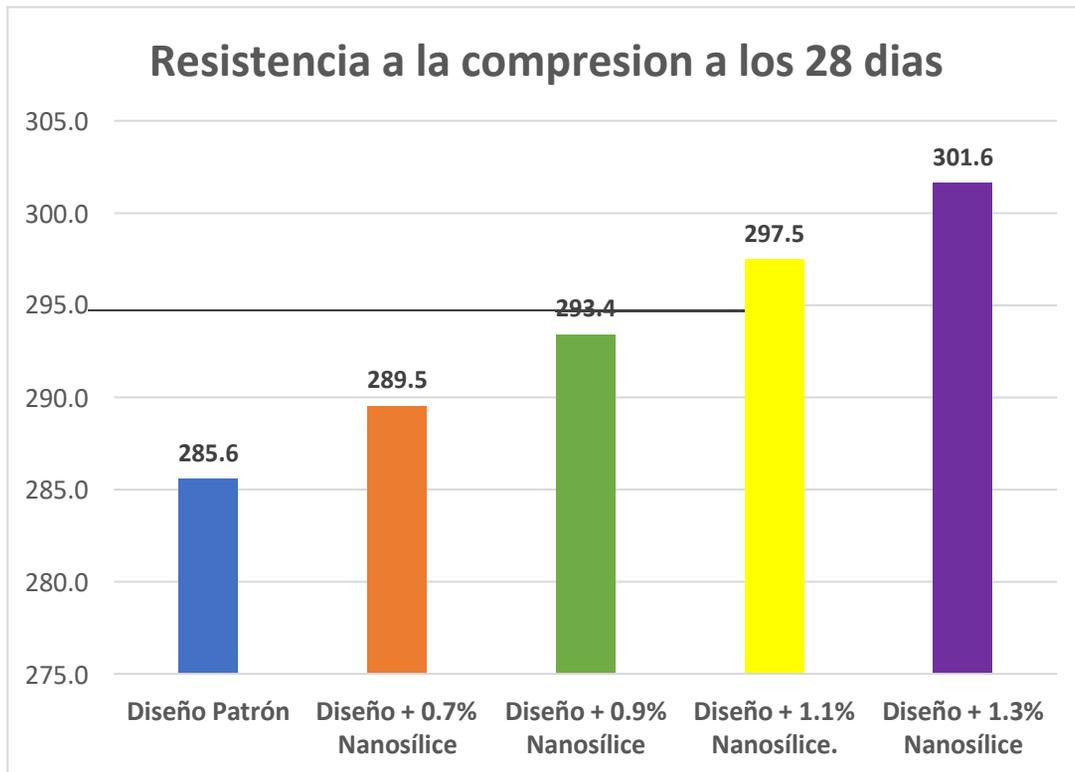
Tabla 45.*Resultados de la resistencia a la compresión a los 28 días*

DISEÑO	FUERZA MAXIMA	ESFUERZO (kg/cm ²)	% F'c
Diseño Patrón	50495	285.7	102.05
Diseño Patrón	50616	286.4	102.3
Diseño Patrón	50288	284.6	101.63
Prom. Diseño Patrón	50466	285.6	101.99
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	51354	290.6	103.79
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	51044	288.8	103.16
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	51105	289.2	103.28
Prom. Diseño + 0.7% Nanosílice	51168	289.5	103.41
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	51865	293.5	104.82
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	51653	292.3	104.39
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	52027	294.4	105.15
Prom. Diseño + 0.9% Nanosílice	51848	293.4	104.79
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	52785	298.7	106.68
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	52401	296.5	105.9
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	52527	297.2	106.16
Prom. Diseño + 1.1% Nanosílice.	52571	297.5	106.25
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	53265	301.4	107.65
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	53121	300.6	107.36
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	53527	302.9	108.18
Prom. Diseño + 1.3% Nanosílice	53304	301.6	107.73

Fuente: Elaborado por los autores.

Figura 53.

Resultados de la resistencia a la compresión a los 28 días



Fuente: Elaborado por los autores.

En base a la figura 53 se observa que la resistencia a esfuerzos por compresión a los 28 días de los diseños estudiados tiende a aumentar, el mejor de los diseños es el de 1.3% Nanosílice con 301.6 kg/cm².

4.3.2. Ensayo de módulo de elasticidad en probetas de concreto

Dicho ensayo se desarrolló a los 7, 14 y 28 días. A continuación, se muestran los resultados obtenidos.

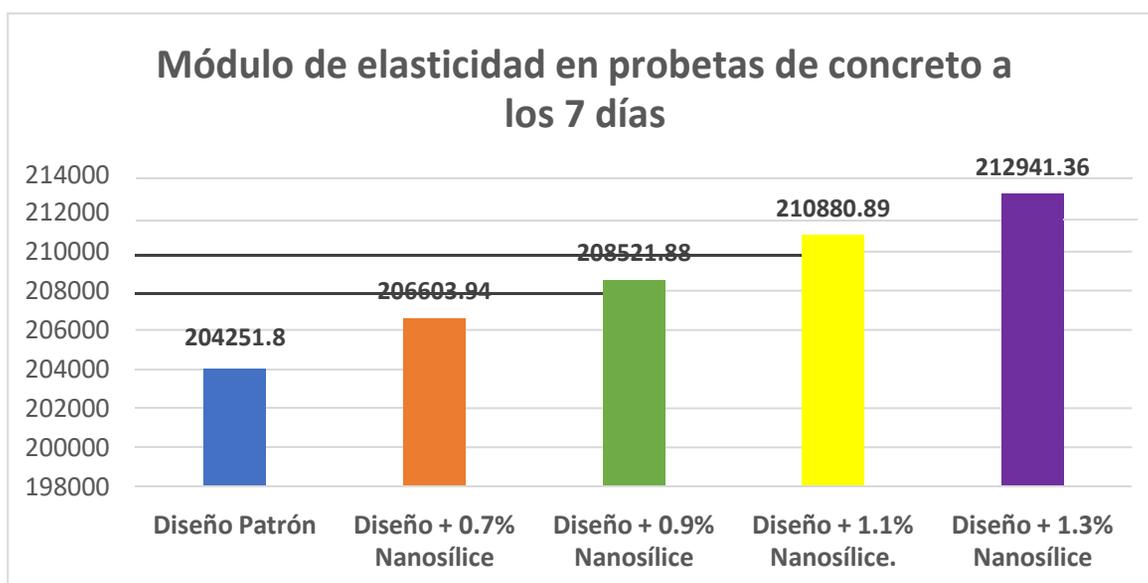
Tabla 46.*Resultados de módulo de elasticidad en probetas de concreto a los 7 días*

DISEÑO	DEFORMACION UNITARIA (ϵ_u)	ESFUERZO (kg/cm ²)	MODULO DE ELASTICIDAD
Diseño Patrón	0.0290	184.4	253559.13
Diseño Patrón	0.0293	186.3	253862.74
Diseño Patrón	0.0287	185.5	253038.87
Prom. Diseño Patrón			204251.80
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	0.0277	188.7	206076.76
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	0.0273	189.8	206656.72
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	0.0280	190.6	207078.33
Prom. Diseño + 0.7% Nanosílice			206603.94
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	0.0267	192.2	207955.72
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	0.0260	194.1	208975.70
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	0.0263	193.5	208634.23
Prom. Diseño + 0.9% Nanosílice			208521.88
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	0.0250	196.8	210451.03
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	0.0253	197.7	210919.39
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	0.0247	198.4	211272.24
Prom. Diseño + 1.1% Nanosílice.			210880.89
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	0.0237	202.9	213654.36
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	0.0240	201.2	212785.51
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	0.0233	200.5	212384.22
Prom. Diseño + 1.3% Nanosílice			212941.36

Fuente: Elaborado por los autores.

Figura 54.

Resultados de módulo de elasticidad en probetas de concreto a los 7 días



Fuente: Elaborado por los autores.

En base a la figura 54 se observa que módulo de elasticidad en probetas de concreto a los 7 días de los diseños estudiados tiende a aumentar, el mejor de los diseños es el de 1.3% Nanosílice con 212941.36 kg/cm².

Tabla 47.

Resultados del módulo de elasticidad en probetas de concreto a los 14 días

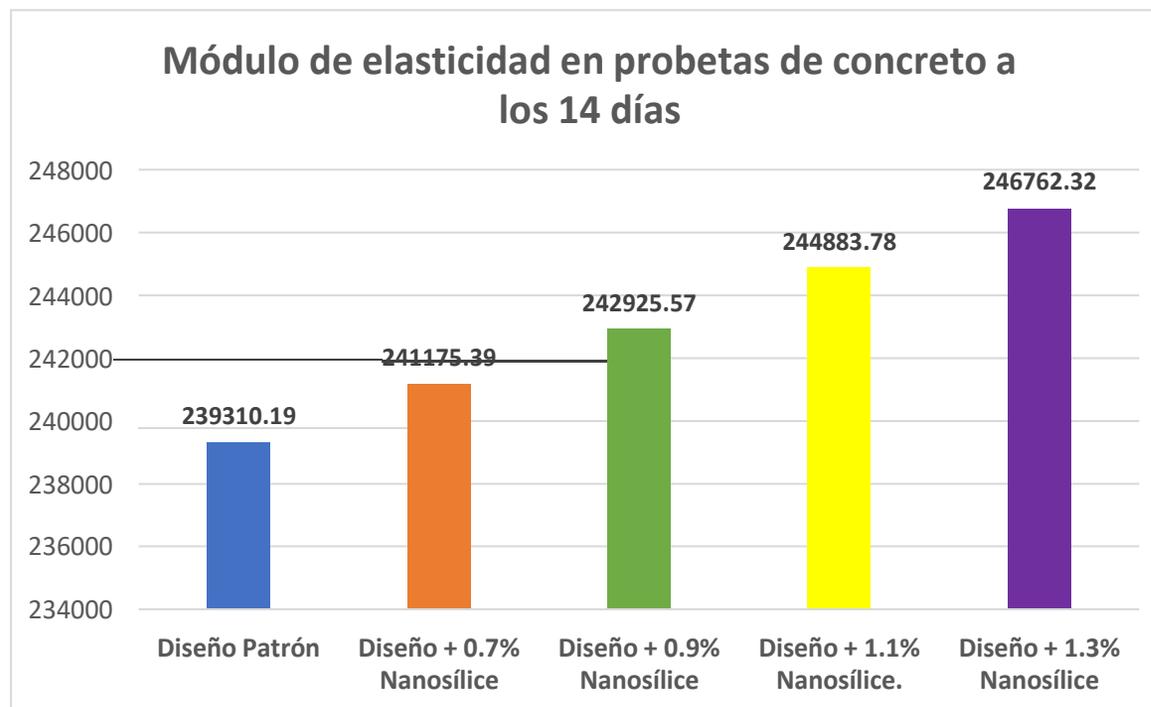
DISEÑO	DEFORMACION UNITARIA (ϵ_u)	ESFUERZO (kg/cm ²)	MODULO DE ELASTICIDAD
Diseño Patrón	0.0220	253.7	238912.81
Diseño Patrón	0.0227	255.3	239673.69
Diseño Patrón	0.0223	254.6	239344.09

Prom. Diseño Patrón			239310.19
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	0.0210	258.4	241124.89
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	0.0213	259.9	241823.53
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	0.0207	257.2	240577.74
Prom. Diseño + 0.7% Nanosílice			241175.39
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	0.0200	263.1	243309.01
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	0.0193	261.3	242462.40
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	0.0197	262.5	243005.30
Prom. Diseño + 0.9% Nanosílice			242925.57
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	0.0180	265.2	244269.98
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	0.0187	266.6	244905.07
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	0.0183	267.8	245476.29
Prom. Diseño + 1.1% Nanosílice.			244883.78
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	0.0167	270.9	246867.60
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	0.0173	269.4	246185.86
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	0.0170	271.7	247233.51
Prom. Diseño + 1.3% Nanosílice			246762.32

Fuente: Elaborado por los autores.

Figura 55.

Resultados del módulo de elasticidad en probetas de concreto a los 14 días



Fuente: Elaborado por los autores.

En base a la figura 55 se observa que módulo de elasticidad en probetas de concreto a los 14 días de los diseños estudiados tiende a aumentar, el mejor de los diseños es el de 1.3% Nanosílice con 246762.32 kg/cm².

Tabla 48.

Resultados del módulo de elasticidad en probetas de concreto a los 28 días

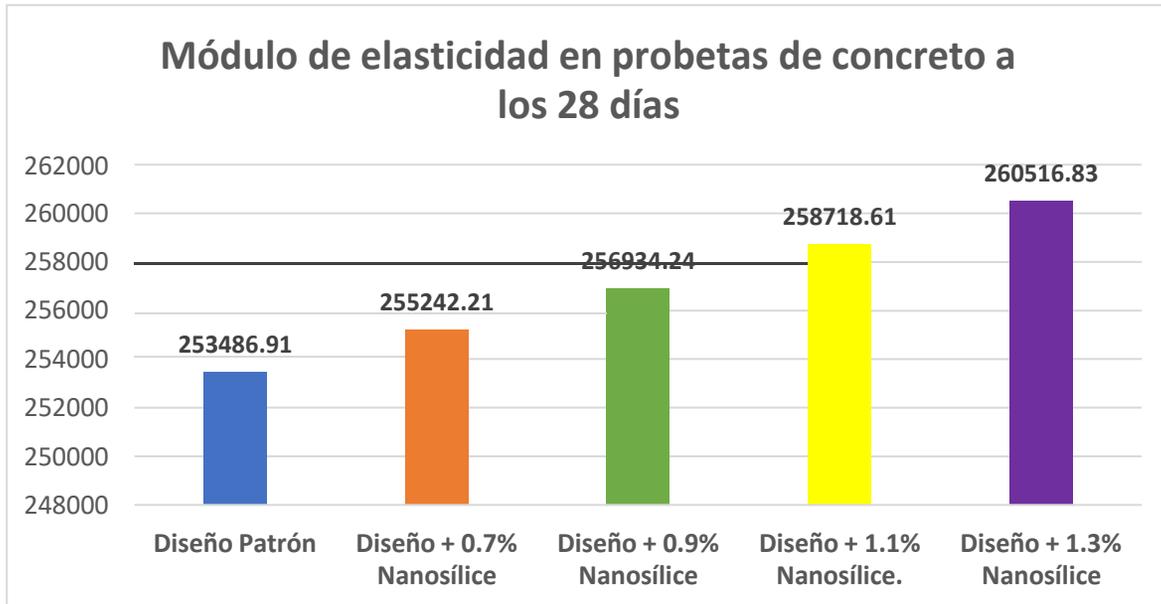
DISEÑO	DEFORMACION UNITARIA (ϵ_u)	ESFUERZO (kg/cm ²)	MODULO DE ELASTICIDAD
Diseño Patrón	0.0150	285.7	253559.13
Diseño Patrón	0.0153	286.4	253862.74

Diseño Patrón	0.0147	284.6	253038.87
Prom. Diseño Patrón			253486.91
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	0.0137	290.6	255706.75
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	0.0133	288.8	254933.79
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	0.0140	289.2	255086.08
Prom. Diseño + 0.7% Nanosílice			255242.21
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	0.0127	293.5	256975.81
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	0.0123	292.3	256450.08
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	0.0120	294.4	257376.83
Prom. Diseño + 0.9% Nanosílice			256934.24
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	0.0110	298.7	259244.96
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	0.0103	296.5	258300.26
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	0.0107	297.2	258610.62
Prom. Diseño + 1.1% Nanosílice.			258718.61
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	0.0097	301.4	260421.01
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	0.0093	300.6	260068.76
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	0.0090	302.9	261060.71
Prom. Diseño + 1.3% Nanosílice			260516.83

Fuente: Elaborado por los autores.

Figura 56.

Resultados del módulo de elasticidad en probetas de concreto a los 28 días



Fuente: Elaborado por los autores.

En base a la figura 56 se observa que módulo de elasticidad en probetas de concreto a los 28 días de los diseños estudiados tiende a aumentar, el mejor de los diseños es el de 1.3% Nanosílice con 260516.83 kg/cm².

4.3.3. Ensayo de resistencia a la tracción diametral

Dicho ensayo se desarrolló a los 7, 14 y 28 días. A continuación, se muestran los resultados obtenidos.

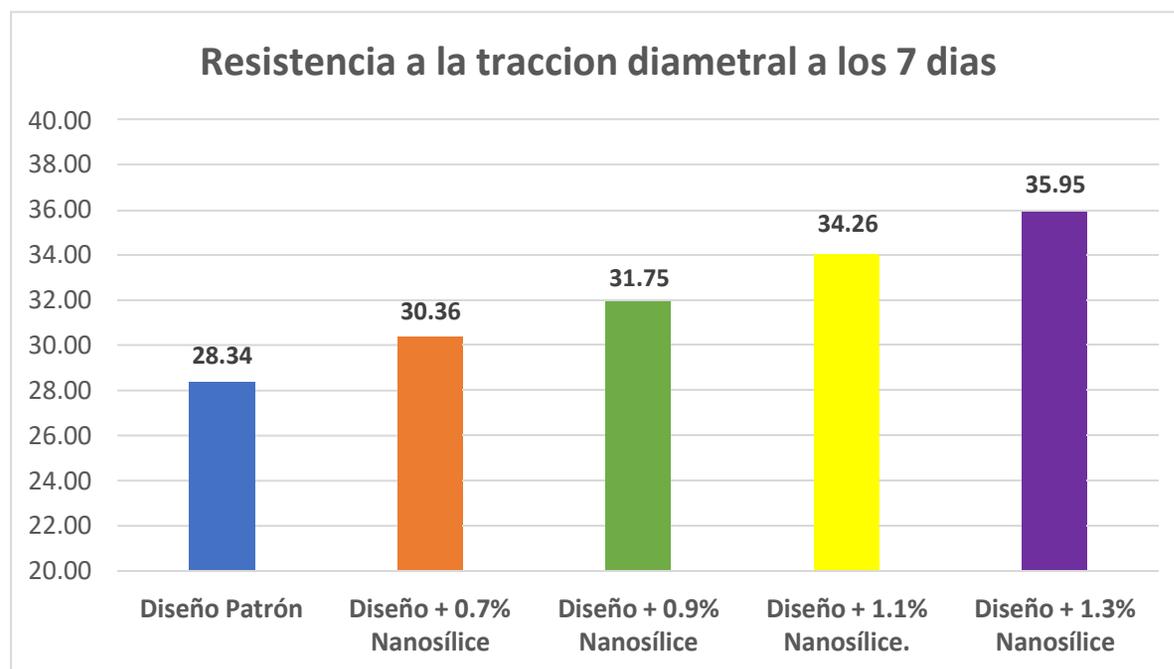
Tabla 49*Resultados de la resistencia a la tracción diametral a los 7 días*

DISEÑO	FUERZA MAXIMA	ESFUERZO (kg/cm2)	% F'c
Diseño Patrón	20360	28.80	10.287
Diseño Patrón	19987	28.28	10.099
Diseño Patrón	19745	27.93	9.976
Prom. Diseño Patrón	20031	28.34	10.121
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	21558	30.50	10.892
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	21803	30.84	11.016
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	21029	29.75	10.625
Prom. Diseño + 0.7% Nanosílice	21463	30.36	10.844
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	22104	31.27	11.168
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	22697	32.11	11.468
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	22537	31.88	11.387
Prom. Diseño + 0.9% Nanosílice	22446	31.75	11.341
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	23845	33.73	12.048
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	24184	34.21	12.219
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	24620	34.83	12.439
Prom. Diseño + 1.1% Nanosílice.	24216	34.26	12.235
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	25015	35.39	12.639
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	25849	36.57	13.060
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	25378	35.90	12.822
Prom. Diseño + 1.3% Nanosílice	25414	35.95	12.840

Fuente: Elaborado por los autores.

Figura 57.

Resultados de la resistencia a la tracción diametral a los 7 días



Fuente: Elaborado por los autores.

En base a la figura 57 se observa que la resistencia a esfuerzos por tracción diametral a los 7 días de los diseños estudiados tiende a aumentar, el mejor de los diseños es el de 1.3% Nanosílice con 35.95 kg/cm².

Tabla 50.

Resultados de la resistencia a la tracción diametral a los 14 días

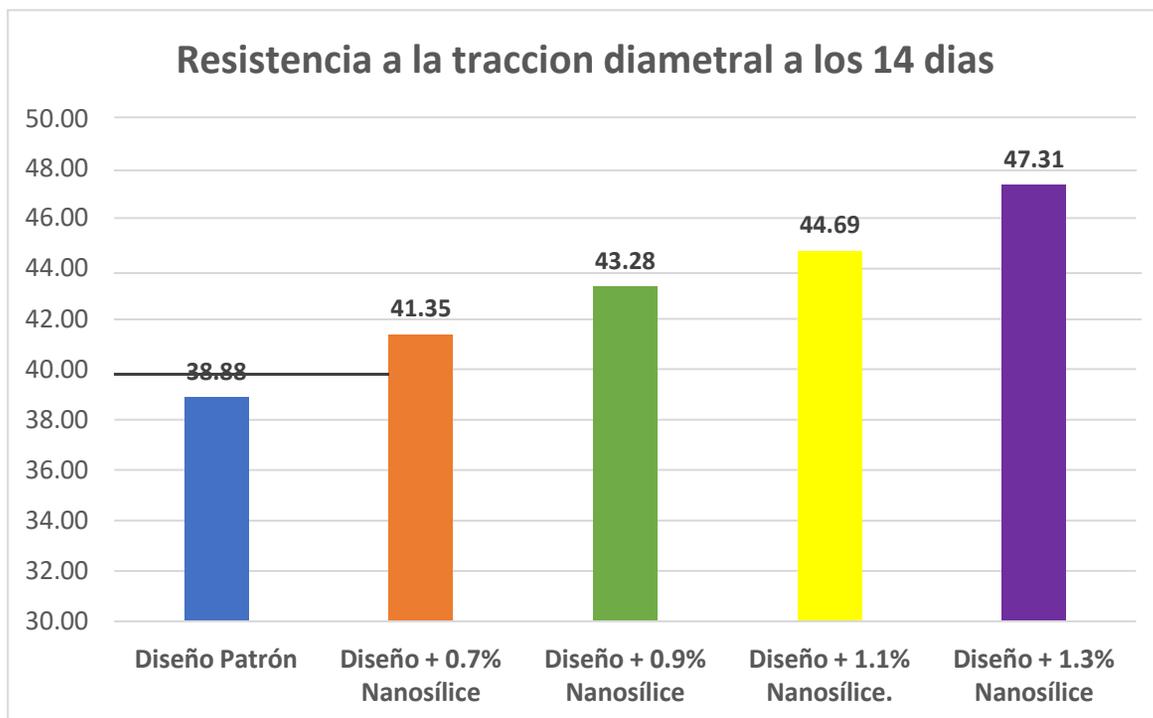
DISEÑO	FUERZA MAXIMA	ESFUERZO (kg/cm ²)	% F'c
Diseño Patrón	28019	39.64	14.157
Diseño Patrón	26987	38.18	13.635

Diseño Patrón	27442	38.82	13.865
Prom. Diseño Patrón	27483	38.88	13.886
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	29351	41.52	14.830
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	29512	41.75	14.911
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	28817	40.77	14.560
Prom. Diseño + 0.7% Nanosílice	29227	41.35	14.767
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	30564	43.24	15.443
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	30260	42.81	15.289
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	30956	43.79	15.641
Prom. Diseño + 0.9% Nanosílice	30593	43.28	15.458
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	31889	45.11	16.112
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	31255	44.22	15.792
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	31627	44.74	15.980
Prom. Diseño + 1.1% Nanosílice.	31590	44.69	15.961
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	33103	46.83	16.725
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	33757	47.76	17.056
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	33470	47.35	16.911
Prom. Diseño + 1.3% Nanosílice	33443	47.31	16.897

Fuente: Elaborado por los autores.

Figura 58.

Resultados de la resistencia a la tracción diametral a los 14 días



Fuente: Elaborado por los autores.

En base a la figura 58 se observa que la resistencia a esfuerzos por tracción diametral a los 14 días de los diseños estudiados tiende a aumentar, el mejor de los diseños es el de 1.3% Nanosílice con 47.31 kg/cm².

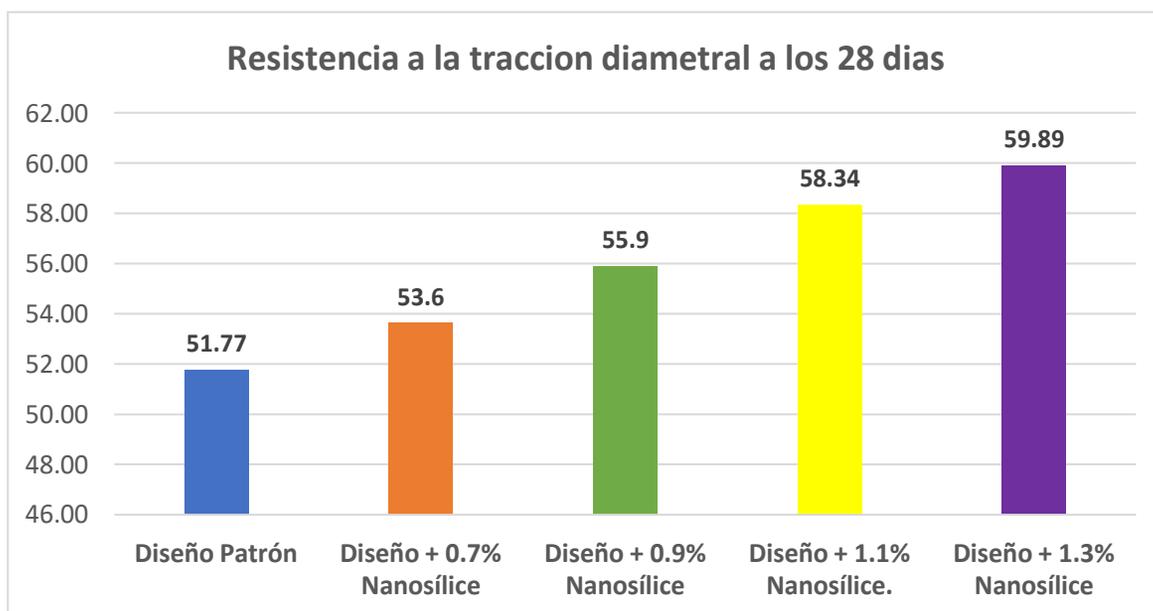
Tabla 51.*Resultados de la resistencia a la tracción diametral a los 28 días*

DISEÑO	FUERZA MAXIMA	ESFUERZO (kg/cm ²)	% E _c
Diseño Patrón	36192	51.20	18.286
Diseño Patrón	36951	52.27	18.670
Diseño Patrón	36647	51.84	18.516
Prom. Diseño Patrón	36597	51.77	18.491
Diseño Patrón + 0.7% Nanosilice	37519	53.08	18.957
Diseño Patrón + 0.7% Nanosilice	37902	53.62	19.150
Diseño Patrón + 0.7% Nanosilice	38302	54.19	19.352
Prom. Diseño + 0.7% Nanosilice	37908	53.6	19.153
Diseño Patrón + 0.9% Nanosilice	40021	56.62	20.221
Diseño Patrón + 0.9% Nanosilice	39382	55.71	19.898
Diseño Patrón + 0.9% Nanosilice	39143	55.38	19.777
Prom. Diseño + 0.9% Nanosilice	39515	55.9	19.965
Diseño Patrón + 1.1% Nanosilice	41585	58.83	21.011
Diseño Patrón + 1.1% Nanosilice	40828	57.76	20.629
Diseño Patrón + 1.1% Nanosilice	41294	58.42	20.864
Prom. Diseño + 1.1% Nanosilice	41236	58.34	20.835
Diseño Patrón + 1.3% Nanosilice	41831	59.18	21.135
Diseño Patrón + 1.3% Nanosilice	42831	60.59	21.641
Diseño Patrón + 1.3% Nanosilice	42336	59.89	21.390
Prom. Diseño + 1.3% Nanosilice	42333	59.89	21.389

Fuente: Elaborado por los autores.

Figura 59.

Resultados de la resistencia a la tracción diametral a los 28 días



Fuente: Elaborado por los autores.

En base a la figura 59 se observa que la resistencia a esfuerzos por tracción diametral a los 28 días de los diseños estudiados tiende a aumentar, el mejor de los diseños es el de 1.3% Nanosílice con 59.89 kg/cm².

4.3.4. Ensayo de resistencia al desgaste por abrasión

Dicho ensayo se desarrolló a los 28 días. A continuación, se muestran los resultados obtenidos.

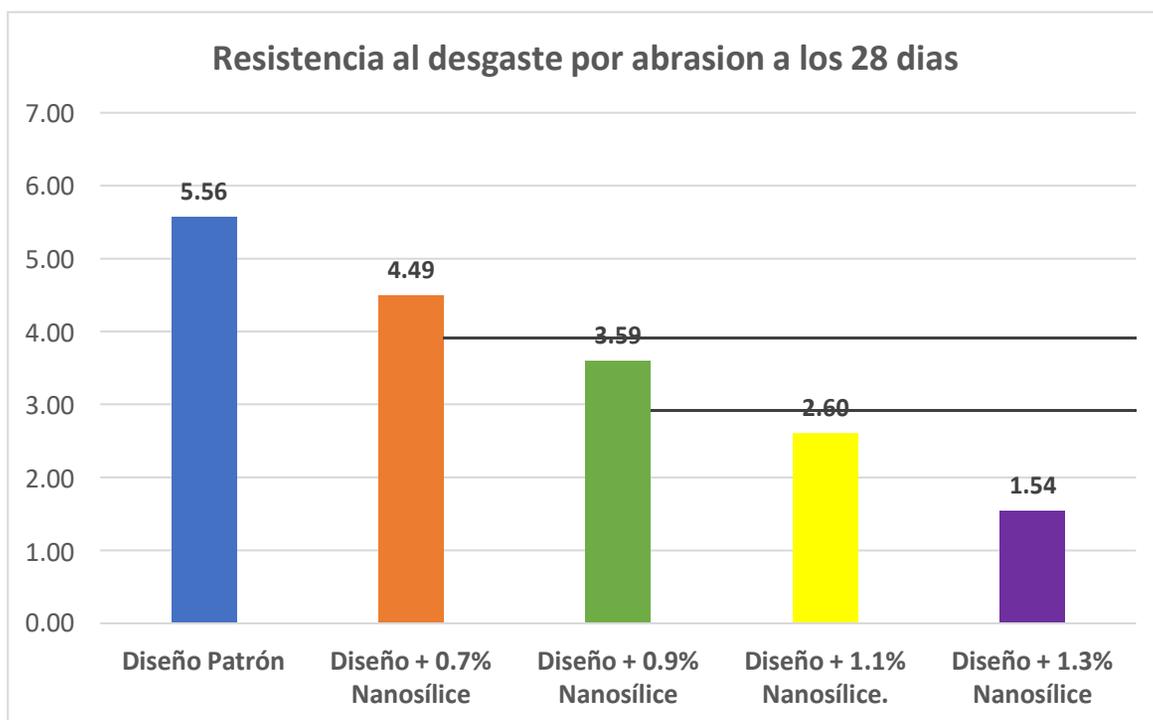
Tabla 52.*Resultados de la resistencia al desgaste por abrasión a los 28 días*

DISEÑO	PESO INICIAL	PESO FINAL	ABRASION (%)
Diseño Patrón	2661.4	2514.3	5.53
Diseño Patrón	2668.2	2528.1	5.25
Diseño Patrón	2669.9	2512.1	5.91
Prom. Diseño Patrón			
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	2639.9	2519.4	4.56
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	2643.2	2534.5	4.11
Diseño Patrón + 0.7% Nanosílice	2657.1	2529.5	4.80
Prom. Diseño + 0.7% Nanosílice			
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	2659.4	2556.5	3.87
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	2664.4	2568.2	3.61
Diseño Patrón + 0.9% Nanosílice	2666.6	2578.9	3.29
Prom. Diseño + 0.9% Nanosílice			
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	2671.4	2613.4	2.17
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	2677.8	2599.2	2.94
Diseño Patrón + 1.1% Nanosílice	2679.5	2607.6	2.68
Prom. Diseño + 1.1% Nanosílice.			
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	2671.4	2638.4	1.24
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	2677.8	2636.2	1.55
Diseño Patrón + 1.3% Nanosílice	2679.5	2630.6	1.82
Prom. Diseño + 1.3% Nanosílice			

Fuente: Elaborado por los autores.

Figura 60.

Resultados de la resistencia al desgaste por abrasión a los 28 días



Fuente: Elaborado por los autores.

En base a la figura 60 se observa que los porcentajes de resistencia al desgaste por abrasión a los 28 días de los diseños estudiados tiende a disminuir, el mejor de los diseños es el de 1.3% Nanosílice con 1.54%.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

5.1. Contrastación de Hipótesis

5.1.1. Hipótesis General

La incorporación del Nanosílice permite mejorar la durabilidad del concreto f'c 280 kg/cm² en reservorios de agua potable en Lima Metropolitana.

Esta hipótesis sugiere que al incorporar nanosílice en el concreto utilizado para construir reservorios de agua potable en Lima Metropolitana, se logrará una mejora significativa en las propiedades físicas y mecánicas de un f'c 280 kg/cm² por lo tanto aumentará el tiempo de durabilidad de los reservorios de agua potable.

5.1.2. Hipótesis Específicas

Hipótesis Específicas H1: La incorporación de Nanosílice mejorará el diseño de Mezcla que influirá en la durabilidad del concreto F'C 280 kg/cm² en reservorios de agua potable en Lima Metropolitana.

Esta hipótesis plantea realizar los diseños de mezcla incorporando 0.7%, 0.9%, 1.1% y 1.3% de nanosílice y observar cual será el más óptimo en base al análisis de sus propiedades físico y mecánico para un concreto f'c 280 kg/cm² en reservorios de agua potable.

Resultados: De acuerdo a los resultados del análisis de sus propiedades físicas y mecánicas para un concreto f'c 280 kg/cm² en reservorios de agua potable el diseño más óptimo fue el de 1.3% de nanosílice, este consta para una tanda de 0.03 m³; cemento 13.09 kg, agua 6.09 litros, agregado grueso 31.04 kg, agregado fino 12.72 kg y nanosílice 0.17 kg.

La hipótesis específica 1 es válida, ya que de acuerdo a los resultados del análisis de las muestras de concreto con incorporación del 1.3% de nanosílice esta mejoró de manera significativa la durabilidad de un concreto f'c 280 kg/cm² en reservorios de agua potable.

Tabla 53.

Contrastación de Hipótesis 1

Hipotesis especifica	Métodos	Resultados	Observaciones
H1: La incorporación de Nanosílice mejorará el diseño de Mezcla que influirá en la durabilidad del concreto F'C 280 kg/cm ² en reservorios de agua potable en Lima Metropolitana.	- Se elaboro el diseño de mezcla según la norma ACI 211 - Diseño de mezcla para cada dosificación	- El diseño de mezcla con el 1.3% de NS mejoró significativamente las propiedades físicas y mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm ² - El diseño de Mezcla óptimo: cemento 13.09 kg -agua 6.09 litros -agregado grueso 31.04 kg -agregado fino 12.72 kg -nanosílice 0.17 kg	-La hipótesis 1 es válida

Fuente: Elaborado por los autores.

Hipótesis Especificas H2: La incorporación de Nanosílice mejorará las propiedades físicas que influirá en la durabilidad del concreto F'C 280 kg/cm² en reservorios de agua potable en Lima Metropolitana.

Esta hipótesis sugiere que al incorporar nanosílice en el concreto utilizado para construir reservorios de agua potable en Lima Metropolitana, se logrará una mejora

significativa en las propiedades físicas de los ensayos de trabajabilidad, temperatura, contenido de aire, densidad (peso unitario), exudación, tiempo de fraguado y absorción de concreto endurecido de un concreto $f'c$ 280 kg/cm² por lo tanto aumentará el tiempo de durabilidad de los reservorios de agua potable.

Resultados: La inclusión de nanosílice en el diseño de concreto mejorara significativamente las propiedades físicas en el caso de la trabajabilidad el de mejor desempeño fue de 1.1% Nanosílice con un asentamiento de 4 1/4". En la temperatura se observa que los resultados están en el rango entre 10° C y 32° C por ende son correctos. En el caso del contenido de aire se observa que los resultados están en el rango entre 0 – 10% por ende son correctos. Con respecto al peso unitario se observa que los resultados están en el rango entre 2200 – 2400 kg/m³ por ende son correctos. En el caso de la exudación el de mejor desempeño fue de 1.3% Nanosílice con una exudación de 0.17 ml/cm². En el caso del tiempo de fraguado el de mejor desempeño fue de 1.3% Nanosílice con un tiempo de 751 min. Por último, con respecto al porcentaje de absorción el de mejor desempeño fue de 1.3% Nanosílice con un 0.71%.

La hipótesis específica 2 es válida, ya que de acuerdo a los resultados del análisis de las muestras de concreto con incorporación de nanosílice estas mejoraron de manera significativa sus propiedades físicas para un concreto $f'c$ 280 kg/cm² en reservorios de agua potable.

Tabla 54.*Contrastación de Hipótesis 2*

Hipotesis especifica	Métodos	Resultados	Observaciones
H2: La incorporación de Nanosílice mejorará las propiedades físicas que influirá en la durabilidad del concreto F'C 280 kg/cm2 en reservorios de agua potable en Lima Metropolitana.	- Se emplearon ensayos en concreto endurecido y fresco (trabajabilidad, temperatura, densidad, exudación, absorción, etc)	- El concreto con el 1.1% de NS mejoró significativamente la trabajabilidad del concreto. - El concreto con el 1.3% de nanosílice mejoró el desempeño del concreto en los ensayos de exudación y tiempo de fraguado.	-La hipótesis 2 es válida

Fuente: Elaborado por los autores.

Hipótesis Especificas H3: La incorporación de Nanosílice mejorará las propiedades mecánicas que influirá en la durabilidad del concreto F'C 280 kg/cm2 en reservorios de agua potable en Lima Metropolitana.

Esta hipótesis sugiere que incorporando nanosílice en el concreto utilizado para construir reservorios de agua potable en Lima Metropolitana, se logrará una mejora significativa en las propiedades mecánicas de los ensayos de resistencia a la compresión, módulo de elasticidad en probetas de concreto, resistencia a la tracción diametral y resistencia al desgaste por abrasión de un concreto f'c 280 kg/cm2 por lo tanto aumentará el tiempo de durabilidad de los reservorios de agua potable.

Resultados: La inclusión de nanosílice en el diseño de concreto mejorara significativamente las propiedades mecánicas en el caso de la resistencia a esfuerzos por compresión a los 7, 14 y 28 días, los diseños estudiados tienden a aumentar su resistencia, el mejor de los diseños es el de 1.3% Nanosílice con 201.5 kg/cm², 270.7 kg/cm² y 301.6 kg/cm² respectivamente. Con respecto al módulo de elasticidad en probetas de concreto a los 7, 14 y 28 días, los diseños estudiados tiende a aumentar, el mejor de los diseños es el de 1.3% Nanosílice con 212941.36 kg/cm², 246762.32 kg/cm² y 260516.83 kg/cm² respectivamente. En el caso de la resistencia a esfuerzos por tracción diametral a los 7, 14 y 28 días, los diseños estudiados tienden a aumentar su resistencia, el mejor de los diseños es el de 1.3% Nanosílice con 35.95 kg/cm², 47.31 kg/cm² y 59.89 kg/cm² respectivamente. Por último, con respecto a la resistencia al desgaste por abrasión a los 28 días, los diseños estudiados tienden a disminuir, el mejor de los diseños es el de 1.3% Nanosílice con 1.54%.

En el caso de los ensayos mecánicos se realizó un análisis estadístico mediante el SPSS en estos ensayos se obtuvo que de la **Prueba de Normalidad** todos los resultados se distribuyen normalmente (valores sigs.> 0.05), luego también se realizó la **Prueba de Anova** donde se realizó una comparación de las varianzas de esto se obtuvo que todas las varianzas de las medias son diferentes (valores sigs.< 0.05) y por último se realizó la de **Prueba Duncan** donde se analiza el comportamiento de los tratamientos en cada ensayo, en este caso se comparan los promedios de todos los diseños para cada ensayo mecánico realizado. Por ende, se concluye estadísticamente con una significancia de 0.05 que el diseño con 1.3% de Nanosílice es el que logro una mejora significativa en todos los ensayos mecánicos; además se evidencio que existen

diferencias significativas entre los diseños patrón e incorporando 0.7%, 0.9%, 1.1% y 1.3% de nanosílice.

La hipótesis específica 3 es válida, ya que de acuerdo a los resultados del análisis de las muestras de concreto con incorporación de nanosílice estas mejoraron de manera significativa sus propiedades mecánicas para un concreto $f'c$ 280 kg/cm² en reservorios de agua potable.

Tabla 55.

Contrastación de Hipótesis 3

Hipotesis especifica	Métodos	Resultados	Observaciones
H3: La incorporación de Nanosílice mejorará las propiedades mecánicas que influirá en la durabilidad del concreto F'C 280 kg/cm ² en reservorios de agua potable en Lima Metropolitana.	<ul style="list-style-type: none"> - Se emplearon ensayos en concreto endurecido (resistencia a la compresión, resistencia a la tracción, módulo de elasticidad, resistencia al desgaste) - Se realizo las pruebas de normalidad, prueba Anoya y prueba Duncan para analizar el comportamiento de cada ensayo. 	- El concreto con el 1.3% de nanosilice presenta una mejora ante los ensayos mecanicos.	-La hipótesis 3 es válida

Fuente: Elaborado por los autores.

5.2. Contrastación de los Antecedentes

Contrastando comparativamente con el antecedente internacional tenemos a Alvansaz et al. (2022), desarrollaron un concreto $f'c$ 55 Mpa a dicho diseño se le adiciono nanosílice al 0,75%, 1,50% y 3% en base a la cantidad de cemento, el diseño optimo fue el de 1.5% nanosílice con respecto al desempeño físico tenemos que el asentamiento

logro un 4 1/2" mejorando un 18% respecto al estándar, la temperatura fue de 28.2° con respecto al desempeño mecánico los resultados fueron a los 28 días de secado en el caso de la compresión logro un 66.32Mpa mejoro un 8%, con respecto a la tracción logro un 5.33Mpa mejoro un 4% y para el módulo de elasticidad se obtuvo 35310.52 mejoro un 11%, las mejoras mencionadas fueron respecto al concreto estándar. En comparación con nuestros resultados podemos observar que el diseño de mejor desempeño es de 1.3%NS con respecto a al desempeño físico tenemos en el asentamiento tuvo una mejora del 21%, una temperatura de 27.5°C, para el desempeño mecánico tenemos que en la compresión mejoro en un 6%, en la tracción en un 15% y en el módulo de elasticidad un 3%. Debemos mencionar que en nuestro caso se realizaron otros ensayos más como son ensayo de contenido de aire peso unitario, exudación, tiempo de fraguado, absorción de concreto endurecido y resistencia a la abrasión por ende tenemos una investigación más completa en términos generales.

De la comparación de resultados podemos observar que existen bastante similitudes con respecto a los desempeños físicos y mecánicos los resultados tienden a ir mejorando, las diferencias pueden ser que para nuestro caso es un diseño de mezcla $f'c$ 280 kg/cm² y para Alvansaz et al. (2022) es un diseño $f'c$ 55 Mpa.

Contrastando comparativamente con el antecedente nacional tenemos a Gallardo & Bravo, (2023) quien desarrollo un concreto con nanosílice como sustituto parcial del cemento sus dosificaciones fueron 0.6%, 0.8%, 1.0% y 1.4% de NS, con respecto al desempeño físico tenemos que el asentamiento incremento con la adición de 1.4% NS hasta 8", en la temperatura dicho diseño llego a los 28.5°C, respecto al contenido de aire se redujo hasta un 0.7% y en el caso del peso unitario obtuvo 1901.7 kg/m³ mejoro en

un 15% también tenemos su desempeño mecánico en ese aspecto el más óptimo también fue el diseño de 1.4% NS mencionamos los resultados obtenidos a los 28 días de secado en la compresión consiguió un 292.72 kg/cm² mejorando en un 36%, en la tracción consiguió un 2.35 Mpa (23.96kg/cm²) mejorando en un 23%, y por último tenemos el módulo de elasticidad con un 253542.44 kg/cm² mejorando en un 29%.

En comparación con nuestros resultados podemos observar que el diseño de mejor desempeño es de 1.3%NS con respecto a al desempeño físico tenemos en el asentamiento tuvo una mejora del 21%, una temperatura de 27.5°C, el contenido de aire mejoro en un 48% y en el peso unitario mejoro en un 7% para el desempeño mecánico tenemos que en la compresión mejoro en un 6%, en la tracción en un 15% y en el módulo de elasticidad un 30%. Debemos mencionar que en nuestro caso se realizaron otros ensayos más como son ensayo de exudación, tiempo de fraguado, absorción de concreto endurecido y resistencia a la abrasión por ende tenemos una investigación más completa en términos generales. De la comparación de resultados podemos observar que existen bastante similitudes con respecto a los desempeños físicos y mecánicos los resultados tienden a ir mejorando, las diferencias pueden ser que para nuestro caso es un diseño de mezcla $f'c$ 280 kg/cm² y para Gallardo & Bravo es un diseño $f'c$ 210 kg/cm².

CONCLUSIONES

Conclusión General

Se observa que mediante la incorporación del Nanosílice se mejoró la durabilidad del concreto $f'c$ 280 kg/cm² en reservorios de agua potable en Lima Metropolitana, las formas de medir la durabilidad son mediante los resultados de las propiedades físicas y mecánicas. Por tanto, en el caso de las propiedades físicas tenemos los ensayos de trabajabilidad, temperatura, contenido de aire, densidad (peso unitario), exudación, tiempo de fraguado y absorción de concreto endurecido, en estos ensayos la incorporación al 1.3% de nanosílice mejoró las propiedades físicas mencionadas por lo tanto estos ayudarán a garantizar una mayor durabilidad del concreto por ende la vida útil de los reservorios de agua potable será mayor.

En el caso de las propiedades mecánicas tenemos los ensayos de resistencia a la compresión, módulo de elasticidad en probetas de concreto, resistencia a la tracción diametral y resistencia al desgaste por abrasión, en estos ensayos la incorporación al 1.3% de nanosílice mejoró las propiedades mecánicas mencionadas por lo tanto estos ayudarán a garantizar una mayor durabilidad del concreto por ende la vida útil de los reservorios de agua potable será mayor.

1. El **diseño de mezcla**, según los resultados el que tiene un comportamiento óptimo es el diseño con 1.3% de nanosílice tal como se muestra en la Tabla 56.

Tabla 56.

Diseño de mezcla con incorporación de 1.3% de nanosílice (Tanda de 0.03 m3)

Diseños con Nanosílice	Nanosílice x m3	kg	Cantidades por volumen de tanda por 0.03 m3				
			Cemento SOL Tipo I (kg)	Agua (Litros)	Agregado grueso (kg)	Agregado fino (kg)	Nanosílice (kg)
1.3% Nanosílice	(1.3% N.) 5.67 kg x m3		13.09	6.09	31.04	12.72	0.17

Fuente: Elaborado por los autores.

Por lo tanto, se concluye que el diseño de concreto f'c 280 kg/cm² con incorporación de 1.3% de nanosílice permite mejorar sus propiedades físicas y mecánicas por ende mejora la resistencia y durabilidad del concreto patrón.

- De acuerdo a los resultados obtenidos de los ensayos de las **propiedades físicas** el diseño que tuvo un óptimo comportamiento es el de 1.3% de nanosílice tal como se muestra en la Tabla 57.

Tabla 57.

Comparativa propiedades físicas del concreto f'c 280 kg/cm² y 1.3% Nanosílice

Propiedades físicas del concreto f'c 280 kg/cm²			
Ensayos	Patrón	1.3% Nanosílice	Mejora frente al patrón
Ensayo de trabajabilidad	3 1/2"	4 1/4"	21%
Ensayo de temperatura	27.6°	27.5°	Similares cumple con el rango de NTP 339.184
Contenido de aire	5.33%	2.76%	48%
Peso unitario del concreto	2210.76 kg/m ³	2384.67 kg/m ³	7%
Ensayo de exudación	0.38 ml/cm ²	0.17 ml/cm ²	56%
Tiempo de fraguado	620 min	751 m	21%
Ensayo de absorción	4.62	0.71	84%

Fuente: Elaborado por los autores.

Por lo tanto, se concluye que el diseño de concreto f'c 280 kg/cm² con incorporación de 1.3% de nanosílice permite mejorar sus propiedades físicas por ende mejora la resistencia y durabilidad del concreto patrón.

- De acuerdo a los resultados obtenidos de los ensayos de las **propiedades mecánicas** el diseño que tuvo un óptimo comportamiento es el de 1.3% de nanosílice como se muestra en la Tabla 58.

Tabla 58.

Comparativa propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm2 y 1.3% Nanosílice

Propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm2			
ID Mezcla	Patrón	1.3% Nanosilice	Mejora frente al patrón
Resistencia compresión	285.6 kg/cm2	301.6 kg/cm2	6%
Módulo de elasticidad	253487 kg/cm2	260516 kg/cm2	3%
Resistencia tracción	51.77 kg/cm2	59.89 kg/cm2	15%
Resistencia abrasión	5.56%	1.54%	72%

Fuente: Elaborado por los autores.

Por lo tanto, se concluye que el diseño de concreto f'c 280 kg/cm2 con incorporación de 1.3% de nanosílice permite mejorar sus propiedades mecánicas por ende mejora la resistencia y durabilidad del concreto patrón.

RECOMENDACIONES

Optimizar la dosificación de nanosílice para mejorar las propiedades físicas y mecánicas, en nuestro caso de estudio recomendamos el uso del diseño de mezcla incorporando el 1.3% de nanosílice ya que este fue el mejor comportamiento frente a todos los diseños. También se deben realizar estudios adicionales con porcentajes mayores al mencionado para ver si existe una mejora en sus propiedades físicas y mecánicas y de esa manera seguir mejorando la resistencia y durabilidad del concreto.

Continuar utilizando nanosílice para mejorar las propiedades físicas, dado que se observó una mejora significativa en los ensayos de trabajabilidad, temperatura, contenido de aire, densidad (peso unitario), exudación, tiempo de fraguado y absorción de concreto endurecido, se recomienda continuar utilizando este aditivo en el diseño de concreto para reservorios de agua potable. Esto ayudará a garantizar una mayor durabilidad del concreto, lo que puede ser crucial para mantener la integridad estructural a lo largo del tiempo.

Continuar utilizando nanosílice para mejorar las propiedades mecánicas, dado que se observó una mejora significativa en los ensayos de resistencia a la compresión, módulo de elasticidad en probetas de concreto, resistencia a la tracción diametral y resistencia al desgaste por abrasión, se recomienda continuar utilizando este aditivo en el diseño de concreto para reservorios de agua potable. Esto ayudará a garantizar una mayor durabilidad y resistencia del concreto, lo que puede ser crucial para mantener la integridad estructural a lo largo del tiempo.

Ejecutar pruebas adicionales para evaluar otras propiedades del concreto con nanosílice, además de las pruebas ya mencionadas, es importante evaluar otras propiedades del concreto, como son la resistencia al descongelamiento y deshielo, el ensayo de exposición a agentes químicos agresivos y desarrollar concretos permeables basados en la normativa ACI 522 R10 y obtener los coeficientes de permeabilidad. Se recomienda llevar a cabo las pruebas mencionadas para evaluar cómo la adición de nanosílice afecta estas propiedades y determinar si hay beneficios que puedan derivarse a su uso en la construcción de reservorios de agua potable.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Abahash, P. P., Dheeresh, N., Bhaskar, S., Rojesh, K., & Veerendra, K. (2021). Effect of nano-silica in concrete; a review, *Construction and Building Materials*, 278.

https://www.researchgate.net/publication/349161086_Effect_of_nanosilica_in_concrete_a_review

Abril-Gil, M., & Ramos-Sanchez, A. (2017). *Identificación de la variación en la resistencia del concreto debido al origen del agregado grueso* [Trabajo de Grado, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio académico de la Universidad Católica de Colombia - RIUCaC. <https://acortar.link/9yrw3w>

Alcaraz, J. (2015). *Microestructura del hormigón con adición de nano sílice* [Proyecto final de carrera, Universidad Politécnica de Cartagena] Repositorio académico de la UPCT. <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/4671/tfg438.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Alegría, R., Álvarez, J., & Peñate, M. (2011). *Estudio de coeficientes de expansión y contracción del concreto hidráulico, y su influencia en el comportamiento de las mezclas de concreto utilizadas en pavimentos y pisos industriales* [Trabajo de grado, Universidad de El Salvador] Repositorio académico de la UES.

<https://oldri.ues.edu.sv/id/eprint/15336/>

Alor, J. & Alfaro, J. (2020). *Mejoramiento a la compresión, flexión y tracción del concreto con agregado grueso reciclado, fino natural y virutas de acero para el uso de viviendas en lima metropolitana* [Tesis de Grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas] Repositorio académico de la UPC.

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/653421>

Alvansaz, M. F., Bombom, C., & Rosero, B. (2022). Estudio de la incorporación de nanosilice en concreto de alto desempeño (HPC). *Revista Ingenio*, 5(1), 12-21.

<https://doi.org/10.29166/ingenio.v5i1.3786>

Álvarez, S., & Coriat, C. (2021). *Estudio de la densidad, porcentaje de absorción, y vacíos del concreto cemento - arena empleando la NORMA ASTM C 642, Iquitos - 2021* [Trabajo de suficiencia profesional, Universidad Científica del Perú]. Repositorio académico de la UCP.

<https://acortar.link/singQL>

American Society for Testing and Materials [ASTM] C 33 (2002). *Especificaciones estándar para agregados para concreto*. <https://acortar.link/exDKsi>

American Concrete Institute [ACI] Committee 211, *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete* (ACI 211.1-91).

<https://es.scribd.com/document/354304238/Diseno-de-Mezclas-de-Concreto-Por-El-Metodo-Aci-211>

American Society for Testing and Materials [ASTM] 301. (2018). *Especificaciones para concreto estructural*. <https://acortar.link/mKYS39>

American Society for Testing and Materials [ASTM] C 29. (2018). *Densidad total (Peso Unitario) y vacíos en agregados para concreto*. <https://acortar.link/jO5Vm7>

American Society for Testing and Materials [ASTM] C143. (2020). *Método de prueba estándar para el asentamiento del concreto de cemento hidráulico*.

<https://acortar.link/QpabzU>

American Society for Testing and Materials [ASTM] C 231. (2024). *Standard test method for air content of freshly mixed concrete by the pressure method*.

<https://acortar.link/Fb0zml>

American Society for Testing and Materials [ASTM] C 566. (2019). *Standard test method for total evaporable moisture content of aggregate by drying*. ayala, k.

<https://acortar.link/OmNC7c>

American Society for Testing and Materials [ASTM] C 496. (2017). *Standard test method for splitting tensile strength of cylindrical concrete specimens*.

https://www.astm.org/c0496_c0496m-17.html

American Society for Testing and Materials [ASTM] C469. (2014). *Standard test method for static modulus of elasticity and poisson's ratio of concrete in compression*.

<https://acortar.link/raELgV>

Ayala, K. & Ccallo, M. (2022). *Propuesta de concreto $f'c = 350$ kg/cm² con agregado de concreto reciclado (ACR) y aditivo de nanosílice para mejorar la resistencia mecánica para su aplicación en elementos estructurales de edificaciones de viviendas multifamiliares en Lima* [Tesis de Grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio académico de la UPC.

<http://hdl.handle.net/10757/660211>

Barón, O. A., & Mercado, Y. J. (2012). *Efectos de la Sílice Coloidal en las Propiedades en Estado Fresco y Endurecido del Mortero y Concreto Hidráulico* [Trabajo de grado, Pontificia Universidad Javeriana]. Repositorio académico de la PUJ.

<https://acortar.link/IJKjmm>

Buettner, N., Iyacu, G., & Ange-Therese, A. (2024). Colloidal nanosilica promotes high-density calcium-silicate-hydrates in fine recycled concrete aggregate mortar. *Cement and Concrete Research*, 180.

<https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2024.107498>

- Burga, W. (2022). *Influencia de la superficie específica de los agregados; de río y de cerro, en la resistencia a la compresión de un concreto de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ en Cajamarca* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio académico de la UNC. <https://acortar.link/uCt8VN>
- Caballero, P. W., Damiani, C. A., & Ruiz, A. A. (2021). Optimization of the concrete through the addition of nanosilice, using aggregates of the cantera de Añashuayco de Arequipa. *Ingeniería de construcción*, 36(1), 71-87. <https://acortar.link/QijFab>
- Cachi, C., & Espinoza, E. (2019). *Análisis comparativos de las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$. reforzado con alambre negro recocido n°8 en forma vertical con un recubrimiento de 5 cm con referencia a un concreto patrón, sometida y variación de temperatura A 800°C* [Tesis de Grado, Universidad Andina del Cusco]. Repositorio académico de la UAC. <https://acortar.link/vmYnRJ>
- Castañeda, L. A., & Salguero, C. X. (2020). *Diseño y evaluación de concreto resistente a sulfatos mediante la adición de nanosílice para la construcción de canales en la costa norte: Caso Chavimochic Etapa I* [Tesis de Grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio académico de la UPC. <https://acortar.link/PIVSnW>
- Castán, C., Marcos, G., Castro, M. P., Rey, M., & Alonso, T. (2022). *Development of a dry mortar with nanosilica and different types of industrial waste for the application in borehole heat exchangers. Construction and Building Materials*, 359. <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.129511>
- Cauas, D. (2015). *Definición de las variables, enfoque y tipo de investigación*. 2, 1-11. <https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24762w/Definiciondelasvariables,enfoqueytipodeinvestigacion.pdf>

- Ccanto, D. (2021). *Evaluación de durabilidad del concreto en zonas costeras con cementos tipo I adicionando nanosilice y tipo V, Callao—2021* [Tesis de Grado, Universidad César Vallejo]. Repositorio académico de la UCV. <https://acortar.link/h8pkfB>
- Changjiang, L., Xin, S., Yuyou, W., Zhoulian, Z., Bo, Y., Yuanbing, L., Jingwei, Y., & Jiangying, Y. (2021). *Effect of nano-silica as cementitious materials-reducing admixtures on the workability, mechanical properties and durability of concrete*. De Gruter, 10, 1395-1409. <https://acortar.link/qvDgzM>
- Chumpitaz, G. (2019). *Propiedades físicas y mecánicas de un concreto elaborado con agregado grueso proveniente del concreto reciclado* [Tesis de Grado, Universidad San Martín de Porres]. Repositorio académico de la USMP. <https://acortar.link/IC6woZ>
- Cruz, N., & Ramirez, D. (2022). *Evaluación de muestras del agregado grueso proveniente de residuos de concreto para producir nuevos concretos*. *Métodos y Materiales*, 12, 1-11. <https://doi.org/10.15517/mym.v12i0.48029>
- Dominguez, N. (2023). *La adherencia en el concreto reforzado: Breve revisión histórica de la investigación del fenómeno*. *Investigación y ciencia*, 21(58), 61-72. <https://www.redalyc.org/pdf/674/67428815008.pdf>
- Duda, W. (2021). *Manual tecnológico del cemento*. Reverté. <https://acortar.link/24RGYf>
- Egoavil, A. (2018). *Determinación del coeficiente de conductividad térmica del concreto con aditivo de poliuretano residual* [Tesis de Grado, Universidad Nacional de San Marcos]. Repositorio académico de la UNMSM. <https://acortar.link/MjtQdf>

- Espinoza, E. (2018). *Resistencia de concreto $f'c=210$ kg/cm² con sustitución del 10% del agregado fino por viruta metálica* [Tesis de Licenciatura, Universidad San Pedro]. Repositorio académico de la USP. <http://repositorio.usanpedro.edu.pe//handle/USANPEDRO/7947>
- Gallardo, W. J., & Bravo, A. N. (2023). *Desempeño del concreto con nanosílice como sustituto parcial del cemento y lana de roca como sustituto parcial del agregado grueso* [Tesis de Grado, Universidad Señor de Sipán]. Repositorio académico de la USS. <https://acortar.link/hjlx9p>
- García, J. (2020). *Análisis del comportamiento del concreto de alta resistencia adicionando microsílice y aditivo superplastificante para determinar sus propiedades físico - mecánica, Lima – 2020* [Tesis de Grado, Universidad César Vallejo]. Repositorio académico de la UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/55698>
- García-Moreta, L. D., Morrillo-García, V. A., & Guerra-Mera, J. C. (2023). Características de dos agregados gruesos triturados que influyen en la porosidad del hormigón. *Ingeniar*, 6(11). <https://acortar.link/sNnhMt>
- Gómez, J. (2022). *Durabilidad del concreto reforzado* (Primera edición). Universidad Nacional de Colombia. <https://acortar.link/7cHMvn>
- Gomez, W., & Villavincencio, K. (2020). *Temperaturas extremas y su relación con la consistencia del concreto a lo largo del tiempo* [Tesis de Grado, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio académico de la URP. <https://acortar.link/gDnlQn>
- Granados, S., Alcalde, C., Guzman, J., Melendez, D., Torres, C., & Velasquez, Z. (2022). Cementos a base de silicato de calcio: Factor clave en el éxito del recubrimiento pulpar directo. Revisión de la literatura. 32(1), *Estomatológica Herediana*, 52-60.

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S10193552022000100052&script=sci_abstract

- Hernández, J. (2010). *Tecnología del concreto Tomo 1*. <https://acortar.link/B1PMCG>
- Hernández, S., & Duana, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA*, 9(17), 51-53. <https://doi.org/10.29057/icea.v9i17.6019>
- Jaime, M., & Portocarrero, L. (2018). *Influencia de la cascarilla y ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión de un concreto no estructural*. Trujillo 2018 [Tesis de Grado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio académico de la UPN. <https://acortar.link/Av8JU0>
- Jimenez, R. S. (2022). *Efecto de la incorporación de nanosilice para un concreto antideslave $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ aplicado a cimentaciones profundas con alto nivel freático* [Tesis de Grado, Universidad Peruana los Andes]. Repositorio académico de la UPA. <https://acortar.link/JO0IRP>
- Martinez, A. (2023). *Metodologías para la investigación de fallas en estructuras de concreto*. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. <https://acortar.link/cAon0V>
- McCORMAC, J., & Brown, R. (2011). *Diseño de concreto reforzado*. Alfaomega. <https://acortar.link/hdOmOY>
- Mohammed, A., Rafiq, S., Mahmood, W., Noaman, R., AL - Darkazali, H., Ghafor, K., & Qadir, W. (2020). *Microstructure characterizations, thermal properties, yield stress, plastic viscosity and compression strength of cement paste modified with nanosilica*. *Journal of Materials Research and Technology* 9(5). 10941-10956 <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.07.083>

Montoya, J. (2017). *Elementos de concreto reforzado I*. Universidad de Ibagué.

<https://acortar.link/I02LEp>

Muñoz, S. P., Tuse, Y. M., Guerrero, K. J., & Vázquez, Y. A. (2021). *Uso de Nanomateriales en la Producción de Concreto: Revisión Literaria*. 8(4), 74-87.

<https://doi.org/10.25286/repa.v6i4.1676>

Ngo, V., Bui, T., Thanh-Quang-Khai, L., Nguyen, T., & Van-Hau, N. (2020). *Evaluación Experimental de los Efectos de la Nano Sílice en la Resistencia del Concreto de Alto Rendimiento en Edades Tempranas*. <https://acortar.link/Whwdv6>

Instituto Nacional de la Calidad (2020). Cementos. Cemento Portland. (NTP 334.009:2020). Aprobado por R.D. N° 036-2020-INACAL/DN. (Perú).

<https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/1910509-1>

Instituto Nacional de la Calidad (2019). Concreto. Definiciones y terminología relativas del hormigón y sus agregados. (NTP 339.047:2019). Aprobado por R.D. N° 010-2019-INACAL/DN. (Perú). <https://pdfcoffee.com/ntp-339047-2014-2019-5-pdf-free.html>

Instituto Nacional de la Calidad (2019). Concreto. Norma de agua para el Concreto. (NTP 339.088:2019). Aprobado por R.D. N° 010-2012-INACAL/DN. (Perú).

<https://acortar.link/6UmlMj>

Instituto Nacional de la Calidad (2015). Concreto. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. (NTP 339.034:2015). Aprobado por R.D. N°015-2015-INACAL/DN. (Perú). <https://acortar.link/e9vIMO>

Instituto Nacional de la Calidad (1999). Agregados. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado. (NTP 400.017:1999). Aprobado por R.0021-99/INDECOPI-CRT. (Perú). <https://acortar.link/Im2odF>

Instituto Nacional de la Calidad (2013). Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. (NTP 400.021:2013). Aprobado por R.0113-2013/CNB-INDECOPI. (Perú).

<https://acortar.link/ag89jx>

Instituto Nacional de la Calidad (2018). Agregados. Especificaciones normalizadas para agregados de concreto. (NTP 400.037:2018). Aprobado por R.D. N° 002-2018-INACAL/DN. (Perú). <https://acortar.link/B8VXGt>

Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232. <https://acortar.link/v7mKkX>

Pacheco. (2017). *Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido* [Trabajo de Suficiencia Profesional, Universidad José Carlos Mariátegui] Repositorio académico de la UJCM. <https://acortar.link/SUvY3g>

Pacheco, G. (2016). *Resistencia a compresión axial del concreto $f'c=175$ kg/cm² incorporando diferentes porcentajes de viruta de acero ensayadas a diferentes edades* [Tesis de Pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio académico de la UPN. <https://acortar.link/UKsWUH>

Pacheco, G., & Ticlo, S. (2020). *Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto, adicionando fibras de caucho de neumáticos reciclados* [Tesis de Grado, Universidad César Vallejo]. Repositorio académico de la UCV. <https://acortar.link/kD7ehK>

Perez, J. (2017). *Influencia de la granulometría del agregado grueso en las propiedades mecánicas e hidráulicas de un concreto permeable, Trujillo 2017* [Tesis de Grado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio académico de la UPN. <https://acortar.link/gg1CkK>

- Pineda, B. A., & Torres, A. G. (2023). *Diseño de un concreto con microsílíce para disminuir el ataque de cloruros al concreto estructural en las viviendas del litoral del Callao* [Tesis de Grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas] Repositorio académico de la UPC. <https://acortar.link/bQAPLR>
- Restrepo, J., Restrepo, O., & Tobón, J. (2006). *Efectos de la adición de metacaolín en el cemento pórtland*. *Dyna* 73(150), 131-141.
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/22319>
- Rojas, C. (2021). *Manual para la adherencia del concreto fresco a concreto endurecido* [Trabajo de Pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio institucional de la UCC. <https://hdl.handle.net/20.500.12494/34396>
- Saleh, A., Altar, A., Ahmned, & Mustafa, S. (2021). Improving the thermal insulation and mechanical properties of concrete using Nano-SiO₂. *Results in Engineering*. Volume 12.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590123021001043>
- Sánchez, D. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero*. Multiletras Editores Ltda.
<https://acortar.link/xHtouF>
- Serna, E. (2018). *Investigación formativa en Ingeniería*. Instituto Antioqueño de Investigación. <https://www.cervantesvirtual.com/nd/ark:/59851/bmc1197376>
- Soares, N. (2012). *El rol físico del agua en mezclas de cemento Portland* [Tesis de Doctorado, Universitat Politècnica de Catalunya]. Repositorio de la UPC.
<https://acortar.link/uovweg>
- Solis, R. & Moreno, E. (2006). *Análisis de la porosidad del concreto con agregado calizo*. *Revista de la Facultad de Ingeniería de la U.C.V* 21(3), 101-

109. https://www.researchgate.net/publication/262668945_Analisis_de_la_porosidad_del_concreto_con_agregado_calizo

Taekgeun, O., Booki, C., Seung, K., GI, W., Nemkumar, B., & Doo-Yeol, Y. (2023). *Effect of high-volume substituted nanosilica on the hydration and mechanical properties of Ultra-High-Performance Concrete (UHPC)*, *Cement and Concrete Research*. 175 <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2023.107379>

Taico, P. (2020). *Influencia del tamaño máximo nominal del agregado grueso en la resistencia y costo del concreto, teniendo en cuenta 3 métodos de diseño de mezclas* [Tesis de Grado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio académico de la UPN. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24745?locale-attribute=en>

Vallejos, J., & Montenegro, M. (2023). *Propiedades Mecánicas y Microestructurales del Concreto Ecológico Sustituyendo Parcialmente los Agregados por Caucho y PET reciclado* [Tesis de Grado, Universidad Señor de Sipán]. Repositorio académico de la USS. <https://acortar.link/z7j42r>

Velez, C. (2019). *Determinación de la resistencia a la compresión del concreto mediante el método de esclerometría* [Tesis de Grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio académico de la UPC. <https://acortar.link/VbY54k>

Villegas, R. A. (2021). *Diseño de un reservorio circular de almacenamiento de agua potable ubicado en la ciudad de Lima de 2500 m³ de capacidad* [Trabajo de suficiencia profesional, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio académico de la PUCP. <https://acortar.link/exCDL6>

Zegarra, C. (2019). *Modelos de operación de reservorios de almacenamiento de agua potable del distrito Puente Piedra, Provincia de Lima en el 2018* [Tesis de Grado, Universidad César Vallejo]. Repositorio académico de la UCV.

<https://acortar.link/WI6LZh>

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia

Anexo 2: Panel Fotográfico

Anexo 3: Ficha técnica

Anexo 4: Resultados de Laboratorio

Anexo 5: Certificado de calibración

Anexo 1.

Matriz de Consistencia



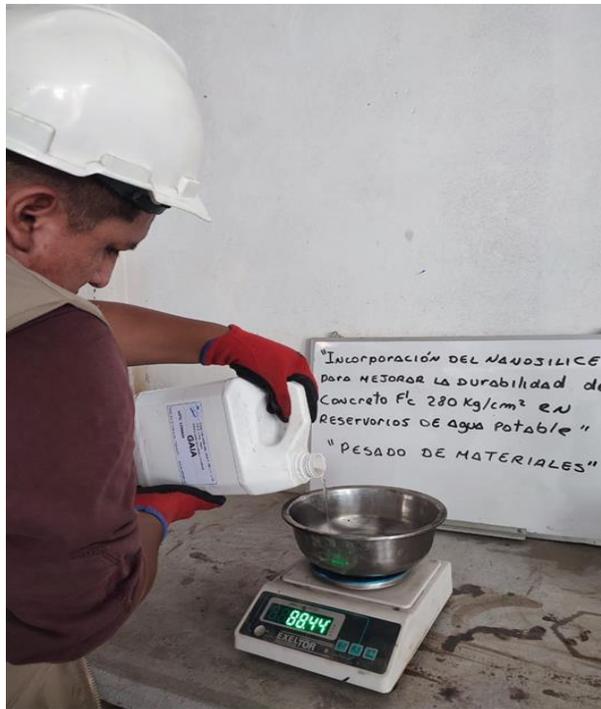
MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título de Tesis:		INCORPORACIÓN DE NANOSÍLICE PARA MEJORAR LA DURABILIDAD DEL CONCRETO F' C 280 KG/CM2 EN RESERVORIOS DE AGUA POTABLE EN LIMA METROPOLITANA				
Elaborado por:		-PONCE FERNÁNDEZ, VALERIA STEFANY -ROMERO HILARIO, ALEXANDER RAÚL				
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	Variables e Indicadores			METODOLOGÍA
Problema General	Objetivo General	Hipotesis General	Variable independiente	Dimensiones	Indicadores	Diseño
¿De qué manera influye la incorporación de Nanosilice en la durabilidad del concreto F' C 280 kg/cm2 en reservorios de agua potable en Lima Metropolitana?	Determinar la influencia de la incorporación de Nanosilice para mejorar la durabilidad del concreto F' C 280 kg/cm2 en reservorios de agua potable en Lima Metropolitana.	La incorporación de Nanosilice permite mejorar la durabilidad del concreto F' C 280 kg/cm2 en reservorios de agua potable en Lima Metropolitana.	Nanosilice	Densidad de acuerdo a las especificaciones técnicas	1.100 kg/l	Enfoque de investigación: Cuantitativo
				Dosificación de Nanosilice de acuerdo al peso del cemento	0.70%	Tipo de Investigación: Aplicativo
					0.90%	Nivel de investigación: Explicativo
					1.10%	Diseño de la investigación: Experimental
					1.30%	
Problema Especifico	Objetivo Especifico	Hipotesis Especifica	Variable dependiente	Dimensiones	Indicadores	Población
¿Cuál es la influencia de la incorporación de Nanosilice en el diseño de mezcla del concreto F' C 280 kg/cm2 en reservorios de agua potable en Lima Metropolitana?	Determinar la influencia de la incorporación de Nanosilice en el diseño de Mezcla del concreto F' C 280 kg/cm2 en reservorios de agua potable en Lima Metropolitana.	La incorporación de Nanosilice mejorará el diseño de Mezcla del concreto F' C 280 kg/cm2 en reservorios de agua potable en Lima Metropolitana.	Durabilidad del Concreto F' C 280 kg/cm ² -propiedades físicas -propiedades mecánicas	Diseño de Mezcla	Ensayos de Agregados	La población está conformada por un conjunto de probetas estandarizadas de concreto.
					Diseño patrón 280 kg/cm2	
					Diseño patrón 280 kg/cm2 + 0.7 % NS	
					Diseño patrón 280 kg/cm2 + 0.9 % NS	
					Diseño patrón 280 kg/cm2 + 1.1 % NS	
¿Cuál es la influencia de la incorporación de Nanosilice en las propiedades físicas del concreto F' C 280 kg/cm2 en reservorios de agua potable en Lima Metropolitana?	Determinar la influencia de la incorporación de Nanosilice en las propiedades físicas del concreto F' C 280 kg/cm2 en reservorios de agua potable en Lima Metropolitana.	La incorporación de Nanosilice mejorará las propiedades físicas del concreto F' C 280 kg/cm2 en reservorios de agua potable en Lima Metropolitana.	Durabilidad del Concreto F' C 280 kg/cm ² -propiedades físicas -propiedades mecánicas	Propiedades Físicas	Absorción	1 diseño de mezcla patrón y 4 diseños de mezcla con nanosilice en distintos porcentajes (0.70%, 0.90%, 1.10% y 1.30%)
					Peso Unitario ASTM C 138	
					Contenido de aire ASTM C 231	
					Asentamiento ASTM C 143	
					Tiempo de fraguado NTP 339.082	
¿Cuál es la influencia de la incorporación de Nanosilice en las propiedades mecánicas del concreto F' C 280 kg/cm2 en reservorios de agua potable en Lima Metropolitana?	Determinar la influencia de la incorporación de Nanosilice en las propiedades mecánicas del concreto F' C 280 kg/cm2 en reservorios de agua potable en Lima Metropolitana.	La incorporación de Nanosilice mejorará las propiedades mecánicas del concreto F' C 280 kg/cm2 en reservorios de agua potable en Lima Metropolitana.	Durabilidad del Concreto F' C 280 kg/cm ² -propiedades físicas -propiedades mecánicas	Propiedades Mecánicas	Exudación NTP 339.077 ASTM 232	La población es de 60 probetas, 15 vigas y 15 discos, elaborando 3 testigos por cada porcentaje (0.70%, 0.90%, 1.10% y 1.30%) de incorporación de Nanosilice más el modelo patrón.
					Resistencia a la Abrasión (desgaste)	
					Resistencia a la compresión	
					Resistencia a la Tracción ASTM C 496	
					Módulo de Elasticidad ASTM C469	

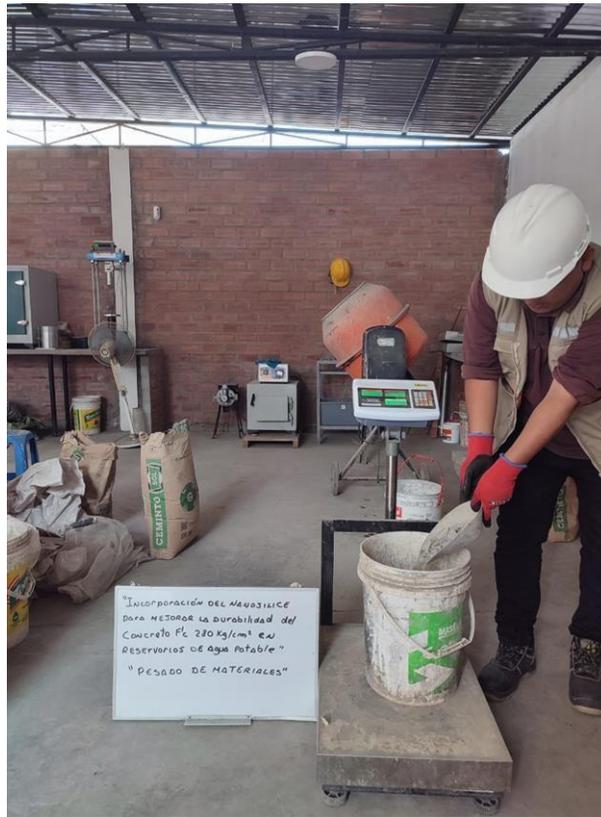
Anexo 2.

Panel Fotográfico

ENSAYOS DE AGREGADOS







PREPARACIÓN DE LA MEZCLA









ELABORACION DE PROBETAS





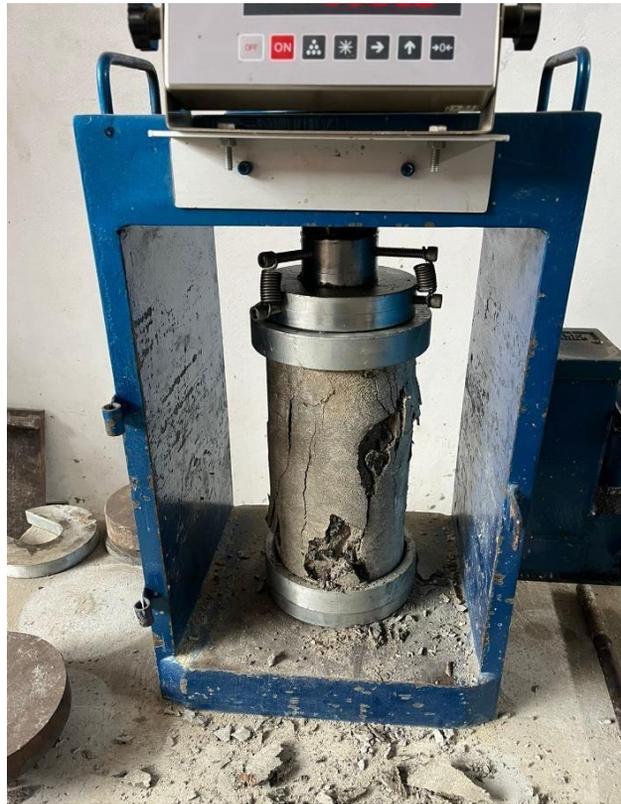
ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN













ENSAYO RESISTENCIA A LA ABRASIÓN

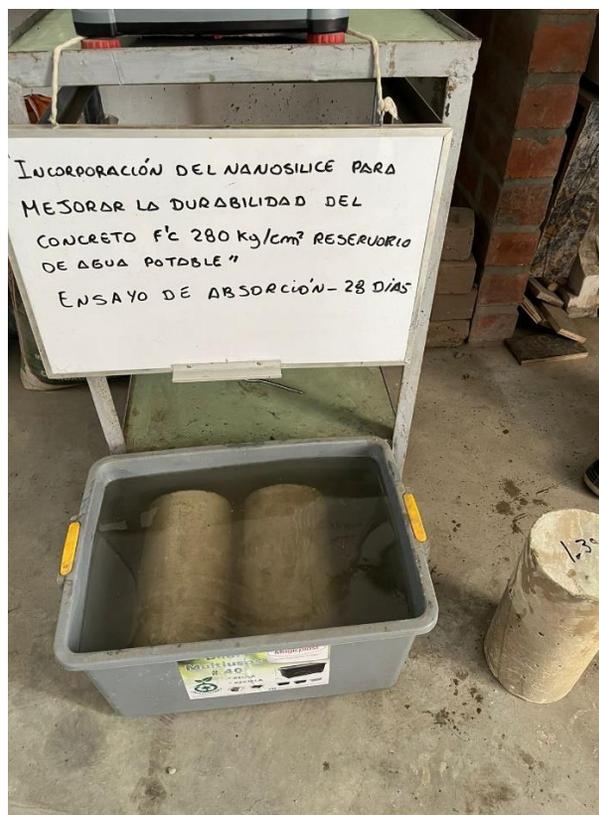






ENSAYO ABSORCIÓN



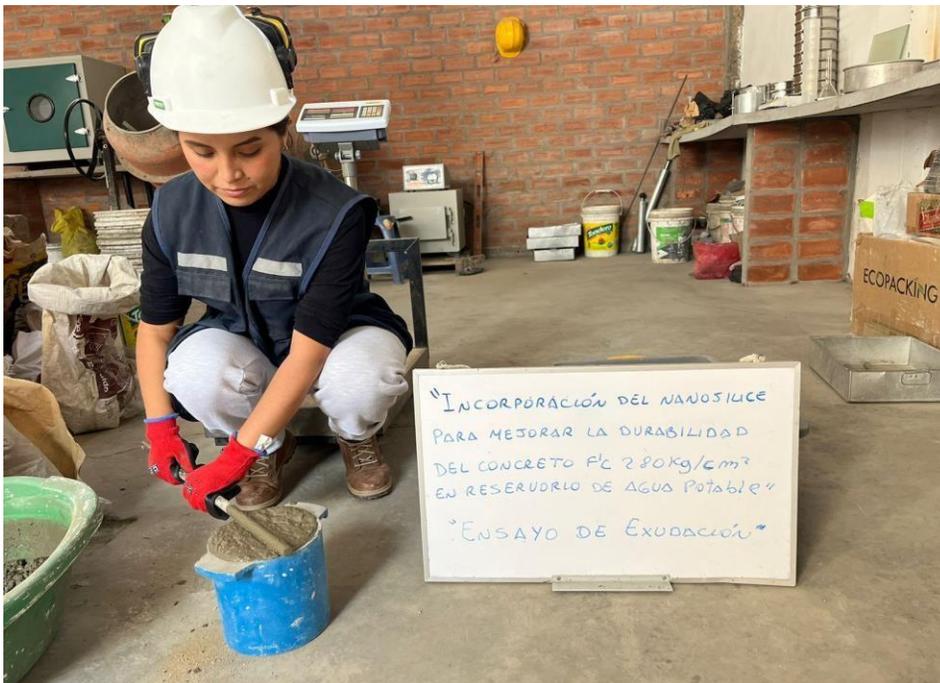


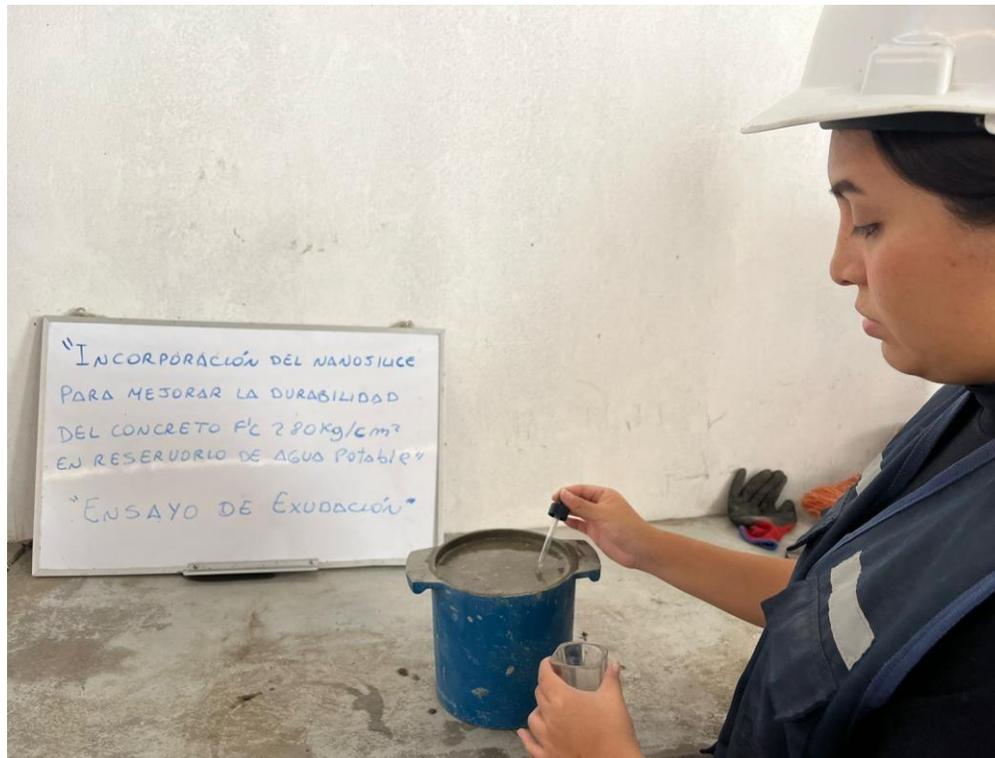




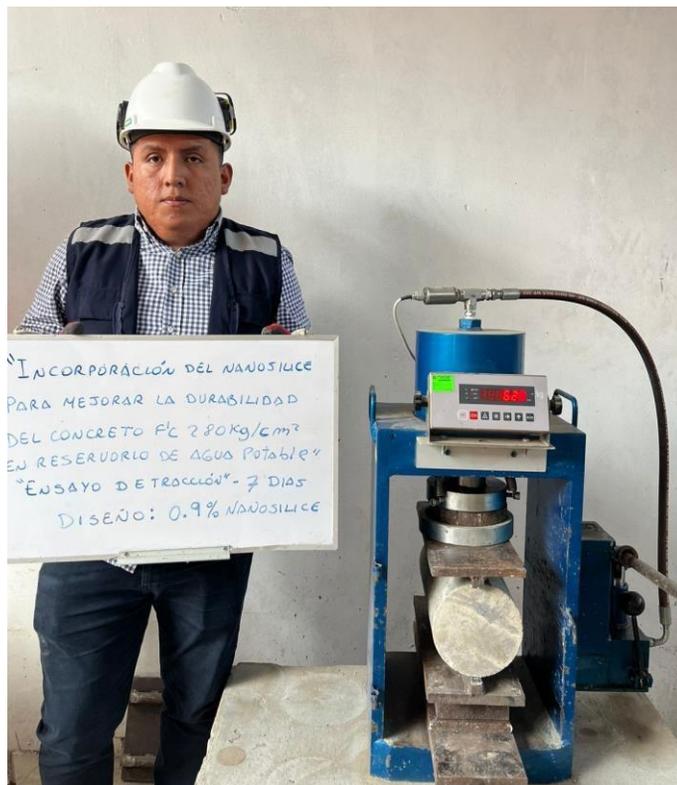
ENSAYO DE EXUDACIÓN







ENSAYO RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

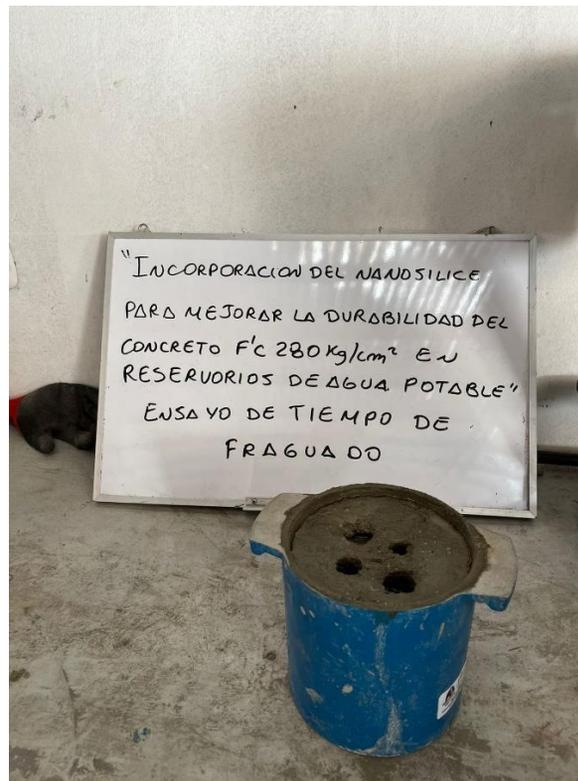




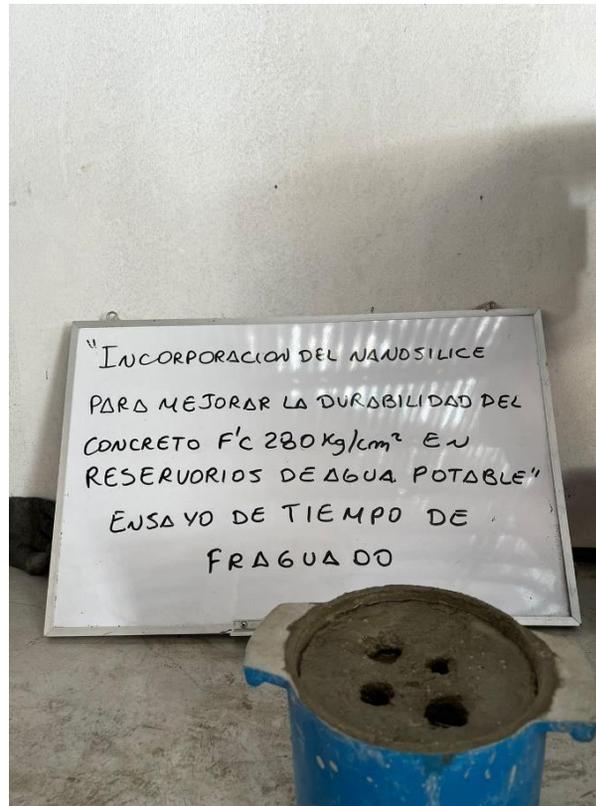




ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO









Anexo 3.

Ficha Técnica



GAIA Nanosilice

Adicionante de cemento para concretos
De altas prestaciones

Fecha de Emisión: Mar 10, 05
Revisión: 14
Fecha de Revisión: Oct 7, 19
Página: 1 de 1

Industrias Ulmen S.A. Aditivos para concreto

Descripción

GAIA Nanosilice es un primer Adicionante base nanosilice generado durante 2004 por la sinergia Scitech Cognoscible/Ulmen

Pertenece a la línea GAIA NANOSÍLICE, donde las reacciones químicas en el hormigón convierten las nanopartículas de silice en nanopartículas de cemento

Aspectos Técnicos

GAIA Nanosilice elimina el total de la silice en polvo en cualquiera de sus alternativas, y también los superplastificantes, reduciendo al mínimo los reductores plastificantes.

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

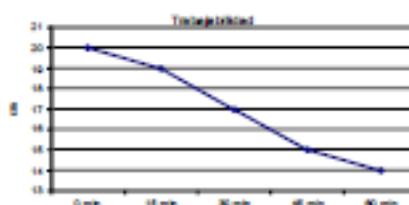
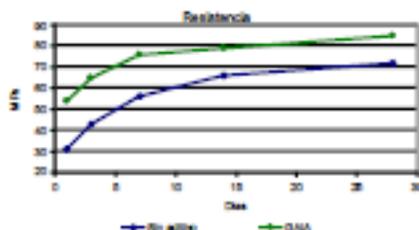
Ideal para concretos tipo "Fast Track", a usar dentro de las 24 horas posteriores al vaciado, con adecuadas dosificaciones, que permitan obtener hormigones impermeables según norma DIN 1048 o Nch 2262

Propiedades

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

Duración

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



Dosis

Recomendamos dosis de acuerdo a los concretos a elaborar. Lo ideal es contactar el servicio técnico ULMEN para optimizar su uso.

Presentación

En cilindro plástico de 220 kg
En dispenser retornable de 1100 kg

Propiedades físicas

Apariencia : Líquido
Color : Café Claro
Densidad : $1,03 \pm 0,02$ g/mL

Clasificación

GAIA Nanosilice se clasifica como aditivo tipo F según ASTM C494

Cooperativa las Vertientes, Calle 4, Mz C-1 Sub Lt 2-F Villa El Salvador – Lima
Teléfonos (01) 719-4126 / 719-4127

www.cognoscibletechnologies.com

www.ulmen.cl

atencionalcliente@ulmen.cl

Anexo 4.

Resultados de Laboratorio

 GEOCONCRELAB Laboratorio de suelos y concreto S.A.C.	CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS ASTM C566-19	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	18/04/2024
		Página	1 de 1

PROYECTO : "INCORPORACION DEL NANOSILICE PARA MEJORAR LA DURABILIDAD DEL CONCRETO f_c 280 kg/cm² EN RESERVORIOS DE AGUA POTABLE" **REGISTRO N°:** GCL - TS 066
SOLICITANTE : ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO / VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ **MUESTREADO POR :** J.H.Q.
UBICACIÓN : INSTALACIONES DEL LABORATORIO GEOCONCRELAB SAC **ENSAYADO POR :** A. ORTIZ
MATERIAL : AGREGADO GRUESO- AGREGADO FINO **FECHA DE ENSAYO :** 18/04/2024
TURNO : Diurno

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CANTERA
1	Masa del Recipiente	g	484.0	CANTERA BARRETO
2	Masa del Recipiente + muestra húmeda	g	5552.7	
3	Masa del Recipiente + muestra seca	g	5455.9	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	1.95	

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

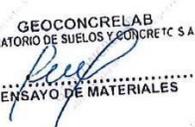
ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CANTERA
1	Masa del Recipiente	g	225.0	CANTERA BARRETO
2	Masa del Recipiente + muestra húmeda	g	674.6	
3	Masa del Recipiente + muestra seca	g	651.3	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	5.47	

GEOCONCRELAB
 Laboratorio de suelos y concreto S.A.C.

GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)

GEOCONCRELAB
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C



.....
ENSAYO DE MATERIALES

* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)



Abej Pillaca Esquivel
 INGENIERO CIVIL
 Registro CIP N° 68657

* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas

 GEOCONCRELAB Laboratorio de suelos y concreto S.A.C.	DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS ASTM C29 / C29M - 17a	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	20/04/2024
		Página	1 de 1

PROYECTO : "INCORPORACION DEL NANOSILICE PARA MEJORAR LA DURABILIDAD DEL CONCRETO Fc 280 kg/cm2 EN RESERVORIOS DE AGUA POTABLE"

SOLICITANTE : ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO / VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ

UBICACIÓN : INSTALACIONES DEL LABORATORIO GEOCONCRELAB SAC

MATERIAL : AGREGADO FINO

Registro N°: GCL - TS 066
 Muestreado por : J.H.Q.
 Ensayado por : A. ORTIZ
 Fecha de Ensayo: 20/04/2024
 Turno: Diurno

Código de Muestra : ---
 Procedencia : CANTERA BARRETO
 N° de Muestra : ---
 Progresiva : ---

PESO UNITARIO SUELTO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	* 1.630	1.630	
Volumen de molde (m3)	0.002809	0.002809	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	5.835	5.912	
Peso de muestra suelta (kg)	4.205	4.282	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1497	1524	

PESO UNITARIO COMPACTADO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	1.635	1.635	
Volumen de molde (m3)	0.002809	0.002809	
Peso de molde + muestra compactada (kg)	6.272	6.205	
Peso de muestra compactada (kg)	4.637	4.570	
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m3)	1651	1627	

GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)  ENSAYO DE MATERIALES

* Prohíbida la reproducción total o parcial del presente documento

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)  Abel Piliaca Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657
--

* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas

 GEOCONCRELAB Laboratorio de suelos y concreto S.A.C.	DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS ASTM C29 / C29M - 17a	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	20/04/2024
		Página	1 de 1

PROYECTO : "INCORPORACION DEL NANOSILICE PARA MEJORAR LA DURABILIDAD DEL CONCRETO f_c 280 kg/cm² EN RESERVORIOS DE AGUA POTABLE"
 Registro N°: GCL - TS 066
 Muestreado por : J.H.Q.
 SOLICITANTE : ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO / VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ
 Ensayado por : A. ORTIZ
 UBICACIÓN : INSTALACIONES DEL LABORATORIO GEOCONCRELAB SAC
 Fecha de Ensayo: 20/04/2024
 MATERIAL : AGREGADO GRUESO
 Turno: Diurno

Código de Muestra : ---
 Procedencia : CANTERA BARRETO
 N° de Muestra : ---
 Progresiva : ---

PESO UNITARIO SUELTO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	3.440	3.440	
Volumen de molde (m ³)	0.007084	0.007084	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	14.525	14.490	
Peso de muestra suelta (kg)	11.085	11.050	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m ³)	1565	1560	

PESO UNITARIO COMPACTADO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	3.440	3.440	
Volumen de molde (m ³)	0.007084	0.007084	
Peso de molde + muestra compactada (kg)	15.570	15.610	
Peso de muestra compactado (kg)	12.130	12.170	
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³)	1712	1718	

GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)

GEOCONCRELAB
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.

 ENSAYO DE MATERIALES

* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)


Abey Pillaca Esquivel
 INGENIERO CIVIL
 Registro CIP N° 68637

* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas

 GEOCONCRELAB Laboratorio de suelos y concreto S.A.C.	DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ASTM C128-15	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	19/04/2024
		Página	1 de 1

PROYECTO : "INCORPORACION DEL NANOSILICE PARA MEJORAR LA DURABILIDAD DEL CONCRETO Fc 280 kg/cm2 EN RESERVORIOS DE AGUA POTABLE"
SOLICITANTE : ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO / VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ
UBICACIÓN : INSTALACIONES DEL LABORATORIO GEOCONCRELAB SAC
MATERIAL : AGREGADO FINO

Registro N°: GCL - TS 066
Muestreado por : J.H.Q
Ensayado por : A. ORTIZ
Fecha de Ensayo: 19/04/2024
Turno: Diurno

Código de Muestra : ---
Procedencia : CANTERA BARRETO
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---

IDENTIFICACIÓN		1
A	Masa Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)	501.30
B	Masa Frasco + agua	641.23
C	Masa Frasco + agua + muestra SSS	971.08
D	Masa del Mat. Seco	476.0
Gravedad específica OD = D/(B+A-C)		2.78
Gravedad específica SSS = A/(B+A-C)		2.92
Densidad relativa (Gravedad específica aparente) = D/(B+D-C)		3.26
% Absorción = 100*((A-D)/D)		5.32

GEOCONCRELAB
 Laboratorio de suelos y concreto S.A.C.

GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)

GEOCONCRELAB
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.

 ENSAYO DE MATERIALES

* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)


Abel Piliaca Esquivel
 INGENIERO CIVIL
 Registro CIP N° 63657

* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas

 GEOCONCRELAB Laboratorio de suelos y concreto S.A.C.	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y LA ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS ASTM C127-15	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	19/04/2024
		Página	1 de 1

PROYECTO : "INCORPORACION DEL NANOSILICE PARA MEJORAR LA DURABILIDAD DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm2 EN RESERVIORIOS DE AGUA POTABLE"
SOLICITANTE : ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO / VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ
UBICACIÓN : INSTALACIONES DEL LABORATORIO GEOCONCRELAB SAC
MATERIAL : AGREGADO GRUESO

Registro N°: GCL - TS 066
Muestreado por : J.H.Q
Ensayado por : A. ORTIZ
Fecha de Ensayo: 19/04/2024
Turno: Diurno

Tipo de muestra : ---
Procedencia : CANTERA BARRETO
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---

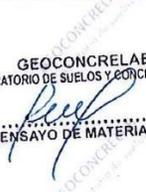
DATOS		A
1	Masa de la muestra sss	2107.30
2	Masa de la muestra sss sumergida	1340.88
3	Masa de la muestra secada al horno	2071.12

RESULTADOS	1
Gravedad especifica OD	2.702
Gravedad especifica SSS	2.750
Densidad relativa (Gravedad especifica aparente)	2.836
Absorción (%)	1.75

GEOCONCRELAB
 Laboratorio de suelos y concreto S.A.C.

GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)


GEOCONCRELAB
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.

 ENSAYO DE MATERIALES

* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)


Abel Piliaca Esquivel
 INGENIERO CIVIL
 Registro CIP N° 68657

* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas

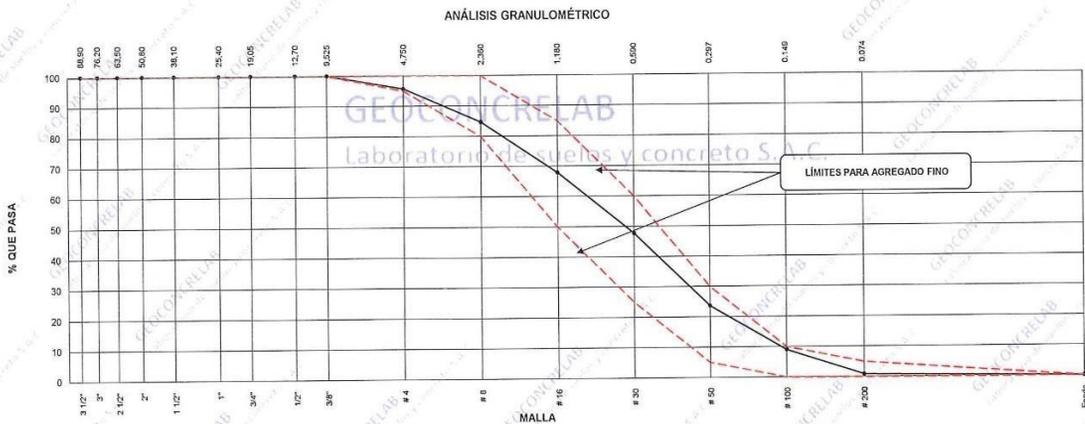
 GEOCONCRELAB Laboratorio de suelos y concreto S.A.C.	<h2 style="margin: 0;">DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</h2>	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	18-04-2024
		Página	1 de 4

PROYECTO	: "INCORPORACION DEL NANOSILICE PARA MEJORAR LA DURABILIDAD DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm2 EN RESERVORIOS DE AGUA POTABLE"	REGISTRO N°:	2024 - TS404
SOLICITANTE	: ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO / VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ	REALIZADO POR :	A. Ortiz
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	FECHA :	18/04/2024
UBICACIÓN DE PROYECTO	: INSTALACIONES DE LABORATORIO GEOCONCRELAB S.A.C.	TURNO :	Diurno
FECHA DE EMISIÓN	: 18/04/2024		
Código de Muestra	: M1		
Lote	: ---		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

AGREGADO FINO ASTM C33 - ARENA GRUESA						
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	47.4	4.37	95.63	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	119.3	11.01	15.38	84.62	80.00
# 16	1.18 mm	181.7	16.77	32.15	67.85	50.00
# 30	0.59 mm	218.1	20.13	52.97	47.73	25.00
# 50	0.30 mm	281.2	24.10	76.38	23.62	5.00
# 100	0.15 mm	158.6	14.64	91.01	8.99	0.00
# 200	0.07 mm	88.9	8.20	99.22	0.78	0.00
Fondo	0.01 mm	8.5	0.78	100.00	0.00	0.00

TARA	246.1
T+MH	1072.3
T+MS	1058.4
T+ML	1039.9

CARACTERISTICAS FISICAS	
P. Especif. de Masa Seco (kg/m³)	2730
T+MH	1072.3
P. Especif. de Masa SSS (kg/m³)	2743
T+MS	1058.4
P. Especif. de Masa Aparente (kg/m³)	2814
T+ML	1039.9
P. Unitario Compactado (kg/m³)	1639
P. Unitario Suelto (kg/m³)	1511
Abсорción (%)	5.30
Contenido de Humedad (%)	5.80
Módulo de Fineza	2.72
% < Malla N° 200 (0.75 µm)	2.28



GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)

GEOCONCRELAB
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C

 ENSAYO DE MATERIALES

* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)


Abel Piliaca Esquivel
 INGENIERO CIVIL
 Registro CIP N° 68657

* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas

 GEOCONCRELAB Laboratorio de suelos y concreto S.A.C.	DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	18-04-2024
		Página	2 de 4

ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO GRUESO

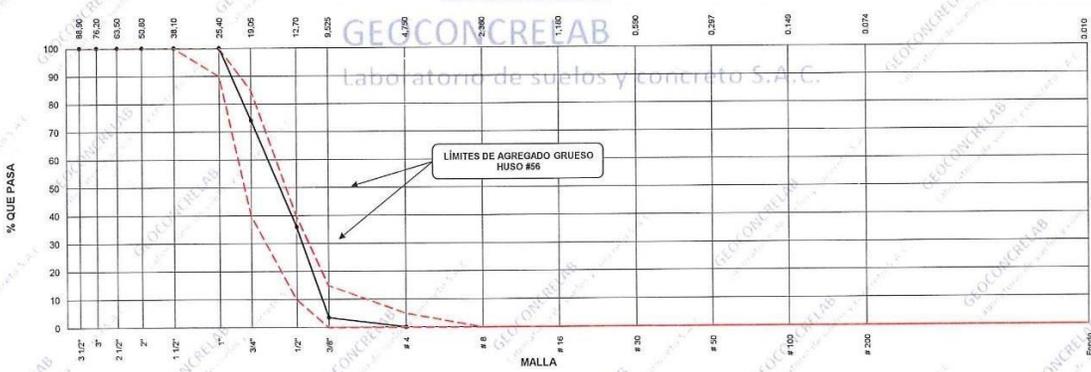
PROYECTO	: "INCORPORACION DEL NANOSILICE PARA MEJORAR LA DURABILIDAD DEL CONCRETO f _c 280 kg/cm ² EN RESERVOARIOS DE AGUA POTABLE"	REGISTRO N°:	2024 - TS404
SOLICITANTE	: ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO / VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ	REALIZADO POR :	A. Ortiz
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	FECHA:	18/04/2024
UBICACION DE PROYECTO	: INSTALACIONES DE LABORATORIO GEOCONCRELAB S.A.C.	TURNO :	Diurno
FECHA DE EMISIÓN	: 18/04/2024		
Código de Muestra	: ---		
Lote	: ---		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	% Pasa Acum. (%)	% Pasa Acum. (%)	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	319.5	25.97	25.97	74.03	40.00
1/2"	12.70 mm	19.05	38.18	64.15	35.85	10.00
3/8"	9.53 mm	298.5	32.39	96.55	3.45	0.00
# 4	4.75 mm	42.5	3.45	100.00	0.00	5.00
# 8	2.35 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00
# 16	1.18 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00
# 30	0.59 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00
# 50	0.30 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00
# 100	0.15 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00
# 200	0.07 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00
Fondo	0.01 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00

TARA	262.1
T+MH	1784.3
T+MS	1721.8
T+ML	1711.3

P. Especif. de Masa Seco (kg/m ³)	2073
P. Especif. de Masa SSS (kg/m ³)	1333
P. Especif. de Masa Aparente (kg/m ³)	2110
P. Unitario Compactado (kg/m ³)	1715
P. Unitario Sueto (kg/m ³)	1562
Absorción (%)	1.70
Tamaño Máximo	1"
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Módulo de Fineza	7.23
% < Malla N° 200 (0.75 µm)	0.72
Contenido de Humedad (%)	1.90

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)

GEOCONCRELAB
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C

 ENSAYO DE MATERIALES

* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)


Abel Pineda Esquivel
 INGENIERO CIVIL
 Registro CIP N° 68657

* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas

	DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	22-04-2024
		Página	3 de 4

PROYECTO	: "INCORPORACION DEL NANOSILICE PARA MEJORAR LA DURABILIDAD DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm2 EN RESERVIORIOS DE AGUA POTABLE"	REGISTRO N°:	2024 - TS404
SOLICITANTE	: ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO / VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ	REALIZADO POR	: A. Ortiz
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	FECHA DE VACIADO	: 22/04/2024
UBICACIÓN DE PROYECTO	: INSTALACIONES DE LABORATORIO GEOCONCRELAB S.A.C.	TURNO	: Diurno
FECHA DE EMISIÓN	: 22/04/2024		
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño:	280 kg/cm2
Procedencia	: CANTERA BARRETO	Asentamiento:	3" - 4"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla:	PATRON

1. RELACIÓN AGUA CEMENTO

R a/c = 0.47

2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 205 L

3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 2.0%

4. DATOS DE LABORATORIO

INSUMO	PESO ESPECIFICO						
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m3						
Agua	1000 kg/m3						
Aire	---						
		HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	TMN
Agregado grueso	2073 kg/m3	1.90%	1.70%	7.23	1562	1715	3/4
Agregado fino	2730 kg/m3	5.80%	5.30%	3.08	1511	1639	

OBSERVACIONES:

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de GEOCONCRELAB S.A.C.

EQUIPO UTILIZADO			
EQUIPO	CÓDIGO	CERT. CALIBRACIÓN	
Balanza digital Ohaus 30000g x 1g	MTL LS-10	131-2023	
Balanza digital Henkel 200g x 0,1g	MTL LS-6	132-2023	
Maquina de ensayo uniaxial Forney	MTL TA-1252	271-2023	
Horno digital PT-H76 196L 0° a 300°C	MTL 0120	185-2023	

GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)



* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)



Abel Piliaca Esquivel
INGENIERO CIVIL
Registro CIP N° 68657

* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas

	<h2 style="margin: 0;">DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</h2>	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	22-04-2024
		Página	4 de 4

PROYECTO : "INCORPORACION DEL NANOSILICE PARA MEJORAR LA DURABILIDAD DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm2 EN RESERVORIOS DE AGUA POTABLE" REGISTRO N°: 2024 - TS404
SOLICITANTE : ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO / VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ REALIZADO POR : A. Ortiz
CÓDIGO DE PROYECTO : --- FECHA DE VACIADO : 22/04/2024
UBICACIÓN DE PROYECTO : INSTALACIONES DE LABORATORIO GEOCONCRELAB S.A.C. TURNO : Diurno
FECHA DE EMISIÓN : 22/04/2024

Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino F'c de diseño: 280 kg/cm2
Procedencia : CANTERA BARRETO Asentamiento: 3" - 4"
Cemento : Cemento SOL Tipo 1 Código de mezcla: PATRON

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA

F'cr = 364

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO

R a/c = 0.47

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 205 L

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 2.0%

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento = 436 kg

6. FACTOR CEMENTO

Bolsas x m3 = 10.3 Bolsas

7. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m3	0.1385 m3
Agua	1000 kg/m3	0.2050 m3
Aire	---	0.0200 m3

	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM
Agregado grueso	1.90%	1.70%	7.23	1562	3/4
Agregado fino	5.80%	5.30%	3.08	1511	

Volumen de pasta 0.3635 m3
 Volumen de agregados 0.6365 m3

8. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso = 0.4898 m3 = 1015 kg

Agregado fino = 0.1468 m3 = 401 kg

9. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso 1035 kg

Agregado fino 424 kg

10. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua 201 L

11. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.03 m3

Cemento SOL Tipo 1 13.09 kg

Agua 6.03 L

Agregado grueso 31.04 kg

Agregado fino 12.72 kg

Slump Obtenido 3 1/4"

12. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM A.F. A.G. AGUA

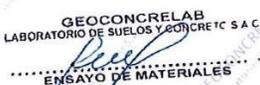
1 : 1.0 : 2.37 : 19.6 L / bolsa

OBSERVACIONES:

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de GEOCONCRELAB S.A.C.

GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)



GEOCONCRELAB
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.

* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)



Abel Piñasa Esquivel
INGENIERO CIVIL
Registro CIP N° 68657

* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas

	FORMATO	Código	AE-FO-93
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO DEL ACI 211	Versión	01
		Fecha	22-04-2024
		Página	1 de 2

PROYECTO	: "INCORPORACION DEL NANOSILICE PARA MEJORAR LA DURABILIDAD DEL CONCRETO Fc 280 kg/cm2 EN RESERVORIOS DE AGUA POTABLE"	REGISTRO N°:	MTL20-TS-30
SOLICITANTE	: ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO / VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ	REALIZADO POR :	A. Ortiz
UBICACIÓN	: INSTALACIONES DEL LABORATORIO GEOCONCRELAB SAC	FECHA DE VACIADO :	22/04/2024
FECHA EMISIÓN	: 22/04/2024	TURNO :	Diurno
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F' c de diseño:	280 kg/cm2
Procedencia	: CANTERA BARRETO	Asentamiento:	3" - 4"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla:	0.7% NANOSILICE

1. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R a/c = 0.47

5. PORCENTAJE DE NANOSILICE
Porcentaje: 0.70%

2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 205 L

3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 2.0%

4. DATOS DE LABORATORIO

INSUMO	PESO ESPECÍFICO						
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m3						
Agua	1000 kg/m3						
Aire	---						
		HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	TMN
Agregado grueso	2073 kg/m3	1.90%	1.70%	7.23	1562	1715	3/4"
Agregado fino	2730 kg/m3	5.80%	5.30%	3.08	1511	1639	

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de GEOCONCRELAB SAC

EQUIPO UTILIZADO		
EQUIPO	CÓDIGO	CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Ohaus 30000g x 1g	MTL LS-10	131-2023
Balanza digital Ohaus 30000g x 1g	MTL LS-6	132-2023
Balanza digital New Classic 6000g x 0.01g	MTL TA-1252	271-2023
Horno digital Termocup 196L 0° a 300°C	MTL 0120	185-2023

GEOCONCRELAB S.A.C.

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)
 ENSAYO DE MATERIALES 
<small>* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento</small>

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)
 Aboy Pillaca Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657
<small>* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas</small>

 GEOCONCRELAB Laboratorio de suelos y concreto S.A.C.	FORMATO	Código	AE-FO-93
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO DEL ACI 211	Versión	01
		Fecha	22-04-2024
		Página	2 de 2

PROYECTO : =ENTRADA/E5

REGISTRO N°: MTL20-TS-30

SOLICITANTE : ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO / VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ
 UBICACIÓN : INSTALACIONES DEL LABORATORIO GEOCONCRELAB SAC
 FECHA EMISIÓN : 22/04/2024

REALIZADO POR : A. Ortiz
 FECHA DE VACIADO : 22/04/2024
 TURNO : Diurno

Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino
 Procedencia : CANTERA BARRETO
 Cemento : Cemento SOL Tipo 1

F^c de diseño: 280 kg/cm²
 Asentamiento: 3" - 4"
 Código de mezcla: 0.7% NANOSILICE

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA

F^{cr} = 364

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento = 436 kg

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO

R a/c = 0.47

6. FACTOR CEMENTO

Bolsas x m³ = 10.3 Bolsas

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 205 L

7. CÁLCULO DE NANOSILICE

3.05 kg x m³ = 0.70% / Cto

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 2.0%

7. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³	0.1385 m ³
Agua	1000 kg/m ³	0.2050 m ³
Aire	---	0.0200 m ³

	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM
Agregado grueso	1.90%	1.70%	7.23	1562	3/4"
Agregado fino	5.80%	5.30%	3.08	1511	

Volumen de pasta 0.3635 m³
 Volumen de agregados 0.6365 m³

11. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.030 m³

8. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso = 0.4898 m³ = 1015 kg

Cemento SOL Tipo 1 13.09 kg

Agregado fino = 0.1468 m³ = 401 kg

Agua 6.03 L

Agregado grueso 31.04 kg

Agregado fino 12.72 kg

9. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso 1035 kg

Slump Obtenido 3 1/2"

Agregado fino 424 kg

Nanosilice 0.09 kg

10. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua 201 L

12. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM A.F. - A.G. AGUA
 1 : 1.0 : 2.37 : 19.6 L/bolsa

OBSERVACIONES:

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de GEOCONCRELAB SAC

GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)


GEOCONCRELAB
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C
 ENSAYO DE MATERIALES

* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)


Abc Piliaca Esquivel
 INGENIERO CIVIL
 Registro CIP N° 65657

* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas

	FORMATO	Código	AE-FO-93
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO DEL ACI 211	Versión	01
		Fecha	22-04-2024
		Página	1 de 2

PROYECTO	: "INCORPORACION DEL NANOSILICE PARA MEJORAR LA DURABILIDAD DEL CONCRETO Fc 280 kg/cm2 EN RESERVORIOS DE AGUA POTABLE"	REGISTRO N°:	MTL20-TS-30
SOLICITANTE	: ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO / VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ	REALIZADO POR :	A. Ortiz
UBICACIÓN	: INSTALACIONES DEL LABORATORIO GEOCONCRELAB SAC	FECHA DE VACIADO:	22/04/2024
FECHA EMISIÓN	: 22/04/2024	TURNO :	Diurno
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F c de diseño:	280 kg/cm2
Procedencia	: CANTERA BARRETO	Asentamiento:	3" - 4"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla:	0.9% NANOSILICE

- 1. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R a/c = 0.47
- 2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 205 L
- 3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 2.0%
- 4. DATOS DE LABORATORIO
- 5. PORCENTAJE DE NANOSILICE
Porcentaje: 0.90%

INSUMO	PESO ESPECÍFICO						
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m3						
Agua	1000 kg/m3						
Aire	---						
		HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	TMN
Agregado grueso	2073 kg/m3	1.90%	1.70%	7.23	1562	1715	3/4 *
Agregado fino	2730 kg/m3	5.80%	5.30%	3.08	1511	1639	

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de GEOCONCRELAB SAC

EQUIPO UTILIZADO		
EQUIPO	CÓDIGO	CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Ohaus 30000g x 1g	MTL LS-10	131-2023
Balanza digital Ohaus 30000g x 1g	MTL LS-6	132-2023
Balanza digital New Clasicc 6000g x 0.01g	MTL TA-1252	271-2023
Horno digital Termocup 196L 0° a 300°C	MTL 0120	185-2023

GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)

GEOCONCRELAB
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C

 ENSAYO DE MATERIALES

* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)


Abe/Pilaca Esquivel
 INGENIERO CIVIL
 Registro CIP N° 68657

* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas

 GEOCONCRELAB Laboratorio de suelos y concreto S.A.C.	FORMATO	Código	AE-FO-93
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO DEL ACI 211	Versión	01
		Fecha	22-04-2024
		Página	2 de 2

PROYECTO : "INCORPORACION DEL NANOSILICE PARA MEJORAR LA DURABILIDAD DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm2 EN RESERVIORIOS DE AGUA POTABLE" REGISTRO N°: MTL20-TS-30

SOLICITANTE : ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO / VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ

UBICACIÓN : INSTALACIONES DEL LABORATORIO GEOCONCRELAB SAC

FECHA EMISIÓN : 22/04/2024

REALIZADO POR : A. Ortiz

FECHA DE VACIADO : 22/04/2024

TURNO : Diurno

Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino F'c de diseño: 280 kg/cm2

Procedencia : CANTERA BARRETO Asentamiento: 3" - 4"

Cemento : Cemento SOL Tipo 1 Código de mezcla: 0.9% NANOSILICE

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA

F'cr = 364

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO

R a/c = 0.47

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 205 L

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 2.0%

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento = 436 kg

6. FACTOR CEMENTO

Bolsas x m3 = 10.3 Bolsas

7. CÁLCULO DE NANOSILICE

3.93 kg x m3 = 0.90% / Cto

7. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m3	0.1385 m3
Agua	1000 kg/m3	0.2050 m3
Aire	---	0.0200 m3

	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM
Agregado grueso	2073 kg/m3	1.90%	1.70%	7.23	1562
Agregado fino	2730 kg/m3	5.80%	5.30%	3.08	1511

Volumen de pasta 0.3635 m3
 Volumen de agregados 0.6365 m3

8. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso = 0.4898 m3 = 1015 kg

Agregado fino = 0.1468 m3 = 401 kg

9. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso 1035 kg

Agregado fino 424 kg

10. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua 201 L

11. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA = 0.030 m3

Cemento SOL Tipo 1 13.09 kg
 Agua 6.03 L
 Agregado grueso 31.04 kg
 Agregado fino 12.72 kg
 Slump Obtenido 3 3/4"
 Nanosilice 0.12 kg

12. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM A.F. A.G. AGUA
 1 : 1.0 : 2.37 : 19.6 L / bolsa

OBSERVACIONES:

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de GEOCONCRELAB SAC.

GEOCONCRELAB S.A.C.

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)

GEOCONCRELAB
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.
 ENSAYO DE MATERIALES

* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)

Abel Pinares Esquivel
 INGENIERO CIVIL
 Registro CIP N° 68657

* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas

	FORMATO	Código	AE-FO-93
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO DEL ACI 211	Versión	01
		Fecha	23-04-2024
		Página	1 de 2

PROYECTO	: "INCORPORACION DEL NANOSILICE PARA MEJORAR LA DURABILIDAD DEL CONCRETO Fc 280 kg/cm2 EN RESERVORIOS DE AGUA POTABLE"	REGISTRO N°:	MTL20-TS-30
SOLICITANTE	: ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO / VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ	REALIZADO POR :	A. Ortiz
UBICACIÓN	: INSTALACIONES DEL LABORATORIO GEOCONCRELAB SAC	FECHA DE VACIADO :	23/04/2024
FECHA EMISIÓN	: 23/04/2024	TURNO :	Diurno
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño:	280 kg/cm2
Procedencia	: CANTERA BARRETO	Asentamiento:	3" - 4"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla:	1.1% NANOSILICE

- 1. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R a/c = 0.47
- 2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 205 L
- 3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 2.0%
- 4. DATOS DE LABORATORIO

- 5. PORCENTAJE DE NANOSILICE
Porcentaje: 1.10%

INSUMO	PESO ESPECÍFICO						
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m3						
Agua	1000 kg/m3						
Aire	---						
		HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	TMN
Agregado grueso	2073 kg/m3	1.90%	1.70%	7.23	1562	1715	3/4 "
Agregado fino	2730 kg/m3	5.80%	5.30%	3.08	1511	1639	

- OBSERVACIONES:
- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
 - Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de GEOCONCRELAB SAC

EQUIPO UTILIZADO		
EQUIPO	CÓDIGO	CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Chaus 30000g x 1g	MTL LS-10	131-2023
Balanza digital Chaus 30000g x 1g	MTL LS-6	132-2023
Balanza digital New Classic 6000g x 0.01g	MTL TA-1252	271-2023
Horno digital Termocup 196L 0° a 300°C	MTL 0120	185-2023

GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)



ENSAYO DE MATERIALES

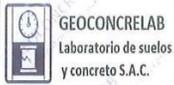
* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)



Abby Pillaca Esquivel
INGENIERO CIVIL
Registro CIP N° 69657

* Documentos válidos solo con sellos y firmas autorizadas

	FORMATO	Código	AE-FO-93
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO DEL ACI 211	Versión	01
		Fecha	23-04-2024
		Página	2 de 2

PROYECTO : "INCORPORACION DEL NANOSILICE PARA MEJORAR LA DURABILIDAD DEL CONCRETO P_c 280 kg/cm² EN RESERVORIOS DE AGUA POTABLE" REGISTRO N°: MTL20-TS-30

SOLICITANTE : ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO / VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ REALIZADO POR : A. Ortiz

UBICACIÓN : INSTALACIONES DEL LABORATORIO GEOCONCRELAB SAC FECHA DE VACIADO : 23/04/2024

FECHA EMISIÓN : 23/04/2024 TURNO : Diurno

Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino F_c de diseño: 280 kg/cm²

Procedencia : CANTERA BARRETO Asentamiento: 3" - 4"

Cemento : Cemento SOL Tipo 1 Código de mezcla: 1.1% NANOSILICE

- | | |
|---|--|
| 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
F _{cr} = 364 | 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
Cemento = 436 kg |
| 2. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R _{a/c} = 0.47 | 6. FACTOR CEMENTO
Bolsas x m ³ = 10.3 Bolsas |
| 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 205 L | 7. CÁLCULO DE NANOSILICE
4.80 kg x m ³ = 1.10% / Cto |
| 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 2.0% | |

7. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³	0.1385 m ³
Agua	1000 kg/m ³	0.2050 m ³
Aire	---	0.0200 m ³
Volumen de pasta 0.3635 m ³		
Volumen de agregados 0.6365 m ³		

	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM
Agregado grueso	1.90%	1.70%	7.23	1562	3/4"
Agregado fino	5.80%	5.30%	3.08	1511	

8. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS
- Agregado grueso ≈ 0.4898 m³ = 1015 kg
- Agregado fino ≈ 0.1468 m³ = 401 kg

9. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD
- Agregado grueso 1035 kg
- Agregado fino 424 kg

10. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD
- Agua 201 L

11. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.030 m³

- Cemento SOL Tipo 1 13.09 kg
- Agua 6.03 L
- Agregado grueso 31.04 kg
- Agregado fino 12.72 kg
- Slump Obtenido 4"
- Nanosilice 0.14 kg

12. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA
- CEM A.F. A.G. AGUA
- 1 : 1.0 : 2.37 : 19.6 L / bolsa

OBSERVACIONES:

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de GEOCONCRELAB SAC.

GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)



 ENSAYO DE MATERIALES
 * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)


 Abel Piliaga Esquivel
 INGENIERO CIVIL
 Registro CIP N° 68667
 * Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas

	FORMATO	Código	AE-FO-93
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO DEL ACI 211	Versión	01
		Fecha	23-04-2024
		Página	1 de 2

PROYECTO : "INCORPORACION DEL NANOSILICE PARA MEJORAR LA DURABILIDAD DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm2 EN RESERVORIOS DE AGUA POTABLE" REGISTRO N°: MTL20-TS-30
SOLICITANTE : ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO / VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ REALIZADO POR : A. Ortiz
UBICACIÓN : INSTALACIONES DEL LABORATORIO GEOCONCRELAB SAC FECHA DE VACIADO : 23/04/2024
FECHA EMISIÓN : 23/04/2024 TURNO : Diurno

Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino F'c de diseño: 280 kg/cm2
Procedencia : CANTERA BARRETO Asentamiento: 3" - 4"
Cemento : Cemento SOL Tipo 1 Código de mezcla: 1.3% NANOSILICE

1. RELACIÓN AGUA CEMENTO **5. PORCENTAJE DE NANOSILICE**
 R a/c : 0.47 Porcentaje: 1.30%

2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
 Agua = 205 L

3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
 Aire = 2.0%

4. DATOS DE LABORATORIO

INSUMO	PESO ESPECÍFICO						
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m3						
Agua	1000 kg/m3						
Aire	---						
		HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	TMN
Agregado grueso	2073 kg/m3	1.90%	1.70%	7.23	1562	1715	3/4"
Agregado fino	2730 kg/m3	5.80%	5.30%	3.08	1511	1639	

Laboratorio de suelos y concreto S.A.C.

OBSERVACIONES:

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de GEOCONCRELAB SAC

EQUIPO UTILIZADO		
EQUIPO	CÓDIGO	CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Chaus 30000g x 1g	MTL LS-10	131-2023
Balanza digital Chaus 30000g x 1g	MTL LS-6	132-2023
Balanza digital New Clasicc 6000g x 0.01g	MTL TA-1252	271-2023
Horno digital Termocup 196L 0° a 300°C	MTL 0120	185-2023

GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)

GEOCONCRELAB
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C

ENSAYO DE MATERIALES

* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)


Abel Pilla Esquivel
 INGENIERO CIVIL
 Registro CIP N° 68657

Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas

 GEOCONCRELAB Laboratorio de suelos y concreto S.A.C.	FORMATO	Código	AE-FO-93
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO DEL ACI 211	Versión	01
		Fecha	23-04-2024
		Página	2 de 2

PROYECTO : "INCORPORACION DEL NANOSILICE PARA MEJORAR LA DURABILIDAD DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm2 EN RESERVORIOS DE AGUA POTABLE"
SOLICITANTE : ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO / VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ
UBICACIÓN : INSTALACIONES DEL LABORATORIO GEOCONCRELAB SAC
FECHA EMISIÓN : 23/04/2024

REGISTRO N°: MTL20-TS-30
REALIZADO POR : A. Ortiz
FECHA DE VACIADO : 23/04/2024
TURNO : Diurno

Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño: 280 kg/cm2
Procedencia : CANTERA BARRETO	Asentamiento: 3" - 4"
Cemento : Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla: 1.3% NANOSILICE

- | | |
|--|--|
| <p>1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
F'cr = 364</p> <p>2. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R a/c = 0.47</p> <p>3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 205 L</p> <p>4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 2.0%</p> | <p>5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
Cemento = 438 kg</p> <p>6. FACTOR CEMENTO
Bolsas x m3 = 10.3 Bolsas</p> <p>7. CÁLCULO DE NANOSILICE
5.67 kg x m3 = 1.30% / Clo</p> |
|--|--|

7. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m3	0.1385 m3					
Agua	1000 kg/m3	0.2050 m3					
Aire	---	0.0200 m3					
Agregado grueso	2073 kg/m3	---	1.90%	1.70%	7.23	1562	3/4"
Agregado fino	2730 kg/m3	---	5.80%	5.30%	3.08	1511	
Volumen de pasta		0.3635 m3					
Volumen de agregados		0.6385 m3					

- | | |
|--|---|
| <p>8. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS</p> <p>Agregado grueso = 0.4898 m3 = 1015 kg</p> <p>Agregado fino = 0.1468 m3 = 401 kg</p> <p>9. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD</p> <p>Agregado grueso 1035 kg</p> <p>Agregado fino 424 kg</p> <p>10. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD</p> <p>Agua 201 L</p> | <p>11. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.030 m3</p> <p>Cemento SOL Tipo 1 13.09 kg</p> <p>Agua 6.03 L</p> <p>Agregado grueso 31.04 kg</p> <p>Agregado fino 12.72 kg</p> <p>Slump Obtenido 3 1/2"</p> <p>Nanosilice 0.17 kg</p> <p>12. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA</p> <p>CEM A.F. A.G. AGUA</p> <p>1 : 1.0 : 2.37 : 19.6 L / bolsa</p> |
|--|---|

OBSERVACIONES:

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de GEOCONCRELAB SAC

GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)

GEOCONCRELAB
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C

ENSAYO DE MATERIALES

* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)


Abcilia Esquivel
 INGENIERO CIVIL
 Registro CIP N° 68667

* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas

 GEOCONCRELAB Laboratorio de suelos y concreto S.A.C.	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ENSAYO DE PERDIDA DE TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO FRESCO	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	23-04-2024
		Página	1 de 1

PROYECTO : "INCORPORACION DEL NANOSILICE PARA MEJORAR LA DURABILIDAD DEL CONCRETO fo 280 kg/cm2 EN RESERVORIOS DE AGUA POTABLE" REGISTRO N°: 2024 - TS224
 SOLICITANTE : ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO / VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ
 CÓDIGO DE PROYECTO : --- REALIZADO POR : A. Ortiz
 UBICACION DE PROYECTO : INSTALACIONES DE LABORATORIO GEOCONCRELAB S.A.C. FECHA DE ENSAYO : 23/04/2024
 FECHA DE EMISION : 23/04/2024 TURNO : Dia
 Tipo de muestra : Diseño Patron / Diseño 0.7% NANOSILICE / Diseño 0.9% NANOSILICE / Diseño 1.1% NANOSILICE / Diseño 1.3% NANOSILICE
 Presentación : Concreto en estado fresco
 F'c de diseño : 280 kg/cm2

ENSAYO DE PERDIDA DE TRABAJABILIDAD											
IDENTIFICACION	HORA DE ENSAYO	TEMPERATURA	SLUMP	IDENTIFICACION	HORA DE ENSAYO	TEMPERATURA	SLUMP	IDENTIFICACION	HORA DE ENSAYO	TEMPERATURA	SLUMP
DISEÑO PATRON M-1	8:27 AM	26,5	3 1/4"	Diseño 0.7% NANOSILICE M-1	9:33 AM	27,5'	3 1/4"	Diseño 0.9% NANOSILICE M-1	9:46 AM	27,1"	3 3/4"
DISEÑO PATRON M-2	8:57 AM	28,7"	3 1/2"	Diseño 0.7% NANOSILICE M-2	10:03 AM	28,8"	3 1/2"	Diseño 0.9% NANOSILICE M-2	10:16 AM	26,9"	3 1/2"
DISEÑO PATRON M-3	9:27 AM	27,8"	3 1/4"	Diseño 0.7% NANOSILICE M-3	10:33 AM	27,6'	3 3/4"	Diseño 0.9% NANOSILICE M-3	10:46 AM	27,4"	4"
DISEÑO PATRON M-4	9:57 AM	27,4"	3"	Diseño 0.7% NANOSILICE M-4	11:03 AM	28,5"	3 1/2"	Diseño 0.9% NANOSILICE M-4	11:16 AM	28,2"	3 3/4"

IDENTIFICACION	HORA DE ENSAYO	TEMPERATURA	SLUMP
Diseño 1.1% NANOSILICE M-1	10:46 AM	27,3'	4"
Diseño 1.1% NANOSILICE M-2	11:16 AM	26,9"	3 3/4"
Diseño 1.1% NANOSILICE M-3	11:46 AM	26,6'	4 1/4"
Diseño 1.1% NANOSILICE M-4	12:16 PM	27,7"	4"

IDENTIFICACION	HORA DE ENSAYO	TEMPERATURA	SLUMP
Diseño 1.3% NANOSILICE M-1	1:25 PM	28,2"	4 1/4"
Diseño 1.3% NANOSILICE M-2	1:55 PM	27,7"	4"
Diseño 1.3% NANOSILICE M-3	2:25 PM	26,9"	4 1/2"
Diseño 1.3% NANOSILICE M-4	2:55 PM	27,2"	4 1/2"

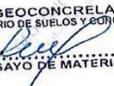
OBSERVACIONES:
 * Muestras realizadas en el laboratorio de GEOCONCRELAB S.A.C.

GEOCONCRELAB

EQUIPO UTILIZADO			
EQUIPO	CÓDIGO	N° CERT. CALIBRACIÓN	
Balanza digital Ohaus 6000g x 0.1g	ING-132	CDR-A20-329 / 2023	
Balanza digital Ohaus 15000g x 1g	ING-138	CDR-A20-330 / 2023	
Termometro digital	ING-215	CDR-A20-356 / 2023	
Cono de slump	ING-210	CDR-A20-355 / 2023	

GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)


GEOCONCRELAB
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.
 ENSAYO DE MATERIALES

* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)


Abe Piliaca Esquivel
 INGENIERO CIVIL
 Registro CIP N° 68657

* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas

 GEOCONCRELAB Laboratorio de suelos y concreto S.A.C.	METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO RECIENTE MEZCLADO SEGUN EL METODO DE PRESION - ASTM C231	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	23/04/2024
		Página	1 de 1

PROYECTO : "INCORPORACION DEL NANOSILICE PARA MEJORAR LA DURABILIDAD DEL CONCRETO Fc 280 kg/cm2 EN RESERVORIOS DE AGUA POTABLE"
 REGISTRO N°: GCL - TS 067
 MUESTREADO POR : J.H.Q.
 SOLICITANTE : ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO / VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ
 ENSAYADO POR : A. ORTIZ
 UBICACION : INSTALACIONES DEL LABORATORIO GEOCONCRELAB SAC
 FECHA DE ENSAYO : 23/04/2024
 MATERIAL : CONCRETO EN ESTADO FRESCO
 TURNO : Diurno

CONTENIDO DE AIRE MEDIANTE PRESION EN OLLA WASHINGTON ASTM - C 231

DISEÑO PATRON F'c = 280 Kg/cm2

VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m3) :	0.00709
PESO DEL MOLDE (Kg) :	3.3984
TIPO DE METODO :	"B"
HORA :	9:35 a. m.
CONTENIDO DE AIRE (%) :	5.33 %

DISEÑO = PATRON F'c 280 Kg/cm2 + 0.7 % NANOSILICE

VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m3) :	0.00709
PESO DEL MOLDE (Kg) :	3.3984
TIPO DE METODO :	"B"
HORA :	10:22 a. m.
CONTENIDO DE AIRE (%) :	4.68 %

DISEÑO = PATRON F'c 280 Kg/cm2 + 0.9 % NANOSILICE

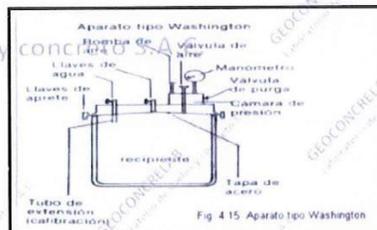
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m3) :	0.00709
PESO DEL MOLDE (Kg) :	3.3984
TIPO DE METODO :	"B"
HORA :	11:07 a. m.
CONTENIDO DE AIRE (%) :	3.85 %

DISEÑO = PATRON F'c 280 Kg/cm2 + 1.1 % NANOSILICE

VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m3) :	0.00709
PESO DEL MOLDE (Kg) :	3.3984
TIPO DE METODO :	"B"
HORA :	11:53 a. m.
CONTENIDO DE AIRE (%) :	3.22 %

DISEÑO = PATRON F'c 280 Kg/cm2 + 1.3 % NANOSILICE

VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m3) :	0.00709
PESO DEL MOLDE (Kg) :	3.3984
TIPO DE METODO :	"B"
HORA :	12:15 p. m.
CONTENIDO DE AIRE (%) :	2.76 %



- OBSERVACIONES:
- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
 - * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de GEOCONCRELAB SAC

GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)

GEOCONCRELAB
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C
 ENSAYO DE MATERIALES

* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)


Abel Piliaca Esquivel
 INGENIERO CIVIL
 Registro CIP N° 68657

* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas

 GEOCONCRELAB Laboratorio de suelos y concreto S.A.C.	METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD (PESO UNITARIO) DEL HORMIGON - ASTM C138	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	23/04/2024
		Página	1 de 1

PROYECTO : "INCORPORACION DEL NANOSILICE PARA MEJORAR LA DURABILIDAD DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm2 EN RESERVORIOS DE AGUA POTABLE" REGISTRO N°: GCL - TS 067
 SOLICITANTE : ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO / VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ MUESTREADO POR : J.H.Q
 UBICACIÓN : INSTALACIONES DEL LABORATORIO GEOCONCRELAB SAC ENSAYADO POR : A. ORTIZ
 MATERIAL : CONCRETO EN ESTADO FRESCO FECHA DE ENSAYO : 23/04/2024
TURNO : Diurno

DENSIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO (PESO UNITARIO) ASTM - C 138

DISEÑO PATRON F'c = 280 Kg/cm2

VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m3)	:	0.007084
PESO DEL MOLDE (Kg)	:	3.665
PESO DE MOLDE + CONCRETO (kg)	:	19.326
PESO UNITARIO - MASA (Kg)	:	15.661
DENSIDAD DEL CONCRETO (Kg/m3)	:	2210.757

DISEÑO = PATRON F'c 280 Kg/cm2 + 0.7 % NANOSILICE

VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m3)	:	0.007084
PESO DEL MOLDE (Kg)	:	3.665
PESO DE MOLDE + CONCRETO (kg)	:	19.847
PESO UNITARIO - MASA (Kg)	:	16.182
DENSIDAD DEL CONCRETO (Kg/m3)	:	2284.303

DISEÑO = PATRON F'c 280 Kg/cm2 + 0.9 % NANOSILICE

VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m3)	:	0.007084
PESO DEL MOLDE (Kg)	:	3.665
PESO DE MOLDE + CONCRETO (kg)	:	20.038
PESO UNITARIO - MASA (Kg)	:	16.373
DENSIDAD DEL CONCRETO (Kg/m3)	:	2311.265

DISEÑO = PATRON F'c 280 Kg/cm2 + 1.1 % NANOSILICE

VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m3)	:	0.007084
PESO DEL MOLDE (Kg)	:	3.665
PESO DE MOLDE + CONCRETO (kg)	:	20.299
PESO UNITARIO - MASA (Kg)	:	16.634
DENSIDAD DEL CONCRETO (Kg/m3)	:	2348.108

DISEÑO = PATRON F'c 280 Kg/cm2 + 1.3 % NANOSILICE

VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m3)	:	0.007084
PESO DEL MOLDE (Kg)	:	3.665
PESO DE MOLDE + CONCRETO (kg)	:	20.558
PESO UNITARIO - MASA (Kg)	:	16.893
DENSIDAD DEL CONCRETO (Kg/m3)	:	2384.670

$$D = \frac{(M_c - M_m)}{V_m} \quad M_{cneto} = M_c - M_m$$

GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)

GEOCONCRELAB
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.

 ENSAYO DE MATERIALES

* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)


Abel Piliaca Esquivel
 INGENIERO CIVIL
 Registro CIP N° 68657

* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas

 GEOCONCRELAB Laboratorio de suelos y concreto S.A.C.	METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA EXUDACION DEL CONCRETO (NTP 339.077 - ASTM C232)	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	23/04/2024
		Página	1 de 1

PROYECTO : "INCORPORACION DEL NANOSILICE PARA MEJORAR LA DURABILIDAD DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm2 EN RESERVORIOS DE AGUA POTABLE" Registro N°: 2024 - TS067
SOLICITANTE : ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO / VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ Muestreado por : J. H. Q.
UBICACIÓN : INSTALACIONES DE LABORATORIO GEOCONCRELAB S.A.C. Ensayado por : A. ORTIZ
MATERIAL : CONCRETO EN ESTADO FRESCO Fecha de Ensayo: 23/04/2024
Código de Muestra : DISEÑO PATRON Turno: Diurno
Resistencia : f'c = 280 kg/cm2
Dosificación : Muestra Patron

EXUDACION DEL CONCRETO FRESCO NTP 339.077

DISEÑO PATRON = f'c 280 kg/cm2					
MEDICION	▲ T (min)	▲ T acumu.	▲ Vol. (ml)	▲ Vol. Acum.	Velocidad de Exudacion (ml/min)
D1	10	10	6.62	6.62	0.66
D2	10	20	9.71	16.33	0.97
D3	10	30	21.33	37.66	2.13
D4	10	40	24.72	62.38	2.47
D5	10	70	20.18	82.56	2.02
D6	30	100	13.69	96.25	0.46
D7	30	130	11.02	107.27	0.37
D8	30	160	6.74	114.01	0.22
D9	30	190	4.25	118.26	0.14
D10	30	220	0.00	118.26	0.00



Volumen total exudado :	118.26
Area de la superficie libre:	314.18
Exudacion (ml/cm2) :	0.38

GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)

GEOCONCRELAB
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C

 ENSAYO DE MATERIALES

* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)


Abcy Piliaca Esquivel
 INGENIERO CIVIL
 Registro CIP N° 69657

* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas

 GEOCONCRELAB Laboratorio de suelos y concreto S.A.C.	METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA EXUDACION DEL CONCRETO (NTP 339.077 - ASTM C232)	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	23/04/2024
		Página	1 de 1

PROYECTO : "INCORPORACION DEL NANOSILICE PARA MEJORAR LA DURABILIDAD DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm2 EN RESERVORIOS DE AGUA POTABLE" Registro N°: 2024 - TS067
 SOLICITANTE : ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO / VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ Muestreado por : J. H. Q.
 UBICACIÓN : INSTALACIONES DE LABORATORIO GEOCONCRELAB S.A.C. Ensayado por : A. ORTIZ
 MATERIAL : CONCRETO EN ESTADO FRESCO Fecha de Ensayo: 23/04/2024
 Código de Muestra : DISEÑO PATRON + 0.7% NANOSILICE Turno: Diurno
 Resistencia : f'c = 280 kg/cm2
 Dosificación : Muestra Patron + 0.7 % Nanosilice

EXUDACION DEL CONCRETO FRESCO NTP 339.077

DISEÑO PATRON = f'c 280 kg/cm2 + 0.7% NANOSILICE					
MEDICION	ΔT (min)	ΔT acumu.	Δ Vol. (ml)	Δ Vol. Acumu.	Velocidad de Exudacion (ml/min)
D1	10	10	1.95	1.95	0.20
D2	10	20	5.45	7.40	0.55
D3	10	30	7.11	14.51	0.71
D4	10	40	15.36	29.87	1.54
D5	30	70	28.11	57.98	0.94
D6	30	100	22.52	80.50	0.75
D7	30	130	12.33	92.83	0.41
D8	30	160	7.14	99.97	0.24
D9	30	190	4.58	104.55	0.15
D10	30	220	0.00	104.55	0.00



Volumen total exudado :	104.55
Area de la superficie libre:	314.18
Exudacion (ml/cm2) :	0.33

GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)

GEOCONCRELAB
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C

 ENSAYO DE MATERIALES

* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)


 Abel Piliaca Esquivel
 INGENIERO CIVIL
 Registro CIP N° 68667

* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas

 GEOCONCRELAB Laboratorio de suelos y concreto S.A.C.	METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA EXUDACION DEL CONCRETO (NTP 339.077 - ASTM C232)	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	23/04/2024
		Página	1 de 1

PROYECTO	: "INCORPORACION DEL NANOSILICE PARA MEJORAR LA DURABILIDAD DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm2 EN RESERVORIOS DE AGUA POTABLE"	Registro N°:	2024 - TS067
SOLICITANTE	: ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO / VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ	Muestreado por :	J. H. Q.
UBICACIÓN	: INSTALACIONES DE LABORATORIO GEOCONCRELAB S.A.C.	Ensayado por :	A. ORTIZ
MATERIAL	: CONCRETO EN ESTADO FRESCO	Fecha de Ensayo:	23/04/2024
Código de Muestra	: DISEÑO PATRON + 0.9 % NANOSILICE	Turno:	Diurno
Resistencia	: f'c = 210 kg/cm2		
Dosificación	: Muestra Patron + 0.9 % Nanosilice		

EXUDACION DEL CONCRETO FRESCO NTP 339.077

DISEÑO PATRON = f'c 280 kg/cm2 + 0.9 % NANOSILICE					
MEDICION	▲ T (min)	▲ T acumu.	▲ Vol. (ml)	▲ Vol. Acum.	Velocidad de Exudacion (ml/min)
D1	10	10	19.15	19.15	1.92
D2	10	20	16.07	35.22	1.61
D3	10	30	14.28	49.50	1.43
D4	10	40	10.51	60.01	1.05
D5	10	70	8.67	68.68	0.87
D6	30	100	6.31	74.99	0.21
D7	30	130	4.28	79.27	0.14
D8	30	160	2.35	81.62	0.08
D9	30	190	1.04	82.66	0.03
D10	30	220	0.00	82.66	0.00



Volumen total exudado :	82.66
Area de la superficie libre:	314.18
Exudacion (ml/cm2) :	0.26

GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)

GEOCONCRELAB
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C



ENSAYO DE MATERIALES

* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)

Abel Piliaca Esquivel
 INGENIERO CIVIL
 Registro CIP N° 65637



* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas

 GEOCONCRELAB Laboratorio de suelos y concreto S.A.C.	METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA EXUDACION DEL CONCRETO (NTP 339.077 - ASTM C232)	Código	EQ-PO-01
		Versión	01
		Fecha	23/04/2024
		Página	1 de 1

PROYECTO : "INCORPORACION DEL NANOSILICE PARA MEJORAR LA DURABILIDAD DEL CONCRETO Fc 280 kg/cm2 EN RESERVORIOS DE AGUA POTABLE" Registro N°: 2024 - TS067
 SOLICITANTE : ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO / VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ Muestreado por : J. H. Q.
 UBICACIÓN : INSTALACIONES DE LABORATORIO GEOCONCRELAB S.A.C. Ensayado por : A. ORTIZ
 MATERIAL : CONCRETO EN ESTADO FRESCO Fecha de Ensayo: 23/04/2024
 Código de Muestra : DISEÑO PATRON + 1.1 % NANOSILICE Turno: Diurno
 Resistencia : f_c = 280 kg/cm2
 Dosificación : Muestra Patron + 1.1 % Nanosilice

EXUDACION DEL CONCRETO FRESCO NTP 339.077

DISEÑO PATRON = f _c 280 kg/cm2 + 1.1 % NANOSILICE					
MEDICION	Δ T (min)	Δ T acumu.	Δ Vol. (ml)	Δ Vol. Acum.	Velocidad de Exudacion (ml/min)
D1	10	10	15.10	15.10	1.51
D2	10	20	12.47	27.57	1.25
D3	10	30	10.22	37.79	1.02
D4	10	40	9.98	47.77	1.00
D5	10	50	6.33	54.10	0.63
D6	10	60	5.74	59.84	0.57
D7	10	70	4.22	64.06	0.42
D8	10	80	3.66	67.72	0.37
D9	10	90	1.02	68.74	0.10
D10	10	100	0.00	68.74	0.00



Volumen total exudado :	68.74
Area de la superficie libre:	314.18
Exudacion (ml/cm2) :	0.22

GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)


GEOCONCRELAB
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C
 ENSAYO DE MATERIALES

* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)


Abel Piliaca Esquivel
 INGENIERO CIVIL
 Registro CIP N° 69657

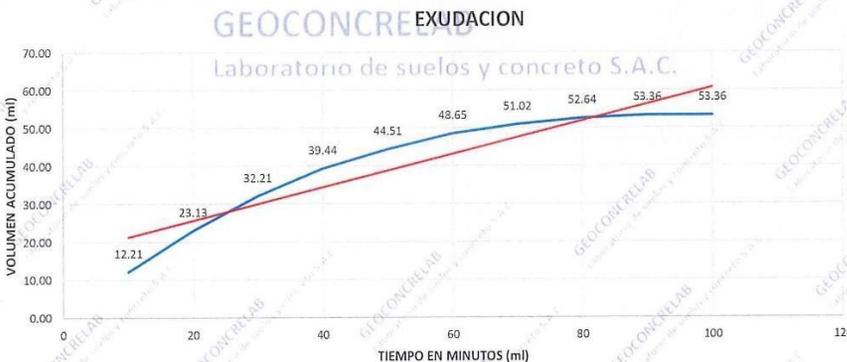
* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas

 GEOCONCRELAB Laboratorio de suelos y concreto S.A.C.	METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA EXUDACION DEL CONCRETO (NTP 339.077 - ASTM C232)	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	23/04/2024
		Página	1 de 1

PROYECTO : "INCORPORACION DEL NANOSILICE PARA MEJORAR LA DURABILIDAD DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm2 EN RESERVORIOS DE AGUA POTABLE" Registro N°: 2024 - TS067
 SOLICITANTE : ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO / VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ Muestreado por : J. H. Q.
 UBICACIÓN : INSTALACIONES DE LABORATORIO GEOCONCRELAB S.A.C. Ensayado por : A. ORTIZ
 MATERIAL : CONCRETO EN ESTADO FRESCO Fecha de Ensayo: 23/04/2024
 Código de Muestra : DISEÑO PATRON + 1.3 % NANOSILICE Turno: Diurno
 Resistencia : f'c = 280 kg/cm2
 Dosificación : Muestra Patron + 1.3 % Nanosilice

EXUDACION DEL CONCRETO FRESCO NTP 339.077

DISEÑO PATRON = f'c 280 kg/cm2 + 1.3 % NANOSILICE					
MEDICION	▲ T (min)	▲ T acumu.	▲ Vol. (ml)	▲ Vol. Acum.	Velocidad de Exudacion (ml/min)
D1	10	10	12.21	12.21	1.22
D2	10	20	10.92	23.13	1.09
D3	10	30	9.08	32.21	0.91
D4	10	40	7.23	39.44	0.72
D5	10	50	5.07	44.51	0.51
D6	10	60	4.14	48.65	0.41
D7	10	70	2.37	51.02	0.24
D8	10	80	1.62	52.64	0.16
D9	10	90	0.72	53.36	0.07
D10	10	100	0.00	53.36	0.00



Volumen total exudado :	53.36
Area de la superficie libre:	314.18
Exudacion (ml/cm2) :	0.17

GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)

GEOCONCRELAB
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C
 ENSAYO DE MATERIALES

* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)


Abel Pineda Esquivel
 INGENIERO CIVIL
 Registro CIP N° 68697

* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas

 GEOCONCRELAB Laboratorio de suelos y concreto S.A.C.	ENSAYO PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE SU RESISTENCIA A LA PENETRACION	Código	CS-FO-02
		Versión	01
		Fecha	29-04-2023
		Página	1 de 1

Ensayo de tiempo de fraguado - NTP 339.082	
PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE CASCARA DE HUEVO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESION, TIEMPO DE FRAGUADO Y TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 EN PROPORCIONES DE 2.5% Y 5% DEL PESO DEL CEMENTO, LIMA 2023" SOLICITANTE : JOSE EMILIO DIAZ RAMOS UBICACION : INSTALACIONES DE LABORATORIO GEOCONCRELAB S.A.C. MATERIAL : Concreto Patron M-2	REGISTRO Nº : GCL23-T5-054 REALIZADO POR : A. ORTIZ FECHA : 29/04/2023

HORA ENSAYO	TIEMPO MINUTOS	CARGA (LIBRAS)				AGUJAS DE PENETRACION			RESISTENCIA PENTRACION (PSI)
		M1	M2	M3	PROM	Nº AGUJA	DIAMETRO (PULG)	AREA (PULG2)	
10:34	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0
19:00	430	125	0	0	125	1	1.128	1.000	160
19:30	480	140	125	0	133	2	0.798	0.500	340
20:00	510	130	126	114	123	3	0.564	0.250	710
20:58	540	135	128	120	128	4	0.357	0.100	1340
21:55	570	145	132	124	134	5	0.252	0.050	3250
22:44	630	152	142	128	141	6	0.178	0.025	4480

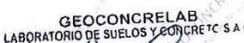
RESISTENCIA A LA PENETRACION & TIEMPO



RESULTADOS	TIEMPO DE FRAGUA INICIAL	510 minutos	ó	8 horas	30 minutos
	TIEMPO DE FRAGUA FINAL	620 minutos	ó	10 horas	20 minutos

GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)


GEOCONCRELAB
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.
 ENSAYO DE MATERIALES

* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)


Abel Piliaca Esquivel
 INGENIERO CIVIL
 Registro CIP Nº 68657

* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas

 GEOCONCRELAB Laboratorio de suelos y concreto S.A.C.	ENSAYO PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE SU RESISTENCIA A LA PENETRACION	Código	CS-FO-02
		Versión	01
		Fecha	29-04-2023
		Página	1 de 1

Ensayo de tiempo de fraguado - NTP 339.082		
PROYECTO	: "INFLUENCIA DE LA ADICION DE CASCARA DE HUEVO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESION, TIEMPO DE FRAGUADO Y TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 EN PROPORCIONES DE 2.5% Y 5% DEL PESO DEL CEMENTO, LIMA 2023"	REGISTRO Nº : GCL23-TS-054
SOLICITANTE	: JOSE EMILIO DIAZ RAMOS	REALIZADO POR : A. ORTIZ
UBICACIÓN	: INSTALACIONES DE LABORATORIO GEOCONCRELAB S.A.C.	FECHA : 29/04/2023
MATERIAL	: Concreto Patron + 2.5% C.H. M-3	

HORA ENSAYO	TIEMPO MINUTOS	CARGA (LIBRAS)				AGUJAS DE PENETRACION			RESISTENCIA PENETRACION (PSI)
		M1	M2	M3	PROM	Nº AGUJA	DIAMETRO (PULG)	AREA (PULG2)	
08:52	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0
15:21	395	108	0	0	108	1	1.128	1.000	100
18:15	451	95	91	0	93	2	0.798	0.500	186
19:20	480	98	92	88	93	3	0.664	0.250	381
20:35	528	115	101	93	103	4	0.367	0.100	1140
21:25	590	122	110	118	117	5	0.252	0.050	2314
22:45	658	108	106	102	105	6	0.178	0.025	4335



RESULTADOS	TIEMPO DE FRAGUA INICIAL	485 minutos	ó	8 horas	5 minutos
	TIEMPO DE FRAGUA FINAL	647 minutos	ó	10 horas	47 minutos

GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)



GEOCONCRELAB
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.
 ENSAYO DE MATERIALES

* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)



Abel Piliac Esquivel
 INGENIERO CIVIL
 Registro CIP N° 68667

* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas

 GEOCONCRELAB Laboratorio de suelos y concreto S.A.C.	ENSAYO PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE SU RESISTENCIA A LA PENETRACION	Código	CS-FO-02
		Versión	01
		Fecha	29-04-2023
		Página	1 de 1

Ensayo de tiempo de fraguado - NTP 339.082	
PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE CASCARA DE HUEVO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESION, TIEMPO DE FRAGUADO Y TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 EN PROPORCIONES DE 2.5% Y 5% DEL PESO DEL CEMENTO, LIMA 2023"	REGISTRO N° : GCL23-TS-054
SOLICITANTE : JOSE EMILIO DIAZ RAMOS	REALIZADO POR : A. ORTIZ
UBICACION : INSTALACIONES DE LABORATORIO GEOCONCRELAB S.A.C.	FECHA : 29/04/2023
MATERIAL : Concreto Patron + 2.5% C.H. M-2	

HORA ENSAYO	TIEMPO MINUTOS	CARGA (LIBRAS)				AGUJAS DE PENETRACION			RESISTENCIA PENETRACION (PSI)
		M1	M2	M3	PROM	N° AGUJA	DIAMETRO (PULG)	AREA (PULG2)	
08:22	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0
16:02	330	115	0	0	115	1	1.128	1.000	120
18:47	390	98	95	0	97	2	0.798	0.500	230
19:17	450	98	92	88	93	3	0.564	0.250	585
19:45	540	105	99	93	99	4	0.357	0.100	1340
20:17	635	120	115	109	115	5	0.252	0.050	2720
20:46	675	112	110	99	107	6	0.178	0.025	4242

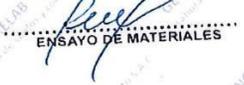


RESULTADOS	TIEMPO DE FRAGUA INICIAL	432 minutos	ó	7 horas	12 minutos
	TIEMPO DE FRAGUA FINAL	675 minutos	ó	11 horas	15 minutos

GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)





 ENSAYO DE MATERIALES

* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)



Abel Piliaca Esquivel
 INGENIERO CIVIL
 Registro CIP N° 68657

* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas

 GEOCONCRELAB Laboratorio de suelos y concreto S.A.C.	ENSAYO PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE SU RESISTENCIA A LA PENETRACION	Código	CS-FO-02
		Versión	01
		Fecha	29-04-2023
		Página	1 de 1

Ensayo de tiempo de fraguado - NTP 339.082

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE LA ADICION DE CASCARA DE HUEVO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESION, TIEMPO DE FRAGUADO Y TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 EN PROPORCIONES DE 2.5% Y 5% DEL PESO DEL CEMENTO, LIMA 2023"	REGISTRO Nº	: GCL23-TS-054
SOLICITANTE	: JOSE EMILIO DIAZ RAMOS	REALIZADO POR	: A. ORTIZ
UBICACION	: INSTALACIONES DE LABORATORIO GEOCONCRELAB S.A.C.	FECHA	: 29/04/2023
MATERIAL	: Concreto Patron		

HORA ENSAYO	TIEMPO MINUTOS	CARGA (LIBRAS)				AGUJAS DE PENETRACION			RESISTENCIA PENTRACION (PSI)
		M1	M2	M3	PROM	Nº AGUJA	DIAMETRO (PULG)	AREA (PULG2)	
10:34	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0
19:00	506	122	0	0	122	1	1.128	1.000	122
19:30	536	136	130	0	133	2	0.798	0.500	266
20:00	666	126	130	124	127	3	0.564	0.260	507
20:58	624	126	130	124	127	4	0.357	0.100	1267
21:55	681	126	128	126	127	5	0.252	0.050	2533
22:44	730	126	118	124	123	6	0.178	0.025	4121

RESISTENCIA A LA PENETRACION & TIEMPO



RESULTADOS	TIEMPO DE FRAGUA INICIAL	580 minutos	ó	9 horas	40 minutos
	TIEMPO DE FRAGUA FINAL	710 minutos	ó	11 horas	50 minutos

GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)



GEOCONCRELAB
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.
 ENSAYO DE MATERIALES

* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento.

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)



Abel Piliaca Esquivel
 INGENIERO CIVIL
 Registro CIP Nº 68657

* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas

 GEOCONCRELAB Laboratorio de suelos y concreto S.A.C.	ENSAYO PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE SU RESISTENCIA A LA PENETRACION	Código	CS-FO-02
		Versión	01
		Fecha	29-04-2023
		Página	1 de 1

Ensayo de tiempo de fraguado - NTP 339.082	
PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE CASCARA DE HUEVO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESION, TIEMPO DE FRAGUADO Y TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 EN PROPORCIONES DE 2.5% Y 5% DEL PESO DEL CEMENTO, LIMA 2023"	REGISTRO Nº : GCL23-TS-054
SOLICITANTE : JOSE EMILIO DIAZ RAMOS	REALIZADO POR : A. ORTIZ
UBICACIÓN : INSTALACIONES DE LABORATORIO GEOCONCRELAB S.A.C.	FECHA : 29/04/2023
MATERIAL : Concreto Patron + 5% C.H.	

HORA ENSAYO	TIEMPO MINUTOS	CARGA (LIBRAS)				AGUJAS DE PENETRACION			RESISTENCIA PENETRACION (PSI)
		M1	M2	M3	PROM	Nº AGUJA	DIAMETRO (PULG)	AREA (PULG2)	
12:26	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0
20:30	484	100	100	0	100	1	1.128	1.000	100
21:10	524	102	106	0	104	2	0.798	0.500	208
22:00	574	104	106	104	105	3	0.564	0.250	418
23:00	634	110	110	102	107	4	0.357	0.100	1073
00:00	694	106	104	100	103	5	0.252	0.050	2067
01:00	754	102	100	102	101	6	0.178	0.025	4043



RESULTADOS	TIEMPO DE FRAGUA INICIAL	593 minutos	ó	9 horas	53 minutos
	TIEMPO DE FRAGUA FINAL	751 minutos	ó	12 horas	31 minutos

GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)

GEOCONCRELAB
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C

 ENSAYO DE MATERIALES

* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)


 Abel Piliaca Esquivel
 INGENIERO CIVIL
 Registro CIP Nº 68637

* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas

 GEOCONCRELAB Laboratorio de suelos y concreto S.A.C.	FORMATO	Código	AE-FO-20
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN	Versión	03
		Fecha	02-05-2024
		Página	1 de 2

PROYECTO	: "INCORPORACION DEL NANOSILICE PARA MEJORAR LA DURABILIDAD DEL CONCRETO f _c 280 kg/cm ² EN RESERVORIOS DE AGUA POTABLE"	REGISTRO N°:	MTL20-TS-30
SOLICITANTE	: ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO / VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ	REALIZADO POR :	A. Ortiz
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	FECHA DE ENSAYO :	2/05/2024
UBICACIÓN	: INSTALACIONES DE LABORATORIO GEOCONCRELAB S.A.C.	TURNO :	Diurno
FECHA DE EMISIÓN	: 2/05/2024		

Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Presentación : Especímenes cilíndricos 6"x12"
 F_c de diseño : 280 kg/cm²

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIÁMETRO	ALTURA	FUERZA MÁXIMA	TIPO DE FALLA
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ²	25/04/2024	2/05/2024	7	15	30	32595	4
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ²	25/04/2024	2/05/2024	7	15	30	32916	3
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ²	25/04/2024	2/05/2024	7	15	30	32787	5
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 0.7% NANOSILICE	25/04/2024	2/05/2024	7	15	30	33354	4
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 0.7% NANOSILICE	25/04/2024	2/05/2024	7	15	30	33542	3
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 0.7% NANOSILICE	25/04/2024	2/05/2024	7	15	30	33679	4
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 0.9% NANOSILICE	25/04/2024	2/05/2024	7	15	30	33985	3
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 0.9% NANOSILICE	25/04/2024	2/05/2024	7	15	30	34299	5
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 0.9% NANOSILICE	25/04/2024	2/05/2024	7	15	30	34187	3
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 1.1% NANOSILICE	25/04/2024	2/05/2024	7	15	30	34785	5
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 1.1% NANOSILICE	25/04/2024	2/05/2024	7	15	30	34940	5
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 1.1% NANOSILICE	25/04/2024	2/05/2024	7	15	30	35057	5
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 1.3% NANOSILICE	25/04/2024	2/05/2024	7	15	30	35852	5
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 1.3% NANOSILICE	25/04/2024	2/05/2024	7	15	30	35561	5
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 1.3% NANOSILICE	25/04/2024	2/05/2024	7	15	30	35427	5

- OBSERVACIONES:
- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de GEOCONCRELAB
 - * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)
 GEOCONCRELAB LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C ENSAYO DE MATERIALES
<small>* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento</small>

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)
 Abel Piliaca Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657
<small>* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas</small>

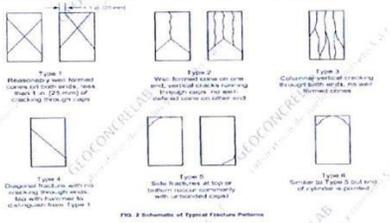
 GEOCONCRELAB Laboratorio de suelos y concreto S.A.C.	FORMATO	Código	AE-FO-20
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN	Versión	03
		Fecha	23-05-2024
		Página	2 de 2

PROYECTO : INCORPORACION DEL NANOSILICE PARA MEJORAR LA DURABILIDAD DEL CONCRETO Fc 280 kg/cm2 EN RESERVORIOS DE AGUA POTABLE* REGISTRO N°: MTL20-TS-30
SOLICITANTE : ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO / VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ
CÓDIGO DE PROYECTO : --- **REALIZADO POR** : A. Ortiz
UBICACIÓN : INSTALACIONES DE LABORATORIO GEOCONCRELAB S.A.C. **FECHA DE ENSAYO** : 2/05/2024
FECHA DE EMISIÓN : 2/05/2024 **TURNO** : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido
Presentación : Especímenes cilíndricos 6"x12"
F'c de diseño : 280 kg/cm2

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F'c
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2	25/04/2024	2/05/2024	7 días	2.00	184.4 kg/cm2	65.87
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2	25/04/2024	2/05/2024	7 días	2.00	186.3 kg/cm2	66.52
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2	25/04/2024	2/05/2024	7 días	2.00	185.5 kg/cm2	66.26
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2 + 0.7% NANOSILICE	25/04/2024	2/05/2024	7 días	2.00	188.7 kg/cm2	67.41
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2 + 0.7% NANOSILICE	25/04/2024	2/05/2024	7 días	2.00	189.8 kg/cm2	67.79
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2 + 0.7% NANOSILICE	25/04/2024	2/05/2024	7 días	2.00	190.6 kg/cm2	68.07
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2 + 0.9% NANOSILICE	25/04/2024	2/05/2024	7 días	2.00	192.2 kg/cm2	68.64
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2 + 0.9% NANOSILICE	25/04/2024	2/05/2024	7 días	2.00	194.1 kg/cm2	69.32
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2 + 0.9% NANOSILICE	25/04/2024	2/05/2024	7 días	2.00	193.5 kg/cm2	69.09
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2 + 1.1% NANOSILICE	25/04/2024	2/05/2024	7 días	2.00	196.8 kg/cm2	70.30
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2 + 1.1% NANOSILICE	25/04/2024	2/05/2024	7 días	2.00	197.7 kg/cm2	70.61
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2 + 1.1% NANOSILICE	25/04/2024	2/05/2024	7 días	2.00	198.4 kg/cm2	70.85
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2 + 1.3% NANOSILICE	25/04/2024	2/05/2024	7 días	2.00	202.9 kg/cm2	72.46
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2 + 1.3% NANOSILICE	25/04/2024	2/05/2024	7 días	2.00	201.2 kg/cm2	71.87
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2 + 1.3% NANOSILICE	25/04/2024	2/05/2024	7 días	2.00	200.5 kg/cm2	71.60



8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table. Note H:

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

 Fuente: ASTM C39
 Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

6 by 12 in. (150 by 300 mm) Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
	2.9 %	8.0 %	9.5 %
4 by 8 in. (100 by 200 mm) Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

 Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:
 • Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de GEOCONCRELAB
 • Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)


GEOCONCRELAB
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.
 ENSAYO DE MATERIALES

 * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)


Abel Piliaca Esquivel
 INGENIERO CIVIL
 Registro CIP N° 88657

 * Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas

 GEOCONCRELAB Laboratorio de suelos y concreto S.A.C.	FORMATO	Código	AE-FO-20
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN	Versión	03
		Fecha	09-05-2024
		Página	1 de 2

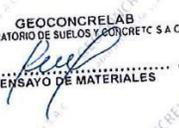
PROYECTO	: INCORPORACION DEL NANOSILICE PARA MEJORAR LA DURABILIDAD DEL CONCRETO f _c 280 kg/cm ² EN RESERVORIOS DE AGUA POTABLE*	REGISTRO N°:	MTL20-TS-30
SOLICITANTE	: ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO / VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ	REALIZADO POR :	A. Ortiz
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	FECHA DE ENSAYO :	9/05/2024
UBICACION	: INSTALACIONES DE LABORATORIO GEOCONCRELAB S.A.C.	TURNO :	Diurno
FECHA DE EMISION	: 9/05/2024		
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes cilíndricos 6"x12"		
F _c de diseño	: 280 kg/cm ²		

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIÁMETRO	ALTURA	FUERZA MÁXIMA	TIPO DE FALLA
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ²	25/04/2024	9/05/2024	14	15	30	44830	4
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ²	25/04/2024	9/05/2024	14	15	30	45116	3
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ²	25/04/2024	9/05/2024	14	15	30	44992	5
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 0.7% NANOSILICE	25/04/2024	9/05/2024	14	15	30	45664	4
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 0.7% NANOSILICE	25/04/2024	9/05/2024	14	15	30	45929	3
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 0.7% NANOSILICE	25/04/2024	9/05/2024	14	15	30	45457	4
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 0.9% NANOSILICE	25/04/2024	9/05/2024	14	15	30	46495	3
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 0.9% NANOSILICE	25/04/2024	9/05/2024	14	15	30	46172	5
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 0.9% NANOSILICE	25/04/2024	9/05/2024	14	15	30	46379	3
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 1.1% NANOSILICE	25/04/2024	9/05/2024	14	15	30	46863	5
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 1.1% NANOSILICE	25/04/2024	9/05/2024	14	15	30	47107	5
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 1.1% NANOSILICE	25/04/2024	9/05/2024	14	15	30	47327	5
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 1.3% NANOSILICE	25/04/2024	9/05/2024	14	15	30	47865	5
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 1.3% NANOSILICE	25/04/2024	9/05/2024	14	15	30	47601	5
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 1.3% NANOSILICE	25/04/2024	9/05/2024	14	15	30	48007	5

OBSERVACIONES:
 * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de GEOCONCRELAB
 * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)
 <p>GEOCONCRELAB LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C ENSAYO DE MATERIALES</p>
* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento.

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)
 <p>Abel Piliaca Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657</p>
* Documento válido solo con sellos y firmas autografiadas

 GEOCONCRELAB Laboratorio de suelos y concreto S.A.C.	FORMATO	Código	AE-FO-20
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN	Versión	03
		Fecha	09-05-2024
		Página	2 de 2

PROYECTO : INCORPORACION DEL NANOSILICE PARA MEJORAR LA DURABILIDAD DEL CONCRETO fc = 280 kg/cm2 EN RESERVORIOS DE AGUA POTABLE* REGISTRO N°: MTL20-TS-30

SOLICITANTE : ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO / VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ REALIZADO POR : A. Ortiz

CÓDIGO DE PROYECTO : --- FECHA DE ENSAYO : 9/05/2024

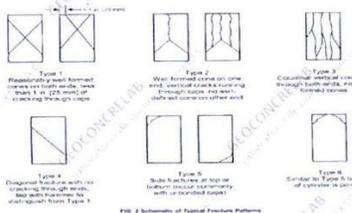
UBICACIÓN : INSTALACIONES DE LABORATORIO GEOCONCRELAB S.A.C. TURNO : Diurno

FECHA DE EMISIÓN : 9/05/2024

Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Presentación : Especímenes cilíndricos 6"x12"
 Fc de diseño : 280 kg/cm2

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% Fc
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON fc = 280 kg/cm2	25/04/2024	9/05/2024	14 días	2.00	253.7 kg/cm2	90.60
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON fc = 280 kg/cm2	25/04/2024	9/05/2024	14 días	2.00	255.3 kg/cm2	91.18
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON fc = 280 kg/cm2	25/04/2024	9/05/2024	14 días	2.00	254.6 kg/cm2	90.93
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON fc = 280 kg/cm2 + 0.7% NANOSILICE	25/04/2024	9/05/2024	14 días	2.00	258.4 kg/cm2	92.29
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON fc = 280 kg/cm2 + 0.7% NANOSILICE	25/04/2024	9/05/2024	14 días	2.00	259.9 kg/cm2	92.82
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON fc = 280 kg/cm2 + 0.7% NANOSILICE	25/04/2024	9/05/2024	14 días	2.00	257.2 kg/cm2	91.87
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON fc = 280 kg/cm2 + 0.9% NANOSILICE	25/04/2024	9/05/2024	14 días	2.00	263.1 kg/cm2	93.97
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON fc = 280 kg/cm2 + 0.9% NANOSILICE	25/04/2024	9/05/2024	14 días	2.00	261.3 kg/cm2	93.31
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON fc = 280 kg/cm2 + 0.9% NANOSILICE	25/04/2024	9/05/2024	14 días	2.00	262.5 kg/cm2	93.73
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON fc = 280 kg/cm2 + 1.1% NANOSILICE	25/04/2024	9/05/2024	14 días	2.00	265.2 kg/cm2	94.71
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON fc = 280 kg/cm2 + 1.1% NANOSILICE	25/04/2024	9/05/2024	14 días	2.00	266.6 kg/cm2	95.20
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON fc = 280 kg/cm2 + 1.1% NANOSILICE	25/04/2024	9/05/2024	14 días	2.00	267.8 kg/cm2	95.65
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON fc = 280 kg/cm2 + 1.3% NANOSILICE	25/04/2024	9/05/2024	14 días	2.00	270.9 kg/cm2	96.74
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON fc = 280 kg/cm2 + 1.3% NANOSILICE	25/04/2024	9/05/2024	14 días	2.00	269.4 kg/cm2	96.20
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON fc = 280 kg/cm2 + 1.3% NANOSILICE	25/04/2024	9/05/2024	14 días	2.00	271.7 kg/cm2	97.02



8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table. Note 11.

L/D Factor	1.75	1.50	1.25	1.00
	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Coefficient of Variation*	Acceptable Range* of Individual Cylinder Strengths	
	2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in (150 by 300 mm)		
Laboratory conditions	2.4 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	9.5 %
4 by 8 in (100 by 200 mm)		
Laboratory conditions	3.2 %	10.8 %

Fuente: ASTM C39

- OBSERVACIONES:**
- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de GEOCONCRELAB
 - Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)


GEOCONCRELAB
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.
 EN SAYO DE MATERIALES

* Prohíbida la reproducción total o parcial del presente documento

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)


Alexander Raul Romero Hilario
 INGENIERO CIVIL
 Registro CIP N° 68657

* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas

 GEOCONCRELAB Laboratorio de suelos y concreto S.A.C.	FORMATO	Código	AE-FO-20
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN	Versión	03
		Fecha	23-05-2024
		Página	1 de 2

PROYECTO : "INCORPORACION DEL NANOSILICE PARA MEJORAR LA DURABILIDAD DEL CONCRETO f_c 280 kg/cm² EN RESERVORIOS DE AGUA POTABLE" REGISTRO N°: MTL20-TS-30
 SOLICITANTE : ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO / VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ
 CÓDIGO DE PROYECTO : --- REALIZADO POR : A. Ortiz
 UBICACIÓN : INSTALACIONES DE LABORATORIO GEOCONCRELAB S.A.C. FECHA DE ENSAYO : 23/05/2024
 FECHA DE EMISIÓN : 23/05/2024 TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Presentación : Especímenes cilíndricos 6"x12"
 F_c de diseño : 280 kg/cm²

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIÁMETRO	ALTURA	FUERZA MÁXIMA	TIPO DE FALLA
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ²	25/04/2024	23/05/2024	28	15	30	50495	4
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ²	25/04/2024	23/05/2024	28	15	30	50616	3
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ²	25/04/2024	23/05/2024	28	15	30	50288	5
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 0.7% NANOSILICE	25/04/2024	23/05/2024	28	15	30	51354	4
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 0.7% NANOSILICE	25/04/2024	23/05/2024	28	15	30	51044	3
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 0.7% NANOSILICE	25/04/2024	23/05/2024	28	15	30	51105	4
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 0.9% NANOSILICE	25/04/2024	23/05/2024	28	15	30	51865	3
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 0.9% NANOSILICE	25/04/2024	23/05/2024	28	15	30	51653	5
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 0.9% NANOSILICE	25/04/2024	23/05/2024	28	15	30	52027	3
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 1.1% NANOSILICE	25/04/2024	23/05/2024	28	15	30	52785	5
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 1.1% NANOSILICE	25/04/2024	23/05/2024	28	15	30	52401	5
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 1.1% NANOSILICE	25/04/2024	23/05/2024	28	15	30	52527	5
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 1.3% NANOSILICE	25/04/2024	23/05/2024	28	15	30	53265	5
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 1.3% NANOSILICE	25/04/2024	23/05/2024	28	15	30	53121	5
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 1.3% NANOSILICE	25/04/2024	23/05/2024	28	15	30	53527	5

- OBSERVACIONES:**
- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de GEOCONCRELAB
 - Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo.

GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)

GEOCONCRELAB
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C

.....
 ENSAYO DE MATERIALES

* Prohibita la reproducción total o parcial del presente documento

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)

.....

Abel Piliaca Esquivel
 INGENIERO CIVIL
 Registro CIP N° 68667

* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas

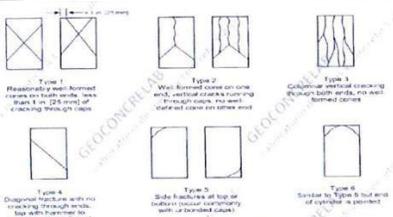
 GEOCONCRELAB Laboratorio de suelos y concreto S.A.C.	FORMATO	Código	AE-FO-20
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN	Versión	03
		Fecha	23-05-2024
		Página	2 de 2

PROYECTO : "INCORPORACION DEL NANOSILICE PARA MEJORAR LA DURABILIDAD DEL CONCRETO Fc = 280 kg/cm2 EN RESERVORIOS DE AGUA POTABLE" REGISTRO N°: MTL20-TS-30
SOLICITANTE : ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO / VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ
CÓDIGO DE PROYECTO : --- REALIZADO POR : A. Ortiz
UBICACIÓN : INSTALACIONES DE LABORATORIO GEOCONCRELAB S.A.C. FECHA DE ENSAYO : 23/05/2024
FECHA DE EMISIÓN : 23/05/2024 TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido
Presentación : Especímenes cilíndricos 6"x12"
F'c de diseño : 280 kg/cm2

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F'c
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2	25/04/2024	23/05/2024	28 días	2.00	285.7 kg/cm2	102.05
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2	25/04/2024	23/05/2024	28 días	2.00	286.4 kg/cm2	102.30
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2	25/04/2024	23/05/2024	28 días	2.00	284.6 kg/cm2	101.63
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2 + 0.7% NANOSILICE	25/04/2024	23/05/2024	28 días	2.00	290.6 kg/cm2	103.79
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2 + 0.7% NANOSILICE	25/04/2024	23/05/2024	28 días	2.00	288.8 kg/cm2	103.16
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2 + 0.7% NANOSILICE	25/04/2024	23/05/2024	28 días	2.00	289.2 kg/cm2	103.28
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2 + 0.9% NANOSILICE	25/04/2024	23/05/2024	28 días	2.00	293.5 kg/cm2	104.82
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2 + 0.9% NANOSILICE	25/04/2024	23/05/2024	28 días	2.00	292.3 kg/cm2	104.39
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2 + 0.9% NANOSILICE	25/04/2024	23/05/2024	28 días	2.00	294.4 kg/cm2	105.15
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2 + 1.1% NANOSILICE	25/04/2024	23/05/2024	28 días	2.00	298.7 kg/cm2	106.68
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2 + 1.1% NANOSILICE	25/04/2024	23/05/2024	28 días	2.00	296.5 kg/cm2	105.90
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2 + 1.1% NANOSILICE	25/04/2024	23/05/2024	28 días	2.00	297.2 kg/cm2	106.16
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2 + 1.3% NANOSILICE	25/04/2024	23/05/2024	28 días	2.00	301.4 kg/cm2	107.65
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2 + 1.3% NANOSILICE	25/04/2024	23/05/2024	28 días	2.00	300.6 kg/cm2	107.36
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2 + 1.3% NANOSILICE	25/04/2024	23/05/2024	28 días	2.00	302.9 kg/cm2	108.18



8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table. **Fuente: ASTM C39**

L/D Factor	1.75	1.50	1.25	1.00
	0.98	0.96	0.93	0.97

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

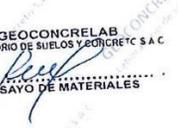
Coefficient of Variation*	Acceptable Range ^a of Individual Cylinder Strengths	
	2 cylinders	3 cylinders
4 by 12 in. [100 by 300 mm]		
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %
4 by 18 in. [100 by 200 mm]		
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %
Field conditions		10.6 %

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:
 • Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de GEOCONCRELAB
 • Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)


GEOCONCRELAB
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS S.A.C
ENSAYO DE MATERIALES

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)


Abel Pizasa Esquivel
INGENIERO CIVIL
Registro CIP N° 63657

* Prohíbe la reproducción total o parcial del presente documento

* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas

 GEOCONCRELAB Laboratorio de suelos y concreto S.A.C.	FORMATO	Código	AE-FO-20
	MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA ENSAYO DE MODULO DE ELASTICIDAD EN PROBETAS DE CONCRETO ASTM C469	Versión	03
		Fecha	02-05-2024
		Página	1 de 1

PROYECTO : "INCORPORACION DEL NANOSILICE PARA MEJORAR LA DURABILIDAD DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm2 EN RESERVORIOS DE AGUA POTABLE" REGISTRO N°: MTL20-TS-30
SOLICITANTE : ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO / VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ REALIZADO POR : A. Ortiz
CÓDIGO DE PROYECTO : --- FECHA DE ENSAYO : 2/05/2024
UBICACIÓN : INSTALACIONES DE LABORATORIO GEOCONCRELAB S.A.C. TURNO : Diurno
FECHA DE EMISIÓN : 2/05/2024

Tipo de muestra : Concreto endurecido
Presentación : Especímenes cilindricos 6"x12"
F'c de diseño : 280 kg/cm2

ENSAYO DE MODULO DE ELASTICIDAD EN PROBETAS DE CONCRETO ASTM C469

BASADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO A LOS 7 DIAS DE SECADO

IDENTIFICACIÓN	DIÁMETRO	ALTURA	FUERZA MÁXIMA	DEFORMACION (cm)	DEFORMACION UNITARIA (E _u)	ESFUERZO	MODULO DE ELASTICIDAD
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f'c = 280 kg/cm2	15	30	32595	0.87	0.0290	184.4 kg/cm2	203718.54
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f'c = 280.kg/cm3	15	30	32916	0.88	0.0293	186.3 kg/cm2	204719.20
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f'c = 280 kg/cm4	15	30	32787	0.86	0.0287	185.5 kg/cm2	204317.66
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f'c = 280 kg/cm2 + 0.7% NANOSILICE	15	30	33354	0.83	0.0277	188.7 kg/cm2	206076.76
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f'c = 280 kg/cm2 + 0.7% NANOSILICE	15	30	33542	0.82	0.0273	189.8 kg/cm2	206656.72
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f'c = 280 kg/cm2 + 0.7% NANOSILICE	15	30	33679	0.84	0.0280	190.6 kg/cm2	207078.33
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f'c = 280 kg/cm2 + 0.9% NANOSILICE	15	30	33965	0.80	0.0267	192.2 kg/cm2	207955.72
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f'c = 280 kg/cm2 + 0.9% NANOSILICE	15	30	34299	0.78	0.0260	194.1 kg/cm2	208975.70
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f'c = 280 kg/cm2 + 0.9% NANOSILICE	15	30	34187	0.79	0.0263	193.5 kg/cm2	208634.23
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f'c = 280 kg/cm2 + 1.1% NANOSILICE	15	30	34785	0.75	0.0250	196.8 kg/cm2	210451.03
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f'c = 280 kg/cm2 + 1.1% NANOSILICE	15	30	34940	0.76	0.0253	197.7 kg/cm2	210919.39
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f'c = 280 kg/cm2 + 1.1% NANOSILICE	15	30	35057	0.74	0.0247	198.4 kg/cm2	211272.24
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f'c = 280 kg/cm2 + 1.3% NANOSILICE	15	30	35852	0.71	0.0237	202.9 kg/cm2	213654.36
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f'c = 280 kg/cm2 + 1.3% NANOSILICE	15	30	35561	0.72	0.0240	201.2 kg/cm2	212785.51
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f'c = 280 kg/cm2 + 1.3% NANOSILICE	15	30	35427	0.70	0.0233	200.5 kg/cm2	212384.22

OBSERVACIONES:

- Muestras elaboradas y curadas
- Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)

GEOCONCRELAB
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C

 ENSAYO DE MATERIALES

* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)


Abel Piliaca Esquivel
 INGENIERO CIVIL
 Registro CIP N° 68657

* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas

	FORMATO	Código	AE-FO-20
	MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA ENSAYO DE MODULO DE ELASTICIDAD EN PROBETAS DE CONCRETO ASTM C469	Versión	03
		Fecha	09-05-2024
		Página	1 de 1

PROYECTO	: "INCORPORACION DEL NANOSILICE PARA MEJORAR LA DURABILIDAD DEL CONCRETO f _c 280 kg/cm ² EN RESERVORIOS DE AGUA POTABLE"	REGISTRO N°: MTL20-TS-30
SOLICITANTE	: ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO / VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ	REALIZADO POR : A. Ortiz
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	FECHA DE ENSAYO : 9/05/2024
UBICACIÓN	: INSTALACIONES DE LABORATORIO GEOCONCRELAB S.A.C.	TURNO : Diurno
FECHA DE EMISIÓN	: 9/05/2024	
Tipo de muestra	: Concreto endurecido	
Presentación	: Especímenes cilíndricos 6"x12"	
f _c de diseño	: 280 kg/cm ²	

ENSAYO DE MODULO DE ELASTICIDAD EN PROBETAS DE CONCRETO ASTM C469

BASADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO A LOS 14 DÍAS DE SECADO

IDENTIFICACIÓN	DIÁMETRO	ALTURA	FUERZA MÁXIMA	DEFORMACION	ε _u	ESFUERZO	MODULO DE ELASTICIDAD
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ²	15	30	44830	0.66	0.0220	253.7 kg/cm ²	238912.81
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ³	15	30	45116	0.68	0.0227	255.3 kg/cm ²	239673.69
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ⁴	15	30	44992	0.67	0.0223	254.6 kg/cm ²	239344.09
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 0.7% NANOSILICE	15	30	45664	0.63	0.0210	258.4 kg/cm ²	241124.89
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 0.7% NANOSILICE	15	30	45929	0.64	0.0213	259.9 kg/cm ²	241823.53
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 0.7% NANOSILICE	15	30	45457	0.62	0.0207	257.2 kg/cm ²	240577.74
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 0.9% NANOSILICE	15	30	46495	0.60	0.0200	263.1 kg/cm ²	243309.01
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 0.9% NANOSILICE	15	30	46172	0.58	0.0193	261.3 kg/cm ²	242462.40
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 0.9% NANOSILICE	15	30	46379	0.59	0.0197	262.5 kg/cm ²	243005.30
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 1.1% NANOSILICE	15	30	46863	0.54	0.0180	265.2 kg/cm ²	244269.98
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 1.1% NANOSILICE	15	30	47107	0.56	0.0187	266.6 kg/cm ²	244905.07
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 1.1% NANOSILICE	15	30	47327	0.55	0.0183	267.8 kg/cm ²	245476.29
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 1.3% NANOSILICE	15	30	47865	0.5	0.0167	270.9 kg/cm ²	246867.60
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 1.3% NANOSILICE	15	30	47601	0.52	0.0173	269.4 kg/cm ²	246185.86
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 1.3% NANOSILICE	15	30	48007	0.51	0.0170	271.7 kg/cm ²	247233.51

- OBSERVACIONES:
- Muestras elaboradas y curadas
 - Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

GEOCONCRELAB S.A.C.

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)

ENSAYO DE MATERIALES
<small>* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento</small>

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)

Abay Piliaca Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 68657
<small>* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas</small>

	FORMATO	Código	AE-FO-20
	MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA ENSAYO DE MODULO DE ELASTICIDAD EN PROBETAS DE CONCRETO ASTM C469	Versión	03
		Fecha	23-05-2024
		Página	1 de 1

PROYECTO : "INCORPORACION DEL NANOSILICE PARA MEJORAR LA DURABILIDAD DEL CONCRETO f_c 280 kg/cm² EN RESERVORIOS DE AGUA POTABLE"
SOLICITANTE : ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO / VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ
CÓDIGO DE PROYECTO : ---
UBICACIÓN : INSTALACIONES DE LABORATORIO GEOCONCRELAB S.A.C.
FECHA DE EMISIÓN : 23/05/2024

REGISTRO N°: MTL20-TS-30
REALIZADO POR : A. Ortiz
FECHA DE ENSAYO : 23/05/2024
TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido
Presentación : Especímenes cilindricos 6"x12"
F_c de diseño : 280 kg/cm²

ENSAYO DE MODULO DE ELASTICIDAD EN PROBETAS DE CONCRETO ASTM C469

BASADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO A LOS 28 DIAS DE SECADO

IDENTIFICACIÓN	DIÁMETRO	ALTURA	FUERZA MÁXIMA	DEFORMACION (cm)	DEFORMACION UNITARIA (ε _u)	ESFUERZO	MODULO DE ELASTICIDAD
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ²	15	30	50495	0.45	0.0150	285.7 kg/cm ²	253559.13
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ³	15	30	50616	0.46	0.0153	286.4 kg/cm ²	253862.74
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ⁴	15	30	50288	0.44	0.0147	284.6 kg/cm ²	253038.87
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 0.7% NANOSILICE	15	30	51354	0.41	0.0137	290.6 kg/cm ²	255706.75
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 0.7% NANOSILICE	15	30	51044	0.40	0.0133	288.8 kg/cm ²	254933.79
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 0.7% NANOSILICE	15	30	51105	0.42	0.0140	289.2 kg/cm ²	255086.08
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 0.9% NANOSILICE	15	30	51865	0.38	0.0127	293.5 kg/cm ²	256975.81
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 0.9% NANOSILICE	15	30	51653	0.37	0.0123	292.3 kg/cm ²	256450.08
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 0.9% NANOSILICE	15	30	52027	0.36	0.0120	294.4 kg/cm ²	257376.83
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 1.1% NANOSILICE	15	30	52785	0.33	0.0110	298.7 kg/cm ²	259244.96
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 1.1% NANOSILICE	15	30	52401	0.31	0.0103	296.5 kg/cm ²	258300.26
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 1.1% NANOSILICE	15	30	52527	0.32	0.0107	297.2 kg/cm ²	258610.62
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 1.3% NANOSILICE	15	30	53265	0.29	0.0097	301.4 kg/cm ²	260421.01
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 1.3% NANOSILICE	15	30	53121	0.28	0.0093	300.6 kg/cm ²	260068.76
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ² + 1.3% NANOSILICE	15	30	53527	0.27	0.0090	302.9 kg/cm ²	261060.71

- OBSERVACIONES:**
- * Muestras elaboradas y curadas
 - * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)


GEOCONCRELAB
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS S.A.C.
 ENSAYO DE MATERIALES

* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)


Abel Piliaca Esquivel
 INGENIERO CIVIL
 Registro CIP N° 68657

* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas

 GEOCONCRELAB Laboratorio de suelos y concreto S.A.C.	MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL EN PROBETAS CILINDRICAS - ASTM C496	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	10/05/2024
		Página	1 de 1

PROYECTO	"INCORPORACION DEL NANOSILICE PARA MEJORAR LA DURABILIDAD DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm2 EN RESERVORIOS DE AGUA POTABLE"	REGISTRO N°:	2024 - TS 088
SOLICITANTE	: ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO / VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ	REALIZADO POR :	J. H. Q.
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	A. ORTIZ
UBICACIÓN DE PROYECTO	: INSTALACIONES DE LABORATORIO GEOCONCRELAB S.A.C.	FECHA DE ENSAYO :	10/05/2024
FECHA DE EMISIÓN	: 10/05/2024	TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes cilíndricos 6" x 12"		
f'c de diseño	: 280 kg/cm2		

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESIÓN DIAMETRAL EN CONCRETO ENDURECIDO
ASTM C496**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	TIPO DE FALLA	ALTURA PROMEDIO (cm)	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	FUERZA MÁXIMA Kgf	ESFUERZO A LA TRACCION Kg/cm2	% f'c
PROBETA N° 1 DISEÑO PATRON f'c = 280 kg/cm2	3/05/2024	10/05/2024	7	Normal	30.00	15.00	20360	28.80	10.287
PROBETA N° 2 DISEÑO PATRON f'c = 280 kg/cm3	3/05/2024	10/05/2024	7	Normal	30.00	15.00	19987	28.28	10.099
PROBETA N° 3 DISEÑO PATRON f'c = 280 kg/cm4	3/05/2024	10/05/2024	7	Normal	30.00	15.00	19745	27.93	9.976
PROBETA N° 1 DISEÑO 0.7% NANOSILICE	3/05/2024	10/05/2024	7	Normal	30.00	15.00	21558	30.50	10.892
PROBETA N° 2 DISEÑO 0.7% NANOSILICE	3/05/2024	10/05/2024	7	Normal	30.00	15.00	21803	30.84	11.016
PROBETA N° 3 DISEÑO 0.7% NANOSILICE	3/05/2024	10/05/2024	7	Normal	30.00	15.00	21029	29.75	10.625
PROBETA N° 1 DISEÑO 0.9% NANOSILICE	3/05/2024	10/05/2024	7	Normal	30.00	15.00	22104	31.27	11.168
PROBETA N° 2 DISEÑO 0.9% NANOSILICE	3/05/2024	10/05/2024	7	Normal	30.00	15.00	22697	32.11	11.468
PROBETA N° 3 DISEÑO 0.9% NANOSILICE	3/05/2024	10/05/2024	7	Normal	30.00	15.00	22537	31.88	11.387
PROBETA N° 1 DISEÑO 1.1% NANOSILICE	3/05/2024	10/05/2024	7	Normal	30.00	15.00	23845	33.73	12.048
PROBETA N° 2 DISEÑO 1.1% NANOSILICE	3/05/2024	10/05/2024	7	Normal	30.00	15.00	24184	34.21	12.219
PROBETA N° 3 DISEÑO 1.1% NANOSILICE	3/05/2024	10/05/2024	7	Normal	30.00	15.00	24620	34.83	12.439
PROBETA N° 1 DISEÑO 1.3% NANOSILICE	3/05/2024	10/05/2024	7	Normal	30.00	15.00	25015	35.39	12.639
PROBETA N° 2 DISEÑO 1.3% NANOSILICE	3/05/2024	10/05/2024	7	Normal	30.00	15.00	25849	36.57	13.060
PROBETA N° 2 DISEÑO 1.3% NANOSILICE	3/05/2024	10/05/2024	7	Normal	30.00	15.00	25378	35.90	12.822

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de GEOCONCRELAB SAC.
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)

GEOCONCRELAB
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.

 ENSAYO DE MATERIALES

* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)


Abel Piliaca Esquivel
 INGENIERO CIVIL
 Registro CIP N° 69657

* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas

 GEOCONCRELAB Laboratorio de suelos y concreto S.A.C.	MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL EN PROBETAS CILINDRICAS - ASTM C496	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	17/05/2024
		Página	1 de 1

PROYECTO : "INCORPORACION DEL NANOSILICE PARA MEJORAR LA DURABILIDAD DEL CONCRETO
 f_c 280 kg/cm² EN RESERVORIOS DE AGUA POTABLE"
 SOLICITANTE : ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO / VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ
 CÓDIGO DE PROYECTO : ---
 UBICACIÓN DE PROYECTO : INSTALACIONES DE LABORATORIO GEOCONCRELAB S.A.C.
 FECHA DE EMISIÓN : 17/05/2024
 Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Presentación : Especímenes cilíndricos 6" x 12"
 F'c de diseño : 280 kg/cm²

REGISTRO N°: 2024 - TS 088
 REALIZADO POR : J. H. Q.
 REVISADO POR : A. ORTIZ
 FECHA DE ENSAYO : 17/05/2024
 TURNO : Diurno

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESIÓN DIAMETRAL EN CONCRETO ENDURECIDO
ASTM C496**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	TIPO DE FALLA	ALTURA PROMEDIO (cm)	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	FUERZA MÁXIMA KgF	ESFUERZO A LA TRACCION Kg/cm ²	% F'c
PROBETA N° 1 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ²	3/05/2024	17/05/2024	14	Normal	30.00	15.00	28019	39.64	14.157
PROBETA N° 2 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ³	3/05/2024	17/05/2024	14	Normal	30.00	15.00	26987	38.18	13.635
PROBETA N° 3 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm ⁴	3/05/2024	17/05/2024	14	Normal	30.00	15.00	27442	38.82	13.885
PROBETA N° 1 DISEÑO 0.7% NANOSILICE	3/05/2024	17/05/2024	14	Normal	30.00	15.00	29351	41.52	14.830
PROBETA N° 2 DISEÑO 0.7% NANOSILICE	3/05/2024	17/05/2024	14	Normal	30.00	15.00	29512	41.75	14.911
PROBETA N° 3 DISEÑO 0.7% NANOSILICE	3/05/2024	17/05/2024	14	Normal	30.00	15.00	28817	40.77	14.560
PROBETA N° 1 DISEÑO 0.9% NANOSILICE	3/05/2024	17/05/2024	14	Normal	30.00	15.00	30564	43.24	15.443
PROBETA N° 2 DISEÑO 0.9% NANOSILICE	3/05/2024	17/05/2024	14	Normal	30.00	15.00	30260	42.81	15.289
PROBETA N° 3 DISEÑO 0.9% NANOSILICE	3/05/2024	17/05/2024	14	Normal	30.00	15.00	30956	43.79	15.641
PROBETA N° 1 DISEÑO 1.1% NANOSILICE	3/05/2024	17/05/2024	14	Normal	30.00	15.00	31889	45.11	16.112
PROBETA N° 2 DISEÑO 1.1% NANOSILICE	3/05/2024	17/05/2024	14	Normal	30.00	15.00	31255	44.22	15.792
PROBETA N° 3 DISEÑO 1.1% NANOSILICE	3/05/2024	17/05/2024	14	Normal	30.00	15.00	31627	44.74	15.980
PROBETA N° 1 DISEÑO 1.3% NANOSILICE	3/05/2024	17/05/2024	14	Normal	30.00	15.00	33103	46.83	16.725
PROBETA N° 2 DISEÑO 1.3% NANOSILICE	3/05/2024	17/05/2024	14	Normal	30.00	15.00	33757	47.76	17.056
PROBETA N° 2 DISEÑO 1.3% NANOSILICE	3/05/2024	17/05/2024	14	Normal	30.00	15.00	33470	47.35	16.911

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de GEOCONCRELAB SAC.
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)
 ENSAYO DE MATERIALES
* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)
 Abey Pillaca Esquivel INGENIERO CIVIL Registro CIP N° 63657
* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas

 GEOCONCRELAB Laboratorio de suelos y concreto S.A.C.	MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL EN PROBETAS CILINDRICAS - ASTM C496	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	31/05/2024
		Página	1 de 1

PROYECTO : "INCORPORACION DEL NANOSILICE PARA MEJORAR LA DURABILIDAD DEL CONCRETO f'c : 280 kg/cm2 EN RESERVORIOS DE AGUA POTABLE"

SOLICITANTE : ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO / VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ

CÓDIGO DE PROYECTO : ---

UBICACIÓN DE PROYECTO : INSTALACIONES DE LABORATORIO GEOCONCRELAB S.A.C.

FECHA DE EMISIÓN : 31/05/2024

Tipo de muestra : Concreto endurecido

Presentación : Especímenes cilíndricos 6" x 12"

F'c de diseño : 280 kg/cm2

REGISTRO N°: 2024 - TS 088
 REALIZADO POR : J. H. Q.
 REVISADO POR : A. ORTIZ
 FECHA DE ENSAYO : 31/05/2024
 TURNO : Diurno

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESIÓN DIAMETRAL EN CONCRETO ENDURECIDO
 ASTM C496**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	TIPO DE FALLA	ALTURA PROMEDIO (cm)	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	FUERZA MÁXIMA Kgf	ESFUERZO A LA TRACCION Kg/cm2	% F'c
PROBETA N° 1 DISEÑO PATRON f'c = 280 kg/cm2	3/05/2024	31/05/2024	28	Normal	30.00	15.00	36192	51.20	18.286
PROBETA N° 2 DISEÑO PATRON f'c = 280 kg/cm3	3/05/2024	31/05/2024	28	Normal	30.00	15.00	36951	52.27	18.670
PROBETA N° 3 DISEÑO PATRON f'c = 280 kg/cm4	3/05/2024	31/05/2024	28	Normal	30.00	15.00	36647	51.04	18.516
PROBETA N° 1 DISEÑO 0.7% NANOSILICE	3/05/2024	31/05/2024	28	Normal	30.00	15.00	37519	53.08	18.957
PROBETA N° 2 DISEÑO 0.7% NANOSILICE	3/05/2024	31/05/2024	28	Normal	30.00	15.00	37902	53.62	19.150
PROBETA N° 3 DISEÑO 0.7% NANOSILICE	3/05/2024	31/05/2024	28	Normal	30.00	15.00	38302	54.19	19.352
PROBETA N° 1 DISEÑO 0.9% NANOSILICE	3/05/2024	31/05/2024	28	Normal	30.00	15.00	40021	56.62	20.221
PROBETA N° 2 DISEÑO 0.9% NANOSILICE	3/05/2024	31/05/2024	28	Normal	30.00	15.00	39382	55.71	19.898
PROBETA N° 3 DISEÑO 0.9% NANOSILICE	3/05/2024	31/05/2024	28	Normal	30.00	15.00	39143	55.38	19.777
PROBETA N° 1 DISEÑO 1.1% NANOSILICE	3/05/2024	31/05/2024	28	Normal	30.00	15.00	41585	58.83	21.011
PROBETA N° 2 DISEÑO 1.1% NANOSILICE	3/05/2024	31/05/2024	28	Normal	30.00	15.00	40828	57.76	20.629
PROBETA N° 3 DISEÑO 1.1% NANOSILICE	3/05/2024	31/05/2024	28	Normal	30.00	15.00	41294	58.42	20.864
PROBETA N° 1 DISEÑO 1.3% NANOSILICE	3/05/2024	31/05/2024	28	Normal	30.00	15.00	41831	59.18	21.135
PROBETA N° 2 DISEÑO 1.3% NANOSILICE	3/05/2024	31/05/2024	28	Normal	30.00	15.00	42831	60.59	21.641
PROBETA N° 2 DISEÑO 1.3% NANOSILICE	3/05/2024	31/05/2024	28	Normal	30.00	15.00	42336	59.89	21.390

- OBSERVACIONES:
- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de GEOCONCRELAB SAC.
 - * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)

GEOCONCRELAB
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.

.....
[Firma]
 ENSAYO DE MATERIALES

* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)

[Firma]
Abel Piliaga Esquivel
 INGENIERO CIVIL
 Registro CIP N° 68657

* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas

 GEOCONCRELAB Laboratorio de suelos y concreto S.A.C.	MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA ENSAYO DE DENSIDAD, ABSORCIÓN Y VACÍOS EN CONCRETO ENDURECIDO ASTM C 642	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	24-05-2024
		Página	I de I

PROYECTO : "INCORPORACION DEL NANOSILICE PARA MEJORAR LA DURABILIDAD DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm2 EN RESERVORIOS DE AGUA POTABLE"
 SOLICITANTE : ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO / VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ
 UBICACIÓN : INSTALACIONES DEL LABORATORIO GEOCONCRELAB SAC
 FECHA DE EMISIÓN : 24/05/2025

REGISTRO N°: 2024 - TS088
 REALIZADO POR: J. H. Q.
 REVISADO POR: A. ORTIZ
 FECHA DE ENSAYO: 24/05/2025

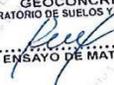
DENSIDAD, ABSORCIÓN Y VACÍOS

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE SECADO	FECHA DE SATURACION	Densidad del agua (g/mm3)	MASA DE ESPECIMEN SECO (gr)	MASA DE ESPECIMEN SATURADO (gr)	ABSORCION (%)
PROBETA N° 1 DISEÑO PATRON f'c = 280 kg/cm2	23/05/2025	24/05/2025	0.001	6215	6479	4.25
PROBETA N° 2 DISEÑO PATRON f'c = 280 kg/cm3	23/05/2025	24/05/2025	0.001	6327	6625	4.71
PROBETA N° 2 DISEÑO PATRON f'c = 280 kg/cm4	23/05/2025	24/05/2025	0.001	6421	6735	4.89
PROBETA N° 1 DISEÑO 0.7% NANOSILICE	23/05/2025	24/05/2025	0.001	6391	6641	3.91
PROBETA N° 2 DISEÑO 0.7% NANOSILICE	23/05/2025	24/05/2025	0.001	6287	6516	3.64
PROBETA N° 3 DISEÑO 0.7% NANOSILICE	23/05/2025	24/05/2025	0.001	6411	6627	3.37
PROBETA N° 1 DISEÑO 0.9% NANOSILICE	23/05/2025	24/05/2025	0.001	6257	6428	2.73
PROBETA N° 2 DISEÑO 0.9% NANOSILICE	23/05/2025	24/05/2025	0.001	6378	6538	2.51
PROBETA N° 3 DISEÑO 0.9% NANOSILICE	23/05/2025	24/05/2025	0.001	6404	6542	2.15
PROBETA N° 1 DISEÑO 1.1% NANOSILICE	23/05/2025	24/05/2025	0.001	6363	6438	1.18
PROBETA N° 2 DISEÑO 1.1% NANOSILICE	23/05/2025	24/05/2025	0.001	6417	6509	1.43
PROBETA N° 3 DISEÑO 1.1% NANOSILICE	23/05/2025	24/05/2025	0.001	6285	6399	1.81
PROBETA N° 1 DISEÑO 1.3% NANOSILICE	23/05/2025	24/05/2025	0.001	6372	6419	0.74
PROBETA N° 2 DISEÑO 1.3% NANOSILICE	23/05/2025	24/05/2025	0.001	6429	6459	0.47
PROBETA N° 3 DISEÑO 1.3% NANOSILICE	23/05/2025	24/05/2025	0.001	6305	6363	0.92

- * Las unidades fueron puestas en el horno a una temperatura de 110° C por Horas, para que estén completamente secas.
- * Se pesaron las unidades después de haberse enfriado en aproximadamente 3horas.
- * Una vez tomadas las mediciones de peso, se procedió a sumergirlas en agua en un periodo de 24 horas.

GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)



GEOCONCRELAB
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C
 ENSAYO DE MATERIALES

* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)



Abel Piliaca Esquivel
 INGENIERO CIVIL
 Registro CIP N° 63667

* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas

 GEOCONCRELAB Laboratorio de suelos y concreto S.A.C.	ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN ASTM C944/C44M	Código	AE-FO-68
		Versión	01
		Fecha	24-05-2024
		Página	1 de 1

PROYECTO : "INCORPORACION DEL NANOSILICE PARA MEJORAR LA DURABILIDAD DEL CONCRETO Fc 280 kg/cm2
 EN RESERVORIOS DE AGUA POTABLE"

SOLICITANTE : ALEXANDER RAUL ROMERO HILARIO / VALERIA STEFANY PONCE FERNANDEZ
 Ubicación : INSTALACIONES DE LABORATORIO GEOCONCRELAB S.A.C.
 MATERIAL : MUESTRAS DE CONCRETO PARA ABRASION

Registro N°: MTL-CL-87
 Realizado por : A. Ortiz
 Fecha de Ensayo: 24/05/2024
 Turno: Diurno

Código de Muestra : DISEÑO PATRON / DISEÑO 0.7% NANOSILICE / DISEÑO 0.9% NANOSILICE /
 DISEÑO 1.1% NANOSILICE / DISEÑO 1.3% NANOSILICE

DESCRIPCION	PESO INICIAL	PESO 3ER CICLO	FECHA DE VACADO	FECHA DE ENSAYO	ABRASION (%)
DISCO N° 01 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm2	2661.4	2514.3	26/04/2024	24/05/2024	5.53
DISCO N° 02 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm3	2668.2	2528.1	26/04/2024	24/05/2024	5.25
DISCO N° 03 DISEÑO PATRON f _c = 280 kg/cm4	2669.9	2512.1	26/04/2024	24/05/2024	5.91
DISCO N° 01 DISEÑO 0.7% NANOSILICE	2639.9	2519.4	26/04/2024	24/05/2024	4.56
DISCO N° 02 DISEÑO 0.7% NANOSILICE	2643.2	2534.5	26/04/2024	24/05/2024	4.11
DISCO N° 03 DISEÑO 0.7% NANOSILICE	2657.1	2529.5	26/04/2024	24/05/2024	4.80
DISCO N° 01 DISEÑO 0.9% NANOSILICE	2659.4	2556.5	26/04/2024	24/05/2024	3.87
DISCO N° 02 DISEÑO 0.9% NANOSILICE	2664.4	2568.2	26/04/2024	24/05/2024	3.61
DISCO N° 03 DISEÑO 0.9% NANOSILICE	2666.6	2578.9	26/04/2024	24/05/2024	3.29
DISCO N° 01 DISEÑO 1.1% NANOSILICE	2671.4	2613.4	26/04/2024	24/05/2024	2.17
DISCO N° 02 DISEÑO 1.1% NANOSILICE	2677.8	2599.2	26/04/2024	24/05/2024	2.94
DISCO N° 03 DISEÑO 1.1% NANOSILICE	2679.5	2607.6	26/04/2024	24/05/2024	2.68
DISCO N° 01 DISEÑO 1.3% NANOSILICE	2671.4	2638.4	26/04/2024	26/04/2024	1.24
DISCO N° 02 DISEÑO 1.3% NANOSILICE	2677.8	2636.2	26/04/2024	26/04/2024	1.55
DISCO N° 03 DISEÑO 1.3% NANOSILICE	2679.5	2630.6	26/04/2024	26/04/2024	1.82

EDAD DE ENSAYO

28 DIAS

GEOCONCRELAB S.A.C

FIRMA / SELLO (LABORATORIO)

GEOCONCRELAB
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.

 ENSAYO DE MATERIALES

* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento

FIRMA / SELLO (INGENIERO RESPONSABLE)

.....
Abej Pillaca Esquivel
 INGENIERO CIVIL
 Registro CIP N° 68657

* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas

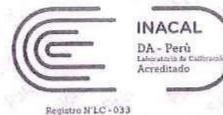
Anexo 5.

Certificado de Calibración



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración
Acreditado

Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 976 - 2023

Página: 1 de 3

Expediente : 131-2023
Fecha de Emisión : 2023-09-22

1. **Solicitante** : GEOCONCRELAB S.A.C.
Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL
2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. **Instrumento de Medición** : BALANZA

Marca : OHAUS
Modelo : EB30
Número de Serie : 8031307548
Alcance de Indicación : 30 000 g
División de Escala de Verificación (e) : 1 g
División de Escala Real (d) : 1 g
Procedencia : CHINA
Identificación : LS-10
Tipo : ELECTRÓNICA
Ubicación : LABORATORIO
Fecha de Calibración : 2023-09-22

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

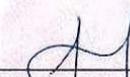
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de GEOCONCRELAB S.A.C.
MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Coayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración
Acreditado

Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-418-2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	21,7	21,9
Humedad Relativa	61,1	61,1

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE20-C0772-2023
	Pesa (exactitud F1)	CCP-0340-007-2023
	Pesa (exactitud F1)	CCP-0340-006-2023
	Pesa (exactitud F2)	LM-114-2023
	Pesa (exactitud F2)	LM-115-2023
	Pesa (exactitud F2)	LM-116-2023

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 30 000 g

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 983 g para una carga de 30 000 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
INMELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15 000 g			Carga L2= 30 000 g		
	1 (g)	ΔL (g)	E (g)	1 (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	0,7	-0,3	30 000	0,6	-0,2
2	15 000	0,6	-0,2	30 000	0,5	-0,1
3	15 000	0,6	-0,2	30 000	0,8	-0,4
4	15 000	0,8	-0,4	30 000	0,8	-0,4
5	15 001	0,3	1,1	30 000	0,6	-0,2
6	15 000	0,9	-0,5	30 000	0,9	-0,5
7	15 000	0,6	-0,2	30 000	0,6	-0,2
8	15 000	0,5	-0,1	30 000	0,7	-0,3
9	15 000	0,8	-0,4	30 000	0,8	-0,4
10	15 000	0,7	-0,3	30 000	0,6	-0,2
Diferencia Máxima			1,6	0,4		
Error máximo permitido ±			2 g	± 3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

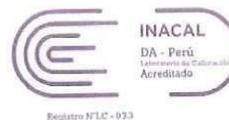
Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-420-2023

Página: 1 de 3

Expediente : 131-2023
Fecha de Emisión : 2023-09-22

1. Solicitante : GEOCONCRELAB S.A.C.

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL
2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : HENKEL

Modelo : FA2004

Número de Serie : GK109136

Alcance de Indicación : 200 g (*)

División de Escala de Verificación (e) : 1 mg

División de Escala Real (d) : 0,1 mg

Procedencia : NO INDICA

Identificación : LS-06

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2023-09-22

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de GEOCONCRELAB S.A.C.
MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-420-2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	20,6	21,5
Humedad Relativa	56,8	62,6

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	IP-296-2023

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 200,0004 g
Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 199,9982 g para una carga de 200,0000 g
El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.
Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud I, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial 21,5			Final 21,1		
	Carga L1= 100,0002 g			Carga L2= 200,0004 g		
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	100,0000	0,0	-0,2	200,0000	0,0	-0,4
2	100,0000	0,0	-0,2	200,0000	0,0	-0,4
3	100,0001	0,0	-0,1	200,0000	0,0	-0,4
4	100,0000	0,0	-0,2	200,0000	0,0	-0,4
5	100,0000	0,0	-0,2	200,0000	0,0	-0,4
6	100,0000	0,0	-0,2	200,0001	0,0	-0,3
7	100,0001	0,0	-0,1	200,0000	0,0	-0,4
8	100,0000	0,0	-0,2	200,0000	0,0	-0,4
9	100,0000	0,0	-0,2	200,0000	0,0	-0,4
10	100,0000	0,0	-0,2	200,0000	0,0	-0,4
Diferencia Máxima			0,1			0,1
Error máximo permitido ±	2 mg			±		3 mg



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

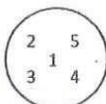
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-420-2023
Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E _e				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (mg)	E _o (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)
1	0,0010	0,0009	0,0	-0,1	60,0002	59,9999	0,0	-0,3	-0,2
2		0,0010	0,0	0,0		60,0001	0,0	-0,1	-0,1
3		0,0011	0,0	0,1		60,0002	0,0	0,0	-0,1
4		0,0011	0,0	0,1		60,0001	0,0	-0,1	-0,2
5		0,0012	0,0	0,2		59,9999	0,0	-0,3	-0,5

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido: ± 2 mg

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)	
0,0	0,0010	0,0	0,0	0,0	0,0100	0,0	0,0	0,0	1
0,0	0,0100	0,0	0,0	0,0	0,2001	0,0	0,1	0,1	0
0,2	0,2000	0,0	0,0	0,0	0,5000	0,0	0,0	0,0	0
0,5	0,5001	0,0	0,1	0,1	2,0000	0,0	-0,1	-0,1	0
2,0	2,0002	0,0	0,1	0,1	5,0001	0,0	0,0	0,0	0
5,0	5,0000	0,0	-0,1	-0,1	10,0001	0,0	0,0	0,1	0
10,0	10,0001	0,0	0,0	0,1	20,0001	0,0	0,1	0,1	0
20,0	20,0002	0,0	0,2	0,2	50,0002	0,0	0,1	0,1	0
50,0	50,0001	0,0	0,0	0,0	100,0002	0,0	0,0	0,0	0
100,0	100,0002	0,0	0,0	0,0	200,0000	0,0	-0,4	-0,4	0
200,0	200,0000	0,0	-0,4	-0,4					

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 5,19 \times 10^{-4} \times R$$

Incetidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{6,78 \times 10^{-3} \text{ mg}^2 + 7,43 \times 10^{-1} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_e: Error en cara E_c: Error corregido

R: en mg

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

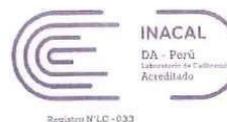
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-418-2023

Página: 1 de 3

Expediente : 131-2023
Fecha de Emisión : 2023-09-22

1. Solicitante : GEOCONCRELAB S.A.C.

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL
2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : **BALANZA**

Marca : OHAUS

Modelo : EB30

Número de Serie : 8031307548

Alcance de Indicación : 30 000 g

División de Escala de Verificación (e) : 1 g

División de Escala Real (d) : 1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : LS-10

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2023-09-22

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

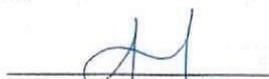
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de GEOCONCRELAB S.A.C.
MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

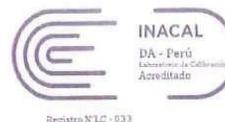
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-418-2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Minima	Máxima
Temperatura	21,7	21,9
Humedad Relativa	61,1	61,1

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE20-C0772-2023
	Pesa (exactitud F1)	CCP-0340-007-2023
	Pesa (exactitud F1)	GCP-0340-006-2023
	Pesa (exactitud F2)	LM-114-2023
	Pesa (exactitud F2)	LM-115-2023
	Pesa (exactitud F2)	LM-116-2023

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 30 000 g

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 983 g para una carga de 30 000 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	21,7			21,8		
	Carga L1= 15 000 g			Carga L2= 30 000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	0,7	-0,3	30 000	0,6	-0,2
2	15 000	0,6	-0,2	30 000	0,5	-0,1
3	15 000	0,6	-0,2	30 000	0,8	-0,4
4	15 000	0,8	-0,4	30 000	0,8	-0,4
5	15 001	0,3	1,1	30 000	0,6	-0,2
6	15 000	0,9	-0,5	30 000	0,9	-0,5
7	15 000	0,6	-0,2	30 000	0,6	-0,2
8	15 000	0,5	-0,1	30 000	0,7	-0,3
9	15 000	0,8	-0,4	30 000	0,8	-0,4
10	15 000	0,7	-0,3	30 000	0,6	-0,2
Diferencia Máxima			1,6	0,4		
Error máximo permitido ±			2 g	± 3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-418-2023

Página: 3 de 3

2	5
1	
3	4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	10	10	0,6	-0,1	10 000	10 000	0,8	-0,3	-0,2
2		10	0,6	-0,1		10 000	0,6	-0,1	0,0
3		10	0,9	-0,4		10 000	0,9	-0,4	0,0
4		10	0,5	0,0		10 000	0,9	-0,4	-0,4
5		10	0,8	-0,3		9 999	0,3	-0,8	-0,5

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 2 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
10,0	10	0,6	-0,1						
50,0	50	0,5	0,0	0,1	50	0,6	-0,1	0,0	1
500,0	500	0,6	-0,1	0,0	500	0,8	-0,3	-0,2	1
2 000,0	2 000	0,9	-0,4	-0,3	2 000	0,6	-0,1	0,0	1
5 000,0	5 000	0,6	-0,1	0,0	5 000	0,5	0,0	0,1	1
7 000,0	7 000	0,8	-0,3	-0,2	7 000	0,6	-0,1	0,0	2
10 000,0	10 000	0,6	-0,1	0,0	10 000	0,4	0,1	0,2	2
15 000,1	15 000	0,6	-0,2	-0,1	15 000	0,8	-0,4	-0,3	2
20 000,1	20 001	0,3	1,1	1,2	20 000	0,7	-0,3	-0,2	2
25 000,1	25 001	0,4	1,0	1,1	25 001	0,3	1,1	1,2	3
30 000,1	30 000	0,8	-0,4	-0,3	30 000	0,8	-0,4	-0,3	3

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 2,66 \times 10^{-2} \times R$$

Incetidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{5,37 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 5,20 \times 10^{-10} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E₀: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 369 - 2023

Página : 1 de 4

Expediente : 131-2023
Fecha de emisión : 2023-09-22

1. Solicitante : GEOCONCRELAB S.A.C.

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL
2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : ESTUFA

Indicación : DIGITAL

Marca del Equipo : PERUTEST
Modelo del Equipo : PT-H136
Serie del Equipo : 0120
Capacidad del Equipo : 134 L
Código de Identificación : NO INDICA

Marca de indicador : AUTOCOMP
Modelo de indicador : TCD
Serie de indicador : NO INDICA
Temperatura calibrada : 110 °C

El instrumento de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA
22 - SETIEMBRE - 2023

4. Método de Calibración

La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración PC-018 del Servicio Nacional de Metrología del INACAL - DM.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TÉRMOMETRO DIGITAL	APPLENT	150-CT-T-2023	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,3	21,4
Humedad %	65	65

7. Conclusiones

La estufa se encuentra fuera de los rangos $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ para la realización de los ensayos de laboratorio según la norma ASTM.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Coayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 369 - 2023

Página : 2 de 4

Tiempo (min.)	Ind. (°C) Temperatura del equipo	CALIBRACIÓN PARA 110 °C										T. prom. (°C)	ΔTMax. - TMin. (°C)
		TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)											
		NIVEL INFERIOR					NIVEL SUPERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110	108,9	109,1	113,7	108,3	118,8	109,4	107,1	106,7	110,2	111,6	110,4	12,1
2	110	108,6	109,6	113,2	108,5	118,6	109,6	107,5	106,6	110,2	111,2	110,4	12,0
4	109	108,5	109,3	113,2	108,6	118,5	109,3	107,2	106,5	110,3	111,3	110,3	12,0
6	110	108,2	109,2	113,3	108,5	118,3	109,2	107,4	106,3	110,2	111,2	110,2	12,0
8	110	108,2	109,0	113,0	108,3	118,5	109,3	107,2	106,2	110,3	111,3	110,1	12,3
10	109	108,4	109,0	113,0	108,2	118,4	109,2	107,3	106,3	110,2	111,3	110,1	12,1
12	110	108,2	109,5	113,2	108,3	118,0	109,5	107,5	106,2	110,3	111,0	110,2	11,8
14	110	108,3	109,3	113,2	108,2	118,0	109,3	107,2	106,3	110,2	111,3	110,1	11,7
16	110	108,5	109,6	113,2	108,0	118,0	109,6	107,0	106,5	110,3	111,2	110,2	11,5
18	109	108,6	109,1	113,2	108,0	118,2	109,5	107,0	106,3	110,3	111,4	110,2	11,9
20	110	108,5	109,2	113,1	108,3	118,0	109,6	107,5	106,2	110,6	111,2	110,2	11,8
22	110	108,3	109,3	113,0	108,2	118,2	109,2	107,2	106,5	110,3	111,5	110,2	11,7
24	110	108,3	109,5	113,3	108,5	118,0	109,6	107,3	106,0	110,2	111,2	110,2	12,0
26	109	108,0	109,6	113,2	108,6	118,0	109,2	107,4	106,0	110,3	111,1	110,1	12,0
28	110	108,6	109,6	113,4	108,4	118,2	109,3	107,5	106,4	110,0	111,3	110,3	11,8
30	109	108,2	109,3	113,6	108,6	118,4	109,3	107,6	106,3	110,3	111,3	110,3	12,1
32	110	108,3	109,2	113,2	108,5	118,3	109,6	107,5	106,2	110,3	111,3	110,2	12,1
34	110	108,4	109,6	113,3	108,5	118,2	109,5	107,2	106,2	110,3	111,3	110,3	12,0
36	109	108,2	109,5	113,2	108,2	118,5	109,6	107,2	106,3	110,5	111,3	110,3	12,2
38	110	108,5	109,6	113,3	108,3	118,5	109,5	107,3	106,5	110,3	111,6	110,3	12,0
40	109	108,3	109,2	113,2	108,2	118,6	109,6	107,2	106,2	110,6	111,3	110,2	12,4
42	110	108,4	109,5	113,0	108,2	118,2	109,5	107,4	106,3	110,3	111,0	110,2	11,9
44	109	108,7	109,6	113,0	108,5	118,0	109,6	107,2	106,2	110,2	111,0	110,2	11,8
46	110	108,6	109,3	113,2	108,3	118,0	109,6	107,5	106,3	110,1	111,1	110,2	11,7
48	110	108,5	109,2	113,3	108,0	118,5	109,5	107,4	106,2	110,1	111,2	110,2	12,3
50	110	108,6	109,6	113,2	108,4	118,3	109,6	107,6	106,5	110,3	111,3	110,3	11,8
52	109	108,5	109,2	113,6	108,6	118,4	109,4	107,2	106,3	110,3	111,2	110,3	12,1
54	110	108,2	109,4	113,2	108,5	118,2	109,0	107,3	106,2	110,2	111,3	110,2	12,0
56	110	108,3	109,6	113,5	108,8	118,5	109,0	107,4	106,3	110,5	111,2	110,3	12,2
58	109	108,5	109,5	113,6	108,5	118,5	109,6	107,2	106,5	110,3	111,3	110,4	12,0
60	110	108,6	109,5	113,2	108,6	118,2	109,5	107,5	106,6	110,3	111,2	110,3	11,6
T. PROM	109,7	108,4	109,4	113,3	108,4	118,3	109,4	107,3	106,3	110,3	111,3	110,2	
T. MAX	110,0	108,9	109,6	113,7	108,8	118,8	109,6	107,6	106,7	110,6	111,6		
T. MIN	109,0	108,0	109,0	113,0	108,0	118,0	109,0	107,0	106,0	110,0	111,0		
DTT	1,0	0,9	0,6	0,7	0,8	0,8	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	118,8	0,4
Mínima Temperatura Medida	106,0	0,5
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,9	0,2
Desviación de Temperatura en el Espacio	12,0	0,3
Estabilidad Media (±)	0,45	0,02
Uniformidad Media	12,8	0,1

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición
 Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" esta dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.
 La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.



[Signature]
 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631



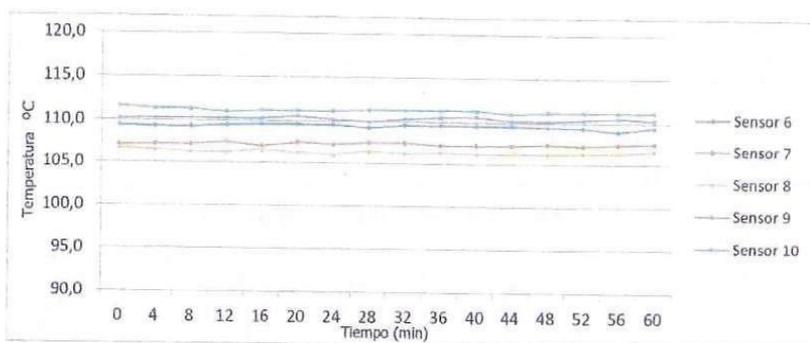
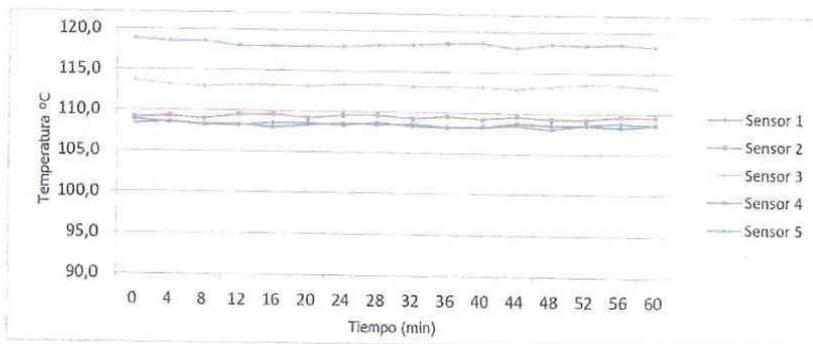
Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 369 - 2023

Página 3 de 4

TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C



[Handwritten Signature]
 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631



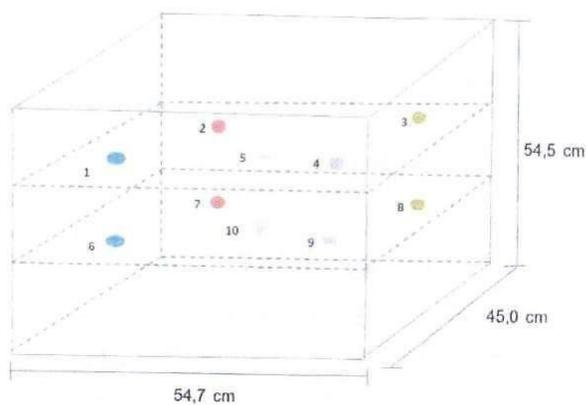
Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 369 - 2023

Página : 4 de 4

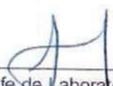
DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES EN EL EQUIPO



- Los Sensores 5 y 10 se ubicaron sobre sus respectivos niveles.
- Los demas sensores se ubicaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y del frente del equipo.
- Los Sensores del nivel superior se ubicaron a 1,5 cm por encima de la altura mas alta que emplea el usuario.
- Los Sensores del nivel inferior se ubicaron a 1,5 cm por debajo de la parrilla más baja.

FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 345 - 2023

Página : 1 de 2

Expediente : T 271-2023
Fecha de emisión : 2023-09-22

1. Solicitante : GEOCONCRELAB S.A.C

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL
2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : FORNEY
Capacidad de Prensa : 100 t

Marca de indicador : FORNEY
Modelo de Indicador : TA-1252
Serie de Indicador : NO INDICA

Marca de Transductor : FORNEY
Modelo de Transductor : NO INDICA
Serie de Transductor : 10450112

Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISION S.A.C.
22 - SETIEMBRE - 2023

4. Método de Calibración

La Calibracion se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 106-2023	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,8	20,6
Humedad %	76	76

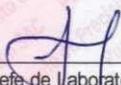
7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 345 - 2023

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
10000	9995	10017	0,05	-0,17	10005,6	-0,06	-0,22
20000	20072	20102	-0,36	-0,51	20087,1	-0,43	-0,15
30000	30087	30131	-0,29	-0,44	30108,7	-0,36	-0,15
40000	40130	40270	-0,33	-0,68	40200,2	-0,50	-0,35
50000	50217	50277	-0,43	-0,55	50246,7	-0,49	-0,12
60000	60372	60369	-0,62	-0,62	60370,8	-0,61	0,01
70000	70496	70393	-0,71	-0,56	70444,3	-0,63	0,15

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente de Correlación : $R^2 = 1$ Ecuación de ajuste : $y = 0,9928x + 79,177$ Donde: x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

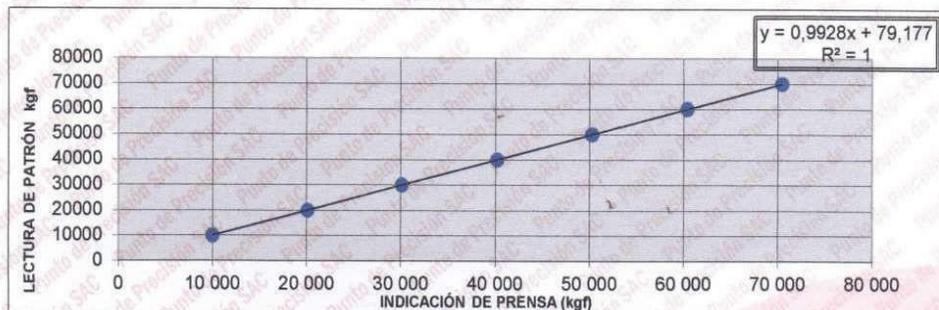
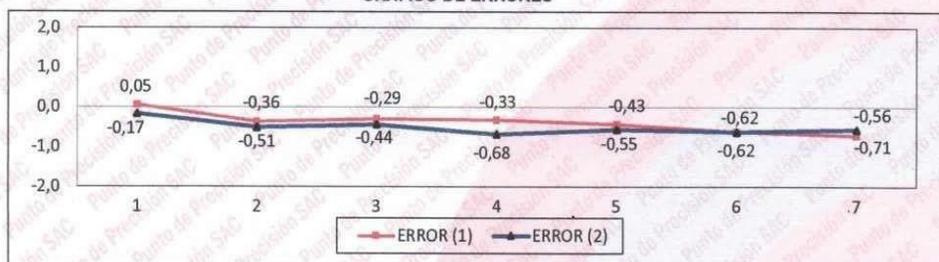


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.