



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Influencia de la combinación de óxido de zinc y hierro en la  
resistencia mecánica del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Campo Villanueva, Linton Malthus ([orcid.org/0000-0002-2351-9716](https://orcid.org/0000-0002-2351-9716))

Huaman Quispe, Miguel ([orcid.org/0000-0001-5978-1866](https://orcid.org/0000-0001-5978-1866))

**ASESOR:**

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

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2023

## **Dedicatoria**

Agradezco a Dios por la energía y la sabiduría que me brinda, a las personas y mis padres que han estado a mi lado por ser apoyo incondicional, guía, estímulo para conseguir mi educación.

**Campo Villanueva, Linton Malthus.**

A nuestro Padre Jesucristo quien ha sido mi guía, fortaleza y su gran amor conmigo. A mis padres, a Deysi Jaqueline Ledezma Santos, por ser su apoyo incondicional, su guía y su inspiración.

**Huamán Quispe, Miguel**

## **Agradecimiento**

Expresó, el agradecimiento al Dr. Fernández Díaz, Carlos Mario, por ser nuestro mentor, guía en la elaboración de nuestra tesis y por su gran apoyo para nosotros a la vez ayudando a crecer profesionalmente.

## Índice de contenidos

|  |      |
|--|------|
| Carátula   | i    |
| Dedicatoria  | ii   |
| Agradecimiento                                       | iii  |
| Declaratoria de autenticidad del asesor              | iv   |
| Declaratoria de originalidad del autor(es)           | v    |
| Índice de contenidos                                 | vi   |
| Índice de tablas                                     | vii  |
| Índice de gráficos y figuras                         | viii |
| Resumen  | ix   |
| Abstract   | x    |
| I. INTRODUCCIÓN                                      | 12   |
| II. MARCO TEÓRICO                                    | 14   |
| III. METODOLOGÍA                                     | 22   |
| 3.1 Tipo y diseño de investigación                   | 22   |
| 3.2. Variables y operacionalización                  | 22   |
| 3.3. Población, muestra y muestreo                   | 23   |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 24   |
| 3.5. Procedimientos                                  | 24   |
| 3.6. Métodos de análisis de datos                    | 25   |
| 3.7. Aspectos éticos                                 | 26   |
| IV RESULTADOS  | 26   |
| V. DISCUSIÓN   | 34   |
| VI. CONCLUSIONES                                     | 38   |
| VII. RECOMENDACIONES                                 | 39   |
| VIII.REFERENCIAS                                     | 40   |
| ANEXOS:Panel fotográfico                             | 46   |

## Índice de tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1: <i>Análisis granulometría por tamizado del agregado fino natural</i>   | 26 |
| Tabla 2: <i>Análisis granulometría por tamizado del agregado grueso</i>         | 27 |
| Tabla 3: <i>Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión</i> | 29 |
| Tabla 4: <i>Método de ensayo para determinar la resistencia a la tracción</i>   | 30 |
| Tabla 5: <i>Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión</i>    | 31 |
| Tabla 6: <i>Conclusión de resistencia a compresión-tracción-flexión</i>         | 32 |

## Índice de gráficos y figuras

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| Figura 1                         | 87 |
| <i>Análisis de Granulometría</i> | 87 |
| Figura 2                         | 87 |
| <i>Los límites de Atterberg</i>  | 87 |
| Figura 3                         | 88 |
| <i>Muestra en el horno</i>       | 88 |
| Figura 4                         | 88 |
| <i>Medición de probetas</i>      | 88 |
| Figura 4                         | 89 |
| <i>Medición de probetas</i>      | 89 |
| Figura 5                         | 89 |
| <i>Colocación de probetas</i>    | 89 |

## Resumen

Sabemos que las estructuras de concreto a menudo se dañan severamente por la exposición frecuente al agua y la exposición a ambientes hostiles. El concreto es el material más utilizado en los proyectos de construcción. Trabajar el concreto con todos los tipos de cemento es el que produce el mayor costo de trabajo porque el proceso de construcción muestra un mejor aprovechamiento estructural, la tipología de la investigación es experimental aplicada; porque se pretende buscar la solución al problema partiendo desde una base teórica teniendo como objetivo general es evaluar cómo influye la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia mecánica del concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023, para ello se usó el óxido de hierro será aplicado al 1.5% 3.5% 5.5% del peso total y el óxido de zinc será aplicado al 8% de forma constante, ambos serán el % del peso total de la mezcla, tendremos como población 180 probetas de concreto siendo así la muestra 135 probetas teniendo como evidencia que al usar óxido de zinc y óxido de hierro, el diseño obtiene el mayor valor en las pruebas de resistencia a la compresión, tracción y flexión siendo la mezcla con la mejor resistencia mecánica.

Palabras clave : Concreto, resistencia a la compresión, resistencia a la tracción.

## **Abstract**

We know that concrete structures are often severely damaged by frequent exposure to water and exposure to harsh environments. Concrete is the most used material in construction projects. Working concrete with all types of cement is the one that produces the highest work cost because the construction process shows better structural use, the typology of the research is applied experimental; because the aim is to find a solution to the problem starting from a theoretical basis, with the general objective being to evaluate how the combination of zinc oxide and iron influences the mechanical resistance of concrete 210 Kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023, for this purpose zinc oxide was used. iron will be applied at 1.5% 3.5% 5.5% of the total weight and zinc oxide will be applied at 8% constantly, both will be % of the total weight of the mixture, we will have as a population 180 concrete specimens, thus making the sample 135 specimens having as evidence that by using zinc oxide and iron oxide, the design obtains the highest value in the compression, traction and bending resistance tests, being the mixture with the best mechanical resistance

Keywords: Concrete, compressive strength, tensile strength.

## I. INTRODUCCIÓN

El concreto ha enfrentado condiciones evolutivas que causan influencias químicas o físicas, congelación, descongelación y desgaste que conducen al deterioro en climas fríos (McCarthy, Yakub y Csetenyi, 2022). Sabemos que las estructuras de concreto a menudo se dañan severamente por la exposición frecuente al agua y la exposición a ambientes hostiles. El concreto es ahora el material que mayoritariamente se usa en la industria de la construcción. Trabajar el concreto con todos los tipos de cemento es el que produce el mayor costo de trabajo porque el proceso de construcción muestra un mejor aprovechamiento estructural. Por otro lado, las cenizas volantes, obtenidas de la quema de carbón como combustible para generar electricidad en centrales térmicas, se consideran un contaminante y materia prima de vertedero, reduciendo la energía para la producción y reduciendo el CO<sub>2</sub>. Junto con la reducción en el consumo de materia prima asociada con la optimización del cemento en la producción de concreto, el uso de cenizas volantes ofrece beneficios ecológicos y aumenta la durabilidad de las estructuras en construcción (Quispe, 2016).

El aumento gradual de la población de Columbia Británica, junto con el rápido desarrollo urbano y el aumento del volumen de tráfico, han hecho que sea más urgente que nunca desarrollar materiales de pavimento duraderos y de alto rendimiento. Las carreteras de Columbia Británica suelen construirse sobre suelos problemáticos como arcilla, suelo orgánico y limo. Se sabe que el suelo limoso tiene una alta acción capilar, lo que puede deteriorar la subrasante, especialmente durante la primavera, mientras los ciclos de hielo y deshielo están activos. Esta característica favorece el desarrollo de baches, grietas, surcos y, por lo tanto, hinchazón provocada por los movimientos del suelo (Muhammad, Siddiqua & Latifi, 2018).

La estructura de hormigón se deteriora al entrar en contacto con productos químicos reactivos. Estos químicos afectan la vida y durabilidad del concreto a través del mecanismo de los iones (Nayak, Taware, Jagadale, Jadhav & Morkhade, 2022).

La combinación de una mala selección de materiales y malas prácticas de construcción ha dado como resultado que el concreto sea altamente poroso y permeable, lo que permite que los agentes agresivos presentes en el entorno expuesto penetren y dañen la estructura. Por otro lado, los aditivos son componentes importantes e integrales del

concreto en el desarrollo y el mejoramiento de las características físicas y mecánicas, lo que han sido significativo desde los avances documentados por Helene & Grochoski en 2005. Actualmente, se fabrica concreto utilizando una diversidad de materiales y aditivos para incrementar su resistencia ante condiciones ambientales desafiantes. Investigaciones en la década de 1980, citadas por Sanjuán en 2001, identificaron factores críticos afectando la durabilidad del concreto: errores en la calidad del material (16.2%), fallos en la ejecución (38.5%) y errores en el diseño o cálculo (más del 40%). Posteriormente, estudios de la década de 1990 revelaron que una incorrecta selección de materiales contribuye en un 30% a la disminución de la durabilidad del concreto. Entre las causas más comunes de estos problemas se encuentran el inadecuado control de algunos factores ambientales como el calor, la humedad presente en el ambiente, la inexactitud en los datos de los materiales, el uso incorrecto de criterios de selección de materiales, y la preferencia por el costo sobre la calidad. (Contreras & Peña, 2016). Según Cohen (2019) la problemática será el hecho para investigar la problemática general: ¿Cómo influye la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia mecánica del concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023? y problemáticas específicas: a) ¿Cómo influye la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023? b) ¿Cómo influye la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia a la tracción del concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023? c) ¿Cómo influye la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia a la flexión del concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023?

Con Cohen, (2019), el objetivo es la meta que busca la investigación, por lo tanto, se plantea el objetivo general: Evaluar cómo influye la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia mecánica del concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023. Se plantea los objetivos específicos: 1) Calcular como influye la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023, 2) Determinar cómo influye la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia a la tracción del concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023 y 3) Comprobar cómo influye la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia a la flexión del concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023.

## II. MARCO TEÓRICO

Oliveira & Staub (2020) su estudio experimental fue realizado en el área de Ingeniería Civil, Academic Federative de Santa Catarina, Rua Joao Pio Duarte Silva, Brasil, buscó la eficacia en la degradación de NOx de bloques de hormigón nano modificados con ZnO en diferentes condiciones ambientales, realizaron pruebas de degradación de NOx en diferentes condiciones ambientales y la equivalencia de eficiencia fotocatalítica de bloques con ZnO y TiO<sub>2</sub> se produjeron 7 grupos de bloques de hormigón de doble capa, para cada nanomaterial (TiO<sub>2</sub> y ZnO), se formaron 3 grupos de bloques con capa superficial fotocatalítica, variando la incorporación de nanomateriales en un 3%, 6% y 9% en peso del cemento Portland, se concluyó que el reemplazo de TiO<sub>2</sub> por ZnO conduce a una alta reducción en la eficiencia fotocatalítica, que puede variar del 39 al 78% para todas las condiciones ambientales y la aplicación de ZnO como fotocatalizador en pavimentación solo es factible cuando el precio del ZnO es mucho más bajo que el del TiO<sub>2</sub>.

Rivera, De la Cruz & Vega (2022), su estudio experimental se desarrolló en la ucv, considerando como objetivo, estudiar la Evaluación de las características mecánicas y fotocatalíticas del asfalto variado con dióxido de titanio, se realiza el ensayo de estabilidad y flujo Marshall de acuerdo con las especificaciones norma MTC E 504, se emplearon las muestras numeradas como 1, 2 y 3 pertenecientes a los grupos con concentraciones de 2%, 4% y 8% de dióxido de titanio, así como una muestra de referencia. Se advierte que desde el 8%, la consistencia comienza a disminuir, aunque también se conserva dentro de los topes determinados por la normativa, que exige una estabilidad mínima de 815 kg. Las muestras con un 2% de dióxido de titanio muestran un incremento del 21.12% en su resistencia, mientras que las muestras con un 4% y un 8% experimentan aumentos del 26.74% y 26.64%, respectivamente. Además, la proporción de agujeros en la mezcla variado, con un 2% de dióxido de titanio disminuye en un 22.4%, el flujo registra un aumento del 6.49%, y la estabilidad mejora en un 17.44%, superando el valor mínimo de 815 kg requerido por la norma. En cuanto al índice de rigidez, se incrementa en un 10.73% en comparación con la muestra de referencia, estando dentro del rango de 1700 a 4000 kg/cm. En resumen, se concluye que las muestras con concentraciones de 2%, 4% y 8% de dióxido de titanio

experimentan mejoras significativas en su estabilidad Marshall, alcanzando valores de 1460.8 kg, 1528.4 kg y 1527.3 kg, respectivamente.

Reshma et al., (2021), su estudio en la división de Ingeniería Civil del claustro Gitam, Karnataka, India, realizó un estudio experimental con el fin de examinar las propiedades funcionales, mecánicas y de durabilidad del hormigón cementoso. Para ello, se incorporaron óxido de zinc y dióxido de titanio como substitutos parciales del cemento. Se llevaron a cabo diferentes pruebas, como la prueba del cono de asentamiento, resistencia a la compresión, tracción dividida y resistencia a la flexión. Además, se utilizó ZnO en porcentajes variables (0, 1, 2, 3, 4 y 5%) y TiO<sub>2</sub> en porcentajes variables (0, 0.5, 1, 1.5, 2 y 2.5%) en relación al peso del cemento, tanto con, como sin fibras de polipropileno, para evaluar la consistencia del hormigón, se obtuvo valores máximos a todas las edades en: el asentamiento al 4 % de ZnO y al 2 % de TiO<sub>2</sub> composición sin considerar ninguna fibra de polímero de propileno, en la rigidez a la compresión en la composición Mix-4 de hormigón donde 4% de ZnO y 2% de TiO<sub>2</sub> reemplazo, en la resistencia a la tracción en el Mix-4 de hormigón donde 4% de ZnO y 2% de TiO<sub>2</sub> reemplazo, en la resistencia a la flexión en la composición Mix-4 de hormigón donde 4% de ZnO y 2% de TiO<sub>2</sub> reemplazo, la máxima resistencia a la absorción de agua se encuentra incorporando PPF con 5% de ZnO y 2,5% de TiO<sub>2</sub>, se concluye que el efecto combinado de estos nano materiales con fibras será beneficioso para reducir el contenido de cemento, hace que el concreto sea denso y mejora la durabilidad a largo plazo.

Kerwalramani & Syed (2018), su estudio experimental fue realizado en el departamento de Ingeniería Civil, Abu Dhabi University, Abu Dhabi, UAE, exploró la utilización de nano partículas y la mejora de las características del hormigón, se usó nanopartículas de alúmina de diámetro promedio de 15 nm en diferentes porcentajes, como 0,5%, 1,0%, 1,5% y 2% en volumen de cemento, se han evaluado diferentes indicadores, como la rigidez a la compresión, la rigidez a la tracción dividida y la rigidez a la flexión. Se ha observado que la rigidez a la compresión ha aumentado en un 18,42%, la rigidez a la tracción dividida en un 32,6% y la rigidez a la flexión en un 44,9% en la mezcla que contenía un 1,5% de nanoalúmina, en comparación con la mezcla de control, en el caso del hormigón simple, la absorción de agua aumentó del

3,4% al 117%, mientras que para el hormigón que contiene nano- $\text{Al}_2\text{O}_3$  aumentó del 6,88% al 32,11%.

Nayak, et al (2022), La investigación experimental se ejecutó en el División de estructuras de Construcción civil de la escuela Técnica Checa en Praga, República Checa. El objetivo principal fue analizar el comportamiento hidráulico y fotocatalítico de mezclas que incluían nano partículas de  $\text{TiO}_2$  y  $\text{ZnO}$  en pastas de cemento y hormigones de alto rendimiento (HPC) con el propósito de lograr autolimpieza en materiales de construcción. Para llevar a cabo el estudio, se sintetizó polvo de n- $\text{SiO}_2$  y  $\text{ZnO}$  en el laboratorio y se emplearon como sustitutos del cemento en concentraciones del 0,5%, 0,75% y 1,0%. Se realizaron pruebas para evaluar la rigidez a la comprensión y la rigidez a la tracción por deformación. La firmeza a la tensión por deformación extremo obtenida para las mezclas con N- $\text{SiO}_2$  al 0,75% de reemplazo es de 3,37  $\text{N/mm}^2$ , lo que representa un incremento del 19% con respecto al hormigón convencional, cuya resistencia a la tracción es de 2,74  $\text{N/mm}^2$  después de 28 días de curado. En cuanto a la mezcla con n- $\text{ZnO}$  al 0,5% de reemplazo, su resistencia a la tracción es de 2,85  $\text{N/mm}^2$ , un aumento del 3,86% en comparación con la mezcla de hormigón estándar. En resumen, se concluye que los aditivos de n- $\text{SiO}_2$  al 0,75% de reemplazo y n- $\text{ZnO}$  al 0,5% de reemplazo del cemento producen mejoras significativas en la firmeza a la comprensión y la firmeza a la tracción por flexión.

Abdalla et al., (2022) el trabajo fue efectuado en la división de Ingeniería Civil de la University Americana de Sharjah, en los Emiratos Árabes Unidos. En su investigación experimental, se exploró el uso de nano materiales para mejorar el rendimiento del concreto de cemento/geopolímero. Se encontró que al incluir un 9% de nano-metacaolín, se pudo reducir el desplome del hormigón en un 15.7%. Además, al agregar diferentes porcentajes de nanoarcilla calcinada (1%, 4%, y 8%), se logró reducir el tiempo de fraguado inicial en un 5%, 11% y 24% respectivamente, mientras que el tiempo de fraguado final se redujo en un 9%, 16% y 22% respectivamente. También se observó mejoras significativas en la firmeza a la compresión (52%), tracción (28%) y flexión (35%) en comparación con el uso de nanoarcilla no tratada con ultrasonidos (18%, 10% y 15% respectivamente) a una dosis del 7.5%. Además, se encontró que la firmeza a la compresión se mejoró en un 15%, 34% y 19% y la

resistencia a la flexión en un 6%, 29% y 19% al añadir 2.5%, 7.5% y 10% de nanoarcilla calcinada (nano-metacaolín) respectivamente. En resumen, se concluye que agregar hasta un 2% de nanoarcilla reduce la porosidad y desarrolla una microestructura de matriz densa.

Muhammad (2022), la investigación experimental tuvo lugar en la división Estructural de la Facultad de engineering de la University de Alejandría en Egipto. El objeto del estudio fue examinar la alteración al agregar pequeñas cantidades de cal a las cenizas volantes de clase F en los tiempos de fraguado del concreto. aplicaron pruebas de firmeza a la compresión de acuerdo con la norma BS 1881 y firmeza a la tracción según la norma ASTM C 469. Los logros obtenidos fueron los subsiguientes: al incluir un 1% de cal, el tiempo de fraguado final fue de 24 horas. Al agregar cal en cantidades del 2% y 3%, los ciclos de endurecimiento inicial y final se redujeron a 1,5 horas y 7 horas, y 1 hora y 4,25 horas, respectivamente. Al incorporar un 2% de cal, se alcanzó la mayor resistencia a la tracción mediante el curado térmico. Además, al agregar un 7,5% de agua adicional constantemente, se aumentó la molaridad del NaOH, lo que resultó en valores más altos de resistencia a la compresión. En conclusión, al utilizar un 2% de cal y una molaridad de NaOH de 16 en combinación con el curado al vapor, se mejoró la firmeza a la compresión, la firmeza a la tracción y el modelo de elasticidad en un 56,3%, 52,5% y 4%, respectivamente. Por lo tanto, un contenido de cal del 2% fue considerado óptimo, ya que se obtuvo el tiempo de fraguado adecuado y las mejores propiedades mecánicas para el concreto.

Tayeh, Akeed, Qaidi & Bakar (2022), la investigación experimental tuvo lugar en la División de engineering Civil, Facultad de engineering, University Islámica de Gaza, Palestina. Su objetivo primordial fue identificar las características mecánicas de un hormigón geopolimero de ultra alto rendimiento (UHP-GPC) al usar microsílíce y fibras de polipropileno (PF). Usaron PF al 0%, 0.75%, 1.75%, 2.75%, nanosílíce al 0% 7.5%, 15%, 25% y 35% en peso de la masa total del aglomerado, aplicaron las pruebas de flujo, resistencia a la compresión (RC), módulo de elasticidad (MoE) y tracción por división (STS) bajo las normas ASTM C143-13, ASTM C39, ASTM C-469 y ASTM C-469 en el orden dado. Obtuvieron; con microsílíce al 15% a UHP-GPC las características mecánicas sufren degradaciones, con PF al 2.75% y 15% contribuye y

minimiza la caída en las características de UHP-GPC. Se ha determinado que la adición de fibras de acero a las mezclas de concreto geopolímero de ultra alto rendimiento (UHP-GPC) afecta su trabajabilidad, disminuyéndola a medida que aumenta el porcentaje de fibra. Además, se observó que el Módulo de Elasticidad (MoE), la Resistencia a la Compresión (CS) y la Resistencia a la Tensión por Flexión (STS) del UHP-GPC alcanzan un punto mínimo al usar un 15% de microsílíce, pero mejoran notablemente con niveles superiores al 15%. En cuanto a las propiedades del hormigón, este material es heterogéneo y su comportamiento depende de varios factores como la mezcla, el transporte, la colocación y el manejo. Compuesto principalmente por cemento, agua y agregados (como arena y grava), el hormigón es esencial en la construcción por su resistencia, durabilidad y versatilidad. El cemento, que es un aglomerante, se activa con agua para formar una masa sólida, mientras que los agregados aportan resistencia estructural y economía. Además, el hormigón puede tener propiedades especiales, como resistencia al fuego o a químicos, dependiendo de los aditivos usados. Es crucial en la construcción de estructuras sólidas y seguras. El cemento, por su parte, es una mezcla de sustancias calcáreas, arcillosas y silíceas, que se obtiene de calcar piedra caliza y arcilla, y es fundamental en la fabricación de hormigón, mortero y otros materiales de construcción

resistencia y durabilidad a las estructuras; Los agregados utilizados en el concreto son componentes granulares que se incorporan en la mezcla para mejorar sus características de resistencia y durabilidad. Entre los tipos de agregados más frecuentes se encuentran la arena, la grava, la piedra triturada y la escoria. Su función principal es actuar como relleno dentro de la mezcla, contribuyendo a la formación de la estructura del concreto. Para garantizar que el concreto posea propiedades óptimas, como resistencia a la compresión, durabilidad frente a la abrasión y una adecuada permeabilidad al agua, es crucial que los agregados presenten características físicas y químicas apropiadas. Adicionalmente, desempeñan un papel importante en el control de la contracción y la expansión térmica del concreto. Los agregados también pueden influir en la estética del concreto, afectando aspectos como el color y la textura de la superficie finalizada. Por otro lado, los límites de Atterberg en el concreto se refieren a las medidas que determinan la capacidad de retención de agua del concreto, sin que

se altere significativamente su plasticidad. Existen tres límites principales de Atterberg aplicables al concreto. Los límites de Atterberg en el concreto, como el límite líquido, plástico y de contracción, son esenciales para determinar la calidad y comportamiento del material. El límite líquido se refiere al contenido de agua en el concreto donde la mezcla transita de ser plástica a líquida, y se mide mediante el ensayo de cono de Abrams conforme a la norma ASTM C230. El límite plástico, por otro lado, indica el contenido de agua donde el concreto mantiene una plasticidad adecuada para su manipulación y moldeo, también evaluado por el ensayo de cono de Abrams bajo la misma norma. El límite de contracción determina la máxima cantidad de agua en el concreto que permite la contracción sin causar fisuras o disminución en la resistencia, evaluado mediante el ensayo de contracción por secado según la norma ASTM C157. Estos límites son cruciales para asegurar la durabilidad y fortaleza del concreto en diversas construcciones. Además, el concreto es altamente valorado en la construcción por sus propiedades, incluyendo resistencia a la compresión, durabilidad frente a condiciones adversas, versatilidad en diseño, aislamiento térmico y acústico, resistencia al fuego, y sostenibilidad, dada su composición de recursos naturales como arena, grava, agua y cemento Portland. Es relevante mencionar que las propiedades del concreto pueden variar según los componentes usados en su elaboración. La composición del concreto, que incluye la relación de cemento, agua, agregados y aditivos, es fundamental para sus propiedades finales. Las pruebas de trabajabilidad, como la prueba de asentamiento o cono de Abrams según la NTC 396, ofrecen información clave sobre la capacidad del concreto fresco para ser mezclado, manejado, transportado y compactado, manteniendo su homogeneidad. Estas pruebas son métodos indirectos para evaluar la consistencia o fluidez de la mezcla. Conforme a la norma ASTM C360-63, otras pruebas como la Kelly Ball, el factor de compresibilidad, el Vebe y la prueba de flujo también son utilizadas. En cuanto a la resistencia, la firmeza a la compresión se mide siguiendo las normativas NTC 550 y 673, y los resultados obtenidos son indicativos de la calidad del concreto. La resistencia a la tracción, por su parte, se estima indirectamente según la norma NTC 722. Es importante destacar que el concreto puede experimentar contracción o retracción debido a la secado o bajas temperaturas, lo cual a veces resulta en la

formación de grietas. En el análisis de concreto, se evalúan varias propiedades esenciales, entre ellas la resistencia a la flexión y la durabilidad. La resistencia a la flexión, especialmente para recubrimientos rígidos, se determina según las normas NTC 1377 y 2871, utilizando un ensayo de viga de apoyo único con una carga aplicada en un tercio de la luz de la viga. Por otro lado, la durabilidad del concreto refleja su capacidad para resistir factores internos y externos como cambios físicos, químicos o mecánicos, extremos climáticos, corrosión, electrólisis y ataques naturales o humanos. La permeabilidad del concreto, relacionada con su porosidad, es crucial para determinar su capacidad de absorber agua. Además, se llevan a cabo pruebas de durabilidad para evaluar la resistencia del concreto a lo largo del tiempo. Entre las pruebas importantes se encuentra el ensayo de asentamiento de cono, que se realiza según las normas IS: 1199-2018 para evaluar las propiedades del hormigón fresco. Por otro lado, las pruebas de propiedades endurecidas del concreto incluyen la evaluación de la resistencia a la compresión y a la tracción por flexión, de acuerdo con la norma IS: 516-1959. La prueba de compresión del concreto, en particular, es un ensayo de laboratorio que mide la resistencia a la compresión del concreto aplicando una carga gradual a una muestra cilíndrica o cúbica hasta que se fractura. Esta prueba es vital para determinar la calidad del concreto y su idoneidad para soportar las cargas en las estructuras. La resistencia a la compresión se expresa usualmente en megapascuales (MPa) o psi (libras por pulgada cuadrada). Las pruebas de tracción y flexión en el concreto son procedimientos cruciales establecidos por organizaciones como el American Concrete Institute (ACI) y la norma ASTM C39 para evaluar la resistencia del material. La prueba de tracción involucra la aplicación de una fuerza creciente a una muestra de concreto hasta que se rompe, permitiendo medir la resistencia a la tracción del concreto. Esta prueba es esencial para comprender cómo el concreto resiste las fuerzas de tracción, un aspecto en el que es generalmente más débil en comparación con su resistencia a la compresión. Por otro lado, la prueba de flexión del concreto determina la resistencia del material a la flexión. Se aplica fuerza a una muestra de concreto en forma de viga hasta su punto de falla, midiendo la carga aplicada y los momentos de flexión. Los métodos para realizar esta prueba varían, incluyendo la carga puntual, donde se aplica una carga en el centro de la viga, y la

carga uniforme, que distribuye la carga a lo largo de la viga. Los resultados de esta prueba son fundamentales para el diseño de estructuras de concreto reforzado como vigas y losas y para evaluar la calidad del concreto en proyectos de construcción (Reshma et al., 2021).

El ZnO tiene actividad fotocatalítica, estabilidad química, alta conductividad térmica, gran movilidad electrónica, posicionamiento y distancia entre bandas (banda prohibida) similar al TiO<sub>2</sub>, fotoestabilidad, no toxicidad, alta energía de enlace por excitación, propiedades antibacterianas, buena conductividad eléctrica, alta movilidad electrónica y, en comparación con TiO<sub>2</sub>, presenta un menor costo de mercado. El ZnO es un material alternativo y prometedor en procesos oxidativos avanzados. Sin embargo, a diferencia de TiO<sub>2</sub> con respecto a la descontaminación del aire, actualmente existen pocos estudios sobre la efectividad del ZnO en materiales cementosos para pavimentos. Este hecho muestra la necesidad de realizar más evaluaciones de este material con características prometedoras para su aplicación en pavimentación fotocatalítica, ZnO su morfología esférica; diámetro medio de partícula de 20 nm; superficie específica  $\geq 40$  m<sup>2</sup>/g; densidad de 5,6 (20 °C) y pH de 6,5-7,5 (Oliveira & Staub, 2020). La utilización de óxido de zinc y dióxido de titanio añadidos en una proporción adecuada mediante la sustitución de piezas por cemento ayuda a acelerar la formación de gel C-S-H en el hormigón y, por lo tanto, aumenta la adherencia, disminuyendo la porosidad. Estos nanomateriales eliminan los contaminantes atmosféricos y ayudan en la limpieza de interiores. El óxido de zinc (ZnO) posee una menor eficiencia de purificación de la atmósfera que el dióxido de titanio. La presencia de óxido de zinc mejora la adherencia y la porosidad. Además, acelera el proceso de hidratación y disminuye el desgaste del acero presente en la estructura de hormigón reforzado. Un área específica más alta de estos nanomateriales exige un mayor contenido de agua [9]. Un aditivo reduce la demanda de agua en el hormigón. El óxido de zinc aumenta el estrés de rendimiento y la viscosidad y se ha descubierto que es más eficaz en la retención de fluidez en la mezcla. De este modo, se reduce la porosidad y se fortalece el hormigón con el paso del tiempo. Estos nanomateriales varían el tiempo de fraguado del cemento. El óxido de zinc reduce el tiempo de fraguado final sin afectar sus propiedades de resistencia

(Reshma et al., 2021). El compuesto químico denominado óxido de hierro está constituido por átomos de hierro y oxígeno, y se encuentra en múltiples configuraciones en la naturaleza y es ampliamente utilizado en la industria y en aplicaciones cotidianas debido a sus propiedades y características peculiares. La fórmula química depende del tipo específico de óxido de hierro, entre los que se destacan el óxido de hierro (II) con la fórmula  $\text{FeO}$ , y el óxido de hierro (III) con la fórmula  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  o  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , posee diversas propiedades que varían según el tipo específico de óxido. Desde propiedades magnéticas hasta capacidad catalítica, este compuesto ofrece un abanico de características que le han permitido tener una amplia aplicación en diversos campos. Dependiendo del tipo de óxido de hierro, podemos encontrar diversas propiedades físicas y químicas que los diferencian; Estabilidad: Los óxidos de hierro son generalmente estables en presencia de oxígeno y humedad. Esto es especialmente cierto para la hematita. Magnetismo: La magnetita es conocida por su fuerte magnetismo. Esta propiedad ha sido aprovechada para producir imanes permanentes y también en aplicaciones de almacenamiento de datos. Reactividad: Aunque son relativamente estables, los óxidos de hierro pueden reaccionar con ácidos fuertes para producir sales de hierro y agua. Conductividad: Los óxidos de hierro generalmente no son buenos conductores de electricidad, pero en ciertas condiciones, la magnetita puede mostrar propiedades semiconductoras.

### **III. METODOLOGÍA**

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

##### **Tipo de investigación**

La investigación aplicada tuvo como fin el estudio de la solución de un problema, con esto el aporte de nuevos conocimientos o hechos, con el objeto de obtener nueva información medida por la teoría (Cohen, 2019), por lo tanto, la tipología de la investigación es experimental aplicada; porque se pretende buscar la solución al problema partiendo desde una base teórica.

##### **Diseño de investigación**

El diseño del estudio experimental se centra en si los resultados difieren entre los diferentes tratamientos en un experimento y si hay respuestas positivas o negativas. Las variables de estudio también se manipulan. Es una prueba cuantitativa de relaciones causales entre una variable y otra, que implica manipulación o control de la variable independiente, y requiere un plan de acción que se puede detallar como una intervención paso a paso o parámetros en el área de creación de niveles (Cohen, 2019). Por lo tanto, este estudio representó un diseño de investigación experimental en el que se manipulan variables y se realizan pruebas de laboratorio en el concreto.

#### **3.2. Variables y operacionalización**

##### **Variable 1: dependiente**

Definición conceptual

Con Cohen (2019) la variable dependiente es el resultado de las modificaciones y la manejabilidad de la variable independiente, efecto de la variación. En el presente estudio la variable dependiente fue resistencia mecánica del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Definición operacional

Dicha variable será medida con los ensayos de resistencia a: compresión y tracción.

##### **Variable 2: independiente**

Definición conceptual

Con Cohen (2019) en el contexto de la investigación mencionada, las variables que se

manipulan y estudian de acuerdo con los objetivos específicos del estudio son el óxido de zinc (ZnO) y el óxido de hierro (FeO). Estas sustancias representan las variables independientes, cuyos efectos y resultados son analizados en profundidad para comprender mejor sus propiedades y aplicaciones.

Definición operacional

El óxido de hierro fue aplicado al 1.5% 3.5% 5.5% del peso total y el óxido de zinc será aplicado al 8% de forma constante, ambos serán el % del peso total de la mezcla.

### **3.3. Población, muestra, muestreo**

#### **Población**

Una población es un grupo de elementos que pertenecen a un conjunto de estudio, es decir, todos los elementos que pueden considerarse individualmente en un estudio. Una población se define por su ubicación, límites geográficos u otras características específicas dentro de un estudio, así como las metas u objetivos principales del estudio (Cohen, 2019). La población de estudio representó un total de 180 probetas de concreto; 45 muestras patrón, 135 muestras con 1.5% con 3.5% con 5.5% de óxido de hierro y 8% de óxido de zinc.

#### **Muestra**

Una muestra consiste en un conjunto limitado de la población, pero no siempre, de los miembros de la población evaluados por una característica particular para extrapolar esa característica a la población en su conjunto. Este estudio no es probabilístico ya que las muestras fueron liberadas para diferentes ensayos de laboratorio (Cohen, 2019) y tendremos 135 muestras.

#### **Muestreo**

Cohen & Gómez (2019), nos dice que el muestreo es la selección al azar de algunos elementos de la población para ser analizados.

Unidad de análisis

El concreto será la unidad de estudio de acuerdo con Cohen (2019).

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

#### **Técnicas de recolección de datos**

Una de las técnicas de recolección de datos es la observación directa. En la observación directa, los investigadores observan fenómenos u objetos utilizando instrumentos físicos para complementar sus observaciones (Cohen, 2019). Por esta razón, en este estudio se utilizan técnicas de observación directa para recoger los datos recogidos en el laboratorio durante la realización del experimento.

Como técnica se consideraron todos los ensayos de laboratorio requeridos para este estudio: la resistencia a la compresión, tracción y flexión.

#### **Instrumentos de recolección de datos**

Una hoja de observación es una herramienta para las técnicas de observación y se utiliza cuando se buscan objetos específicos para medir, analizar y evaluar, es decir, "objetos para observar". Obtener información sobre un objeto. Se puede utilizar para medir condiciones externas e internas. Tenga en cuenta que la Hoja de observación es diferente de la Guía de observación. Las listas de vigilancia están diseñadas para medir poblaciones específicas con métricas y criterios específicos (Cohen, 2019). Con base en esta idea, se utiliza como una herramienta tecnológica de observación que tiene en cuenta criterios e indicadores predeterminados, similares a las normas técnicas peruanas.

### **3.5. Procedimientos**

En primer lugar, se llevarán a cabo pruebas de laboratorio en los agregados fino y grueso, siguiendo las normas internacionales actuales, con el fin de obtener los resultados de granulometría. A continuación, se realizará una mezcla de control para poder hacer las comparaciones necesarias. Luego, se llevarán a cabo mezclas modificadas, añadiendo constantemente óxido de zinc al 8% y óxido de hierro al 1.5%, 3.5% y 5.5% del peso total de la mezcla. Se respetarán los procesos de madurado de 7, 14 y 28 días. Finalmente, se realizarán pruebas de compresión, tracción y flexión para evaluar las propiedades mecánicas de las mezclas modificadas.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Cohen (2019) este enfoque demuestra que el proceso de recopilación y análisis de datos está orientado a la evaluación de diferentes variables. Se alcanzan resultados mediante el uso de metodologías y pruebas bien definidas, las cuales se basan en protocolos estandarizados y fiables. Esto asegura que los datos recopilados sean representativos y no sufran alteraciones. Finalmente, los resultados se comparan y validan en relación con la hipótesis inicialmente planteada, proporcionando una base sólida para la confirmación o refutación de la misma.

### **3.7. Aspectos éticos**

La ética en la investigación científica es fundamental para fomentar avances en el conocimiento y la comprensión, particularmente en un contexto de desarrollo social acelerado. Esta responsabilidad ética asegura que la ciencia contribuya positivamente al bienestar humano. En este sentido, este estudio se adhiere a los siguientes principios éticos para mantener la integridad de los resultados, la fiabilidad de los datos y la identificación precisa de los participantes: Se asegura la fiabilidad de los resultados, evitando la replicación indebida de hallazgos de otros estudios.

Se garantiza la originalidad del estudio, confirmando su aporte único al campo de investigación. Se descarta la presencia de plagio, asegurando la autenticidad y la honestidad intelectual. La investigación se desarrollará con responsabilidad, honestidad y paciencia, respetando plenamente a los sujetos y el proceso de investigación.

#### IV. RESULTADOS

El presente realizado con materiales de la cantera La Gloria, se crearon mezclas de concreto modificadas añadiendo constantemente un 8% de óxido de zinc y variando la proporción de óxido de hierro en 1.5%, 3.5% y 5.5% del peso total de la mezcla. Estas mezclas fueron etiquetadas como A, B, C y D. Posteriormente, se sometieron a procesos de curado de 7, 14 y 28 días para realizar pruebas de compresión, tracción y flexión. El estudio comenzó con un análisis granulométrico por tamizado del agregado fino natural, siguiendo las normas ASTM C 136-01, ASTM C117-95 y MTC E – 204. Este análisis consiste en pasar una muestra representativa del agregado a través de una serie de tamices con diferentes tamaños de abertura para determinar la distribución del tamaño de las partículas. Los resultados obtenidos permiten construir una curva granulométrica, que ilustra visualmente la distribución de los tamaños de partículas en el agregado fino. Este análisis es crucial en el diseño de mezclas de concreto, ya que ayuda a determinar la composición adecuada de los agregados para obtener las propiedades deseadas en la mezcla final. Además, es una herramienta valiosa para controlar la calidad del agregado fino utilizado en la producción de concreto.

En la tabla 1 se muestra la composición adecuada de los agregados fino natural de acuerdo con los tamices.

**Tabla 1.** *Análisis granulométría por tamizado del agregado fino natural*

| Tamiz   |      | Material retenido |              |               |             |
|---------|------|-------------------|--------------|---------------|-------------|
| Pulgada | mm   | Peso (g)          | Retenido (%) | Acumulado (%) | Pasante (%) |
| 3/8"    | 9.53 |                   |              |               | 100.0       |
| ¼"      | 6.35 | 13.0              | 1.1          | 1.1           | 98.9        |
| Nº 4    | 4.76 | 22.0              | 1.9          | 3.0           | 97.0        |
| Nº 6    | 3.36 | 46.0              | 4.0          | 7.0           | 93.0        |
| Nº 8    | 2.38 | 50.2              | 4.4          | 11.4          | 88.6        |
| Nº 10   | 2.00 | 125.0             | 10.9         | 22.3          | 77.7        |
| Nº 16   | 1.19 | 94.5              | 8.2          | 30.5          | 69.5        |

|                |       |       |      |       |      |
|----------------|-------|-------|------|-------|------|
| <b>Nº 20</b>   | 0.84  | 99.2  | 8.6  | 39.1  | 60.9 |
| <b>Nº 30</b>   | 0.59  | 125.0 | 10.9 | 50.0  | 50.0 |
| <b>Nº 40</b>   | 0.43  | 165.0 | 14.3 | 64.3  | 35.7 |
| <b>Nº 50</b>   | 0.30  | 145.0 | 12.6 | 76.9  | 23.1 |
| <b>Nº 80</b>   | 0.18  | 120.0 | 10.4 | 87.4  | 12.6 |
| <b>Nº 100</b>  | 0.15  | 37.0  | 3.2  | 90.6  | 9.4  |
| <b>Nº 200</b>  | 0.074 | 29.9  | 2.6  | 93.2  | 6.8  |
| <b>Bandeja</b> |       | 78.2  | 6.8  | 100.0 | 0.0  |

Nota: elaboración propia

Interpretación de la tabla 1; el estudio de granulometría de la mezcla asfáltica es un análisis que se realiza para determinar la distribución de los tamaños de partículas presentes en la mezcla utilizándose el tamiz de  $\frac{3}{4}$ " al Nº 200, determinándose los diferentes diámetros de partículas, compuesta por 1.9% arena y 6.8% finos.

En la tabla 2 se muestra la composición adecuada de los agregados grueso de acuerdo con los tamices.

**Tabla 2.** *Análisis granulometría por tamizado del agregado grueso*

| Tamiz         |       | Material retenido |              |               |             |
|---------------|-------|-------------------|--------------|---------------|-------------|
| Pulgada       | mm    | Peso (g)          | Retenido (%) | Acumulado (%) | Pasante (%) |
| <b>1 1/2"</b> | 38.10 |                   |              |               | 100.0       |
| <b>1"</b>     | 25.40 | 105.0             | 4.2          | 4.2           | 95.8        |
| <b>3/4"</b>   | 19.05 | 438.5             | 17.5         | 21.7          | 78.3        |
| <b>1/2"</b>   | 12.70 | 798.5             | 31.9         | 53.7          | 46.3        |
| <b>3/8"</b>   | 9.53  | 499.0             | 20.0         | 73.6          | 26.4        |
| <b>¼"</b>     | 6.35  | 215.0             | 8.6          | 82.2          | 17.8        |
| <b>Nº 4</b>   | 4.76  | 305.7             | 12.2         | 94.5          | 5.5         |
| <b>Nº 6</b>   | 3.36  | 68.0              | 2.1          | 96.6          | 3.4         |
| <b>Nº 8</b>   | 2.38  | 70.3              | 2.2          | 98.8          | 1.2         |

Nota: elaboración propia

Interpretación de la tabla 2; el estudio de granulometría de la mezcla asfáltica es un análisis que se realiza para determinar la distribución de los tamaños de partículas presentes en la mezcla utilizándose el tamiz de 1 1/2" al N° 8, determinándose los diferentes diámetros de partículas, compuesta por grava 2.2%.

Como **primer objetivo específico** teníamos que calcular como influye la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023.

El método de ensayo más comúnmente utilizado para determinar la resistencia a la compresión de un material es el ensayo de compresión uniaxial, es decir es la capacidad que tiene este material para soportar cargas aplicadas en forma de compresión bajo la norma ASTM C 39/ MTC E 704, esta norma establece el procedimiento para el ensayo de cilindros de concreto, así mismo estas normas proporcionan detalles específicos sobre el tamaño de las muestras, la velocidad de carga, el equipo utilizado y los cálculos necesarios para determinar la resistencia a la compresión del material. Además, también especifican los requisitos de calidad y precisión que se deben cumplir para obtener resultados confiables y comparables.

En la tabla 3 se muestra los valores de la resistencia de los diseños A, B, C y D expresadas en Kg/cm<sup>2</sup> fueron a 28 días; 214.3; 218.6; 223.6 y 230.3 respectivamente.

**Tabla 3.** Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión

| N° DE TESTIGO | DENOMINACIÓN                                  | DÍAS | CARGA (kg) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|---------------|---|------|------------|-----------------------------------|
| 7             | A<br>óxido de hierro 0%                       | 28   | 37,900     | 212.00                            |
| 8             |   | 28   | 38,670     | 216.00                            |
| 9             |   | 28   | 38,000     | 215.00                            |
| 7             | B<br>óxido de hierro 1.5%<br>óxido de zinc 8% | 28   | 38,500     | 215.00                            |
| 8             |   | 28   | 39,450     | 220.00                            |
| 9             |   | 28   | 39,600     | 221.00                            |
| 7             | C<br>óxido de hierro 3.5%<br>óxido de zinc 8% | 28   | 39,400     | 223.00                            |
| 8             |   | 28   | 40,050     | 224.00                            |
| 9             |   | 28   | 40,150     | 224.00                            |
| 7             | D<br>óxido de hierro 5.5%<br>óxido de zinc 8% | 28   | 40,060     | 227.00                            |
| 8             |   | 28   | 41,300     | 231.00                            |
| 9             |   | 28   | 41,800     | 233.00                            |

Nota: elaboración propia

Interpretación tabla 3; de acuerdo con los resultados se observa que el diseño D mejora su valor en la resistencia a la compresión en un 7.47% con respecto a la mezcla base.

Como **segundo objetivo específico** teníamos que determinar cómo influye la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia a la tracción del concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023.

El método de ensayo más comúnmente utilizado para determinar la resistencia a la tracción del concreto con la norma ASTM C 496/C 496 M / MTC E 708.

En la tabla 4 se muestra los valores de la resistencia a la tracción de los diseños A, B, C y D a los 28 días, 225.33, 231.67, 249.67 y 267.33 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

**Tabla 4.** Método de ensayo para determinar la resistencia a la tracción

| N° DE TESTIGO | DENOMINACIÓN  | EDAD (Días) | CARGA (kg) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|---------------|---|-------------|------------|-----------------------------------|
| 1             | A<br>(Natural)                                      | 28          | 40,000     | 226.00                            |
| 2             |   | 28          | 39,850     | 226.00                            |
| 3             |   | 28          | 40,050     | 224.00                            |
| 1             | B<br>óxido de hierro<br>1.5%<br>óxido de zinc<br>8% | 28          | 41,050     | 229.00                            |
| 2             |   | 28          | 40,800     | 228.00                            |
| 3             |   | 28          | 42,540     | 238.00                            |
| 1             | C<br>óxido de hierro<br>3.5%<br>óxido de zinc<br>8% | 28          | 45,000     | 255.00                            |
| 2             |   | 28          | 44,250     | 247.00                            |
| 3             |   | 28          | 44,150     | 247.00                            |
| 1             | D<br>óxido de hierro<br>5.5%<br>óxido de zinc<br>8% | 28          | 48,500     | 274.00                            |
| 2             |   | 28          | 47,600     | 266.00                            |
| 3             |   | 28          | 46,900     | 262.00                            |

Nota: elaboración propia

Interpretación tabla 4; de acuerdo con los resultados se observa que el diseño D mejora su valor en la resistencia a la tracción 18.64% con respecto a la mezcla base.

Como **tercer objetivo específico** teníamos que comprobar cómo influye la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia a la flexión del concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023. El ensayo de flexión bajo carga puntual, realizado conforme a la norma ASTM C 78 / MTC E 711, es una prueba esencial para determinar cómo se comporta un material bajo cargas de flexión y su habilidad para resistir dobleces y

curvaturas sin fracturarse. Este ensayo mide la carga máxima que un material puede soportar antes de romperse, lo cual es un indicador clave de su capacidad para resistir cargas de flexión. Por ejemplo, en un estudio específico, los resultados de resistencia a la flexión a los 28 días para distintas mezclas de concreto (denominadas A, B, C y D) se presentaron en una tabla, donde los valores expresados en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm<sup>2</sup>) fueron de 28.93, 37.3, 46.93 y 54.47 respectivamente. Estos valores reflejan la resistencia de cada mezcla bajo condiciones de flexión

**Tabla 5. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión**

| N° DE TESTIGO | DENOMINACIÓN   | EDAD (Días) | CARGA (kg) | MODULO DE ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|---------------|--|-------------|------------|--|
| 1             | <b>A</b><br>NATURAL  | 28          | 2,180      | 29.1                                   |
| 2             |  | 28          | 2,200      | 28.9                                   |
| 3             |  | 28          | 2,190      | 28.8                                   |
| 1             | <b>B</b><br>óxido de hierro<br>1.5%<br>óxido de zinc<br>8% | 28          | 2,840      | 37.1                                   |
| 2             |  | 28          | 2,788      | 36.8                                   |
| 3             |  | 28          | 2,885      | 38.0                                   |
| 1             | <b>C</b><br>óxido de hierro<br>3.5%<br>óxido de zinc<br>8% | 28          | 3,515      | 46.6                                   |
| 2             |  | 28          | 3,610      | 47.3                                   |
| 3             |  | 28          | 3,588      | 46.9                                   |
| 1             | <b>D</b><br>óxido de hierro<br>5.5%<br>óxido de zinc<br>8% | 28          | 4,215      | 55.1                                   |
| 2             |  | 28          | 4,055      | 53.0                                   |
| 3             |  | 28          | 4,195      | 55.3                                   |

Nota: elaboración propia

Interpretación tabla 5; de acuerdo a los resultados se observa que el diseño D su valor

de la resistencia a la flexión mejoro en un 88.28% con respecto a la mezcla base.

Como **objetivo general** teníamos que evaluar cómo influye la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia mecánica del concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023.

La resistencia mecánica del concreto se mide en unidades de presión, generalmente en megapascales (MPa) se observa que el diseño D es el que obtuvo los mayores valores en las pruebas realizadas es decir es el diseño con mejor resistencia mecánica. En la tabla 6 se muestra en resumen los valores promedios de fuerza de rotura de la resistencia a la compresión, tracción y flexión de los diseños A, B, C y D expresado en Kg/cm<sup>2</sup> fueron 214.33-225.33-28.93; 218.67-231.67-37.3; 223.67-249.67-46.93 y 230.33-267.33-54.47 respectivamente.

**Tabla 6.** Conclusión de resistencia a compresión-tracción-flexión

| DENOMINACIÓN                             | EDAD (Días) | RESISTENCIA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> ) | RESISTENCIA TRACCIÓN (kg/cm <sup>2</sup> ) | RESISTENCIA FLEXIÓN (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--|-------------|--|--|---|
| NATURAL                                  | 28          | 214.33                                       | 225.33                                     | 28.93                                     |
| óxido de hierro 1.5%<br>oxido de zinc 8% |             | 218.67                                       | 231.67                                     | 37.3                                      |
| óxido de hierro 3.5%<br>oxido de zinc 8% |             | 223.67                                       | 249.67                                     | 46.93                                     |
| óxido de hierro 5.5%<br>oxido de zinc 8% |             | 230.33                                       | 267.33                                     | 54.47                                     |

Nota: elaboración propia

Interpretación tabla 6; de acuerdo con los resultados se observa que la mezcla D es la que obtuvo los valores más altos en las tres propiedades resistencia a la compresión, tracción y flexión con respecto a la mezcla base aumento en 7.47%, 18.64 y 88.28%, por lo tanto, tendrá la capacidad de soportar fuerzas externas sin sufrir deformaciones o fallas.

## V. DISCUSIÓN

**Primer objetivo específico:** calcular como influye la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023, basado en ello se estudió las propiedades funcionales, mecánicas y de durabilidad del hormigón cementoso mediante la incorporación de óxido de zinc y dióxido de titanio como reemplazo parcial del cemento concepción de Reshma et al., (2021), quienes señalaron que una mezcla óptima de óxido de zinc y dióxido de titanio promueve la resistencia mecánica a medida que aumenta el período de curado del concreto y mejora la durabilidad. El uso de nanomateriales como TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> proporciona un medio prometedor para mejorar el rendimiento del hormigón autocompactante y mejorar su durabilidad. La adición de nanomateriales como TiO<sub>2</sub>, CaCO<sub>3</sub> y su combinación mejora en gran medida la resistencia temprana y más prolongada del hormigón de cenizas volantes. En los resultados plasmados en la presente investigación se muestra los valores de la resistencia de los diseños A, B, C y D expresadas en Kg/cm<sup>2</sup> fueron a 7, 14 y 28 días; 140, 183.3, 214.3; 151.3, 193.3, 218.6; 154, 202, 223.6 y 159,209.3, 230.3 respectivamente. Observándose un aumento paulatino del 2, 4.34 y 7.47% con respecto a la mezcla A. Los resultados de la presente investigación coinciden con el Reshma et al., (2021) donde se obtuvo valores máximos a todas las edades en: el asentamiento al 4 % de ZnO y al 2 % de TiO<sub>2</sub> composición sin considerar ninguna fibra de polipropileno, en la resistencia compresión en la composición Mix-4 de hormigón donde 4% de ZnO y 2% de TiO<sub>2</sub> reemplazo, en la resistencia a la tracción en el Mix-4 de hormigón donde 4% de ZnO y 2% de TiO<sub>2</sub> reemplazo, en la resistencia a la flexión en la composición Mix-4 de hormigón donde 4% de ZnO y 2% de TiO<sub>2</sub> reemplazo, la máxima resistencia a la absorción de agua se encuentra incorporando PPF con 5% de ZnO y 2,5% de TiO<sub>2</sub>. Los antecedentes y sus coincidencias con la presente investigación evidencian que el usar óxido de zinc y óxido de hierro en el diseño A obtiene el mayor valor en la resistencia a la compresión siendo la mezcla con mayor calidad y durabilidad.

**Segundo objetivo específico:** cómo influye la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia a la tracción del concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023, basado en ello se

exploró la utilización de nano partículas y la mejora de las características del hormigón concepción de Kerwalramani & Syed (2018), quienes señalaron que el concreto producido usando cemento suplementario alternativo puede ser más resistente y duradero que el concreto convencional hecho con cemento Portland ordinario (OPC), se recomienda el uso de materiales cementantes suplementarios como cenizas volantes, escoria granulada de alto horno, humo de sílice y meta caolín activado. En los resultados plasmados en la presente investigación los valores de la resistencia a la tracción de los diseños A, B, C y D a los 28 días, 225.33, 231.67, 249.67 y 267.33 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Observándose un aumento del 2.81, 10.80 y 18.64% con respecto a la mezcla base respectivamente. Los resultados de la presente investigación coinciden con el Kerwalramani & Syed (2018), se usó nanopartículas de alúmina de diámetro promedio de 15 nm en diferentes porcentajes, como 0,5%, 1,0%, 1,5% y 2% en volumen de cemento, sobre parámetros de resistencia como la resistencia a la compresión, la resistencia a la tracción dividida y la resistencia a la flexión, observándose un aumento de la resistencia a la compresión de aproximadamente un 18,42 %, un aumento de la resistencia a la tracción dividida de aproximadamente un 32,6 % y un aumento de la resistencia a la flexión de aproximadamente un 44,9 % para la mezcla que contenía 1,5 % de nano alúmina en comparación con la mezcla de control, en el caso del hormigón simple, la absorción de agua aumentó del 3,4% al 117%, mientras que para el hormigón que contiene nano-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> aumentó del 6,88% al 32,11%. Los antecedentes y sus coincidencias con la presente investigación evidencian que el usar óxido de zinc y óxido de hierro en el diseño D obtiene el mayor valor en la resistencia a la tracción siendo la mezcla con mayor capacidad para resistir fuerzas de estiramiento.

**Tercer objetivo específico:** cómo influye la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia a la flexión del concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023, basado en ello se estudió la influencia de nano-TiO<sub>2</sub>, nano-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, nanoarcilla y nano-CaCO<sub>3</sub> en la propiedades del hormigón cemento/geopolímero, concepción de Abdalla et al., (2022), quienes señalaron que la sustitución parcial del cemento Portland por nanomateriales como nanotubos de carbono (CNT), nano-SiO<sub>2</sub> (NS), nano-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (NA), óxido de grafeno (GO), nano-TiO<sub>2</sub> (NT), nanoarcilla (NC), nano-ZnO<sub>2</sub> (NZ), nano-CaCO<sub>3</sub> y

nano-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (NF) reducen la liberación de dióxido de carbono al tiempo que mejoran las características mecánicas y de durabilidad del concreto. En los resultados plasmados en la presente investigación los valores de la resistencia a la flexión a 28 días de las mezclas de diseño A, B, C y D expresados en Kg/cm<sup>2</sup> fueron 28.93, 37.3, 46.93 y 54.47 respectivamente. Observándose un aumento gradual al 28.93, 62.22 y 88.28% con respecto a la mezcla base respectivamente. Los resultados de la presente investigación coinciden con el Abdalla et al., (2022), se observó que la inclusión de un 9% de nano-meta caolín redujo el desplome del hormigón en un 15,7% así mismo al agregar 1%, 4% y 8% de nanoarcilla calcinada redujo el tiempo de fraguado inicial en un 5%, 11% y 24%, respectivamente, mientras que el tiempo de fraguado final se redujo en un 9%, 16% y 22% respectivamente, observaron una mejora de la resistencia a la compresión, a la tracción y a la flexión en un 52%, 28% y 35%, respectivamente, en contraste con el 18%, 10% y 15% (nanoarcilla no tratada con ultrasonidos) a una dosis del 7,5% también señalaron que la resistencia a la compresión se mejoró en un 15%, 34% y 19%, y la resistencia a la flexión en un 6%, 29% y 19% con la adición de 2,5%, 7,5% y 10% de nanoarcilla calcinada (nano-meta caolín). Los antecedentes y sus coincidencias con la presente investigación evidencian que el usar óxido de zinc y óxido de hierro el diseño D obtiene el mayor valor en la resistencia a la flexión siendo la mezcla con mayor capacidad para deformarse plásticamente sin romperse.

**Objetivo general:** cómo influye la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia mecánica del concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023, basado en ello se estudió el comportamiento hidráulico y foto catalítica de mezclas basadas en nano partículas de TiO<sub>2</sub> y ZnO en pastas de cemento y hormigones de altas prestaciones (HPC) para la aplicación auto limpiante de materiales de construcción, concepción de Nayak, Taware, Jagadale, Jadhav & Morkhade (2022), quienes señalaron que los aditivos de nanopartículas a base de cemento para el cemento aumentarían propiedades como la tenacidad, la resistencia al corte, la tracción y la flexión del hormigón, estos materiales de hormigón a base de cemento a nivel nano darán resultados con propiedades mejoradas como resistencia y durabilidad, la adición de n-SiO<sub>2</sub> al cemento y las propiedades mecánicas y de durabilidad del hormigón con cenizas volantes se mejoran añadiendo nanomateriales al cemento. En los resultados plasmados en la presente

investigación los valores promedios de fuerza de rotura de la resistencia a la compresión, tracción y flexión de los diseños A, B, C y D expresado en Kg/cm<sup>2</sup> fueron 214.33-225.33-28.93; 218.67-231.67-37.3; 223.67-249.67-46.93 y 230.33-267.33-54.47 respectivamente, observando que el diseño D obtuvo los mayores valores en las tres pruebas siendo así la mezcla con mayor resistencia. Los resultados de la presente investigación coinciden con el Nayak, Taware, Jagadale, Jadhav & Morkhade (2022), quienes sintetizaron polvo de n-SiO<sub>2</sub> y n-ZnO en el laboratorio y se utilizaron para el estudio en sustitución del cemento en un 0,5%, 0,75% y 1,0%, realizaron pruebas para encontrar la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción dividida, tenemos la resistencia a la tracción parcial lograda para el hormigón normal es de 2,74 N/mm<sup>2</sup> después de 28 días de curado, la resistencia máxima a tracción parcial obtenida para mezclas CNS es de 0,75, es decir 3,37 N/mm<sup>2</sup>, casi un 19% mayor que la del hormigón normal, la resistencia a la tracción dividida de la mezcla CZO 0,5 es de 2,85 N/mm<sup>2</sup>, que es un 3,86 % mayor que la de la mezcla de hormigón normal, se concluye que los aditivos n-SiO<sub>2</sub> con 0,75% de reemplazo y n-ZnO con 0,5% de reemplazo al cemento dan mejores resultados para la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción dividida. Los antecedentes y sus coincidencias con la presente investigación evidencian que el usar óxido de zinc y óxido de hierro el diseño D obtiene el mayor valor en las pruebas de resistencia a la compresión, tracción y flexión siendo la mezcla con la mejor resistencia mecánica.

## VI. CONCLUSIONES

El presente estudio se realizó para evaluar cómo influye la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia mecánica del concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup> por lo tanto evidencia que al usar óxido de zinc y óxido de hierro el diseño D obtiene el mayor valor en las pruebas de resistencia a la compresión, tracción y flexión siendo la mezcla con la mejor resistencia mecánica.

El presente estudio se realizó para comprobar cómo influye la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia a la flexión del concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup> así mismo se evidencia que al usar óxido de zinc y óxido de hierro el diseño D obtiene el mayor valor en la resistencia a la flexión siendo la mezcla con mayor capacidad para deformarse plásticamente sin romperse.

El presente estudio se realizó para determinar cómo influye la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia a la tracción del concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup> por lo tanto se evidenció que al usar óxido de zinc y óxido de hierro en el diseño D obtiene el mayor valor en la resistencia a la tracción siendo la mezcla con mayor capacidad para resistir fuerzas de estiramiento.

El presente estudio se realizó para calcular como influye la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup> así mismo se evidenció que el usar óxido de zinc y óxido de hierro en el diseño A obtiene el mayor valor en la resistencia a la compresión siendo la mezcla con mayor calidad y durabilidad.

## **VII. RECOMENDACIONES**

El curado de la muestra debe comenzar entre 30 minutos después de retirar el molde. Estos deben mantenerse completamente sumergidos y probados según lo especificado en la norma.

Para conocer mejor las características de este tipo de mezclas de hormigón y obtener más información sobre sus posibles aplicaciones, se recomienda realizar otro tipo de ensayos.

Esta investigación puede incluir partículas de árido grueso y aditivos que aumenten la cohesión del hormigón reciclado, lo que cambia las propiedades físicas del hormigón y mejora su comportamiento.

Se recomienda profundizar en esta investigación e incluir variaciones en el uso de diferentes grados de agregados, tanto gruesos como finos. Esto se hace para reducir la cantidad de cemento utilizado para optimizar las mediciones del tamaño de partículas y ahorrar en este insumo. Esto podría mejorar los aspectos económicos, pero este estudio no lo exploró en detalle.

## REFERENCIAS

ABBAS, Waleed, KHALIL, Wasan y NASSER, Ibtisam. Producción de hormigón geopolimérico ligero utilizando áridos ligeros locales artificiales. Elsevier [en línea]. Marzo 2018. [fecha de consulta: 18 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201816202024>.

ABDALLA, Jamal [et al.]. Influence of nano-TiO<sub>2</sub>, nano-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, nanoclay and nano-CaCO<sub>3</sub> on the properties of cement/geopolymer concrete. Cleaner Materials. Elsevier [en línea]. Marzo 2022. ISSN 2772-3976. [fecha de consulta: 28 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.clema.2022.100061>.

ABU, Yasan [et al.]. Influencia de las fibras de acero y la micro sílice en las propiedades mecánicas del hormigón geo polímero de ultra altas prestaciones (UHP-GPC), Casos de estudio en materiales de construcción. Sciences [en línea]. Mayo 2022. ISSN 2214-5095. [fecha de consulta: 20 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01245>.

AHMED, Hemn, MOHAMMED, Azad y MOHAMMED, Ahmed. El papel de los nanomateriales en los compuestos de hormigón de geopolímero: una revisión de vanguardia, Revista de Ingeniería de Construcción. Sciences [en línea]. Febrero 2022. ISSN 2352-7102. [fecha de consulta: 12 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jobc.2022.104062>.

ALEJANDRO, Gladwin, TSEGAY, Gebrehiwet, ZEYNEB, Kemal y RAMESH, Babu. Comportamiento a la flexión de una viga de hormigón reforzado con geopolímero a base de cenizas volantes de bajo calcio. Elsevier [en línea]. Mayo 2022. [fecha de consulta: 16 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s40069-022-00531-x>.

AMOR, F. [et al.]. Contribution of TiO<sub>2</sub> and ZnO nanoparticles to the hydration of Portland cement and photocatalytic properties of High-Performance Concrete. Case Studies in Construction Materials. Sciences [en línea]. Febrero 2022. ISSN 2214-5095. [fecha de consulta: 30 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e00965>.

AMRAN, Mugahed, HUANG, Shan-Shan, DEBBARMA, Solomon y RASHID, Raizal.

Resistencia al fuego del hormigón geopolímero: una revisión crítica, Construcción y materiales de construcción. Sciences [en línea]. Abril 2022. ISSN 0950-0618. [fecha de consulta: 14 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.126722>.

AREF, M. y AL, Swaidani. Datos experimentales sobre las propiedades relacionadas con la permeabilidad del hormigón que contiene puzolana nano natural como sustituto del cemento, Datos breves. Sciences [en línea]. Enero 2022. ISSN 2352-3409. [fecha de consulta: 10 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2022.108391>.

CHITTARANJAN, Nayak, PRATIK, Taware, UMESH, Jagadale, NITIN, Jadhav y SAMADHAN, Morkhade. Effect of SiO<sub>2</sub> and ZnO Nano-Composites on Mechanical and Chemical Properties of Modified Concrete. Iran J Sci Technol Trans Civ Eng. Elsevier [en línea]. Abril 2022. [fecha de consulta: 02 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s40996-021-00694-9>.

CIBILAKSHMI, G. y JEGAN, J. A DOE approach to optimize the strength properties of concrete incorporated with different ratios of PVA fibre and nano-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Advanced Composites Letters. Elsevier [en línea]. Mayo 2020. [fecha de consulta: 26 de agosto 2023]. Disponible en: doi:10.1177/2633366X20913882.

EISA, M., BASIOUNY, M. y FAHMY, M. Secado de contracción y expansión térmica del pavimento de hormigón geopolímero a base de metacaolín reforzado con geomalla biaxial, Casos de estudio en materiales de construcción. Sciences [en línea]. Junio 2022. ISSN 2214-5095. [fecha de consulta: 28 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01415>.

FAIZ, Uddin. Mechanical and durability properties of fly ash geopolymer concrete containing recycled coarse aggregates. International Journal of Sustainable Built Environment. Sciences [en línea]. Mayo 2016. ISSN 2212-6090. [fecha de consulta: 21 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijbe.2016.05.009>.

HADI, Nada, MAHAMAD, Isam, SALAH, Mohamed y FALAH, Mayadah. Resistencia y propiedades microestructurales de mezclas binarias y ternarias en concreto geo polimérico a base de cenizas volantes, Casos de estudio en materiales de construcción. Sciences [en línea]. Julio 2022. ISSN 2214-5095. [fecha de consulta: 02

de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01317>.

KANG, Shinhyu, BOYD, Braden y LEY, Tyler. Desempeño y predicción de cenizas de carbón no tradicionales en concreto con el Modelo de Partículas, *Construcción y Materiales de Construcción. Sciences* [en línea]. Julio 2022. ISSN 0950-0618. [fecha de consulta: 26 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128170>.

KERWALRAMANI, Manish. y SYED, Z. Application of nanomaterials to enhance microstructure and mechanical properties of concrete. *Int. J. Of Integrated Engineering. Elsevier* [en línea]. Junio 2018. [fecha de consulta: 04 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.30880/ijie.2018.10.02.019>.

KRISHNAN, C., MANU, Santhanam, MATHAVA, Kumar y MURALI, Rangarajan. Iron oxide-modified pervious concrete filter for lead removal from wastewater. *Environmental Technology & Innovation. Sciences* [en línea]. Julio 2022. ISSN 2352-1864. [fecha de consulta: 24 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.eti.2022.102681>.

KUMAR, Sudheer [et al.]. Una revisión sobre las propiedades del hormigón de árido grueso natural y reciclado elaborado con diferentes cenizas de carbón, *Materiales más limpios. Sciences* [en línea]. Junio 2022. ISSN 2772-3976. [fecha de consulta: 18 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.clema.2022.100109>.

KAVIPRIYA, S. [et al.]. Resistencia a la flexión del hormigón geo polímero ligero con fibras de sisal, *Materiales hoy: Actas. Sciences* [en línea]. Febrero 2021. ISSN 2214-7853. [fecha de consulta: 16 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.08.135>.

KUMAR, Sayan, GHOSH, Satyaki, DEY, Abhijeet y SIL, Arjun. Investigación experimental sobre las características de carga histórica de las cenizas volantes como sustituto fraccional del cemento en la conexión viga-columna de hormigón armado en el curado de 90 días, *Hormigón estructural, Vol. 23. Elsevier* [en línea]. Agosto 2021. [fecha de consulta: 04 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/suco.202000353>.

KUMAR, Mahesh [et al.]. Evaluación del desempeño de bloques huecos de hormigón fabricados con aserrín en sustitución de arena: estudio de caso de Adama, Etiopía

Revista Internacional de Ingeniería. Sciences [en línea]. Julio 2022. [fecha de consulta: 14 de agosto 2023]. Disponible en: doi: 10.5829/ije.2022.35.06c.03.

LAANAIYA, M. y ZAOUI, A. Preventing cement-based materials failure by embedding Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanoparticles. Construction and Building Materials. Sciences [en línea]. Agosto 2020. ISSN 0950-0618. [fecha de consulta: 06 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120466>.

LIU, Jun [et al.]. Valorización de la incineración de residuos sólidos urbanos cenizas de fondo (MSWIBA) en agregados unidos en frío (ACB): Viabilidad e influencia de los métodos de curado, Ciencia del Medio Ambiente Total. Sciences [en línea]. Agosto 2022. ISSN: 0048-9697. [fecha de consulta: 12 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157004>.

LIU, Hanqing, BAI, Guoliang, GU, Yu y YAN, Fang. La influencia del agregado grueso de la ganga de carbón en las propiedades mecánicas de las columnas de concreto, Casos de Estudio en Materiales de Construcción. Sciences [en línea]. Setiembre 2022. ISSN 2214-5095. [fecha de consulta: 26 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01315>.

MANUBOTHULA, Shivani y GORRE, Manisha. Influencia de la ceniza de cascarilla de arroz en la resistencia a la compresión de un hormigón celular, Materiales hoy: Actas. Sciences [en línea]. Marzo 2022. ISSN 2214-7853. [fecha de consulta: 20 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.05.320>.

MCCARTHY, M., YAKUB, H. y CSETENYI, L. Impacto de la producción de cenizas volantes y los cambios en el abastecimiento en los aspectos químicos y físicos de la durabilidad del hormigón, la construcción y los materiales de construcción. Sciences [en línea]. Octubre 2022. ISSN 0950-0618. [fecha de consulta: 24 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.127313>.

MOHAMMED, Zainab, ABDULHAMEED, Ali y KAZIM, Hamid. Efecto del álcali - puzolana natural activada sobre las propiedades mecánicas del hormigón geopolímero. Elsevier [en línea]. Noviembre 2022. [fecha de consulta: 06 de agosto 2023]. Disponible en: DOI: 10.2478/cee-2022-0029.

MOAWAD, Mohamed, YOUNIS, Shimaa y RAHMAN, Abd. Evaluación del nivel óptimo de sustitución del cemento mixto con puzolana basáltica frente al comportamiento del

hormigón, Revista de Ingeniería y Ciencias Aplicadas. Elsevier [en línea]. Enero 2022. [fecha de consulta: 22 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s44147-021-00046-4>.

MUHAMMAD, Ahmad. Mejora del rendimiento del hormigón de geopolímero de cenizas volantes de clase F mediante el curado con cal y vapor, Revista de Ingeniería y Ciencias Aplicadas. Elsevier [en línea]. Febrero 2022. [fecha de consulta: 08 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s44147-022-00111-6>.

MUIZ, Abdul [et al.]. Hormigón con ceniza de fondo de carbón: Propiedades mecánicas y mecanismo de fisuración del hormigón sometido a ensayo de carga cíclica, Construcción y materiales de construcción. Sciences [en línea]. Setiembre 2022. ISSN 0950-0618. [fecha de consulta: 10 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128464>.

NAYAK [et al.]. Effect of SiO<sub>2</sub> and ZnO Nano-Composites on Mechanical and Chemical Properties of Modified Concrete. Iran J Sci Technol Trans Civ Eng. Elsevier [en línea]. Julio 2022. [fecha de consulta: 07 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s40996-021-00694-9>.

OLIVEIRA, Bruno y STAUB, Victor. Concrete blocks nano-modified with zinc oxide (ZnO) for photocatalytic paving: Performance comparison with titanium dioxide (TiO<sub>2</sub>). Construction and Building Materials. Elsevier [en línea]. Setiembre 2020. ISSN 0950-0618. [fecha de consulta: 22 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119120>.

ORTEGA, Rosangel [et al.]. Effect of photocatalytic Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanoparticles on urban runoff pollutant removal by permeable concrete. Journal of Environmental Management. Sciences [en línea]. Marzo 2019. ISSN 0301-4797. [fecha de consulta: 26 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.04.104>.

OSAMA, Zaid [et al.]. Assessing the performance of palm oil fuel ash and Lytag on the development of ultra-high-performance self-compacting lightweight concrete with waste tire steel fibers. Journal of Building Engineering. Sciences [en línea]. Enero 2023. ISSN 2352-7102. [fecha de consulta: 13 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.107112>.

PAGE, Jonathan, DJELAL, Chafika y VANHOVE, Yannick. Optimización del proceso

de vibro compactación para madera bloques de concreto, La Revista Internacional de Tecnología de Fabricación Avanzada. Elsevier [en línea]. Abril 2022. [fecha de consulta: 12 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00170-020-05674-3>.

PAULZAKKA, Wyom, ABDUL, Ni y CHAU, Ma. Una revisión cuantitativa del hormigón geopolímero, Revista de Producción Más Limpia. Sciences [en línea]. Mayo 2022. ISSN 0959-6526. [fecha de consulta: 16 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124353>.

RESHMA, T. [et al.]. Influence of ZnO and TiO<sub>2</sub> on mechanical and durability properties of concrete prepared with and without polypropylene fibers. Materialia. Sciences [en línea]. Abril 2021. ISSN 2589-1529. [fecha de consulta: 24 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.mtla.2021.101138>.

SUN, Jubo [et al.]. Propiedades frescas y endurecidas del hormigón de escoria activada con álcali: el efecto de las cenizas volantes como precursor suplementario, Revista de producción más limpia. Sciences [en línea]. Octubre 2022. ISSN 0959-6526. [fecha de consulta: 08 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133362>.

SHI, Jinyan [et al.]. Las funciones de la cenosfera en el hormigón geopolímero espumado ultraligero (UFGC), cerámica internacional. Sciences [en línea]. Noviembre 2022. ISSN 0272-8842. [fecha de consulta: 06 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2022.01.161>.

TAIWA, Ahmed [et al.]. Propiedades del hormigón geopolímero de ultra altas prestaciones que incorpora residuos de vidrio reciclado, Casos de estudio en materiales de construcción. Sciences [en línea]. Abril 2022. ISSN 2214-5095. [fecha de consulta: 22 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01393>.

TAYEH, Bassam, AKEED, Mahmoud, QAIDI, Shaker & BAKAR, Abu. Influence of microsilica and polypropylene fibers on the fresh and mechanical properties of ultra-high performance geopolymer concrete (UHP-GPC). Case Studies in Construction Materials. Sciences [en línea]. Noviembre 2022. ISSN 2214-5095. [fecha de consulta: 20 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01367>.

## IX. ANEXOS

### Anexo 1. Tabla de operacionalización de variable

| <b>MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN</b><br><b>“Influencia de la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia mecánica del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023”</b> |   |  |                       |  |                    |
|---|---|--|-----------------------|--|--------------------|
| VARIABLES   | DEFINICIÓN CONCEPTUAL   | DEFINICIÓN OPERACIONAL   | DIMENSIONES           | INDICADORES  | ESCALA DE MEDICIÓN |
| Variable independiente:<br>óxido de zinc y hierro.  | <p>El óxido de zinc es un compuesto inorgánico cuya fórmula química es ZnO, es sólido polvoriento de color blanco, inodoro y de sabor amargo, se usa como aditivo en los cauchos, cementos, materiales dentífricos, vidrios y cerámicas, debido a su menor punto de fusión y, por tanto, comportándose como un agente fundente, su masa molar es de 81,406 g/mol, punto de fusión 1974 °C.</p> <p>El óxido de hierro (III) u óxido férrico es un sólido inorgánico formado por la reacción del hierro (Fe) y el oxígeno (O<sub>2</sub>), en la cual se obtiene un estado de oxidación del hierro de +3. Su fórmula química es Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Peso molecular 159,69 g/mol, punto de fusión 1566 °C y su Densidad 5,24 g/cm<sup>3</sup> (Oliveira &amp; Staub, 2020).</p> | <p>El óxido de hierro será aplicado al 1.5% 3.5% 5.5% del peso total.</p> <p>El óxido de zinc será aplicado al 8% del peso total</p> | Dosificación          | <p>Óxido de hierro<br/>1.5% 3.5% 5.5%</p> <p>Oxido de zinc<br/>8%</p>  | Razón              |
| Variable dependiente:<br>resistencia mecánica del concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>   | Para el diseño de estructuras de concreto se utilizan las propiedades mecánicas del concreto endurecido entre las más importantes se tienen Resistencia a la compresión Resistencia a la tracción y Resistencia en la flexión (Reshma et al. 2021).   | Dicha variable será medida con los ensayos de resistencia a: compresión y tracción.  | Propiedades mecánicas | <p>Resistencia a la Compresión</p> <p>Resistencia a la Tracción indirecta</p> <p>Resistencia en la flexión</p> | Razón              |

| MATRIZ DE CONSISTENCIA   |  |   |  |  |                     |   |
|--|--|---|--|--|---------------------|---|
| "Influencia de la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia mecánica del concreto 210 kg/cm2, Lima 2023"       |  |   |  |  |                     |   |
| PROBLEMAS  | OBJETIVOS  | HIPÓTESIS   | VARIABLES E INDICADORES                      |  |                     | TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN  |
| Problema General:  | Objetivo General:  | Hipótesis General:  | VARIABLE (I) Óxido de hierro y óxido de zinc |  |                     | <b>Tipo:</b><br>Aplicada<br><br><b>Nivel:</b><br>Explicativo<br><br><b>Diseño:</b><br>Experimental<br><br><b>Población:</b><br>180 briquetas<br><br><b>Muestra:</b><br>135 probetas<br><br><b>Instrumentos:</b><br>Formato de recolección de datos de los ensayos laboratorio |
| ¿Cómo influye la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia mecánica del concreto 210 Kg/cm2, Lima 2023?        | Evaluar cómo influye la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia mecánica del concreto 210 Kg/cm2, Lima 2023.         | Influye favorablemente la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia mecánica del concreto 210 Kg/cm2, Lima 2023.        | <b>DIMENSIONES</b>                           | <b>INDICADORES</b>   | <b>INSTRUMENTOS</b> |   |
|  |  |   | Dosificación                                 | Óxido de hierro<br>1.5% 3.5% 5.5%<br><br>Óxido de zinc<br>8% | Ficha Técnica       |   |
| Problemas específicos  | Objetivos específicos  | Hipótesis específicas   | VARIABLE (D) Concreto 210 Kg/cm2             |  |                     |   |
| ¿Cómo influye la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm2, Lima 2023? | Calcular cómo influye la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm2, Lima 2023. | Influye favorablemente la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm2, Lima 2023. | <b>DIMENSIONES</b>                           | <b>INDICADORES</b>   | <b>INSTRUMENTOS</b> |   |
|  |  |   | Propiedades mecánicas                        | Resistencia a la Compresión                                  | NTP 339.034         |   |
| Resistencia a la Tracción Indirecta  | ASTM C 496   |   |  |  |                     |   |
| Resistencia a la flexión   | NTC 2871   |   |  |  |                     |   |

# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS VARIABLES CON SPSS

## Influencia de la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia mecánica del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023

En el contexto de este estudio se ha realizado un test de normalidad. Esta prueba es esencial para determinar si el conjunto de datos sigue una distribución normal. Este conocimiento es fundamental ya que afecta directamente la elección de las técnicas estadísticas apropiadas para el análisis posterior de los datos.

**Hipótesis 01:** Influye favorablemente la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023

**Prueba de normalidad de la variable:** Propiedades mecánicas en la resistencia a la compresión con óxido de zinc y hierro

Planteamiento de Normalidad: Hipótesis Nula (H<sub>0</sub>) y Alternativa (H<sub>1</sub>)

H<sub>0</sub>: Datos de la variable propiedades mecánicas en la resistencia a la compresión con óxido de zinc y hierro tiene normalidad.

H<sub>1</sub>: La variable propiedades mecánicas en la resistencia a la compresión con óxido de zinc y hierro no tiene normalidad.

1. Nivel de significancia:  $\alpha=0.05$  (5%)
2. Elección de la Prueba estadística: si  $n>50$  (Kolmogorov- Smirnov), si  $n<50$  (Shapiro-Wilk), para este caso  $n=4$  muestras por lo que se utiliza Shapiro Wilk.

| <b>Pruebas de normalidad</b> |                                 |    |      |              |    |      |
|------------------------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
|                              | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |      | Shapiro-Wilk |    |      |
|                              | Estadístico                     | gl | Sig. | Estadístico  | gl | Sig. |
| OXIDOHIERRO                  | ,181                            | 4  | .    | ,984         | 4  | ,925 |
| RESCOMP                      | ,173                            | 4  | .    | ,986         | 4  | ,938 |

a. Corrección de significación de Lilliefors

3. Regla de decisión:  
 $p \leq 0.05$  (se rechaza la hipótesis nula), para este caso  $0.938 > 0.05$ ; por lo tanto; se acepta la  $H_0$ .
4. Conclusión: Los datos de la variable Propiedades mecánicas en la resistencia a la compresión con óxido de zinc y hierro tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%. Luego se utiliza Correlación de Pearson.

### Correlación “r” de Pearson:

1. Planteamiento del problema:

$H_0$ : La variable propiedades mecánicas en la resistencia a la compresión NO está relacionada con la adición con óxido de zinc y hierro

$H_1$ : La variable propiedades mecánicas en la resistencia a la compresión está relacionada con la adición con óxido de zinc y hierro.

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

Elección de la Prueba estadística:  $n = 4$  muestras (Correlación “r” de Pearson)

|             |                        | OXIDOHIERR<br>O | RESCOMP |
|-------------|------------------------|-----------------|---------|
| OXIDOHIERRO | Correlación de Pearson | 1               | ,998**  |
|             | Sig. (bilateral)       |                 | ,002    |
|             | N                      | 4               | 4       |
| RESCOMP     | Correlación de Pearson | ,998**          | 1       |
|             | Sig. (bilateral)       | ,002            |         |
|             | N                      | 4               | 4       |

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

2. Regla de decisión:

Si  $p > \alpha$ , entonces se acepta  $H_0$ , caso contrario el  $H_1$ .

Por lo que  $0.002 < 0.05$ , se acepta la  $H_1$ .

Conclusión: Existe evidencia estadística de que la variable propiedades mecánicas en la resistencia a la compresión SI está relacionada de manera

directa y positiva con la adición con óxido de zinc y hierro ( $r = 0.998$ ).

**Hipótesis 02:** Influye favorablemente la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia a la tracción del concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023.

**Prueba de normalidad de la variable:** Propiedades mecánicas en la resistencia a la tracción con óxido de zinc y hierro.

Planteamiento de Normalidad: Hipótesis Nula (H0) y Alterna (H1)

H0: Datos de la variable Propiedades mecánicas en la resistencia a la tracción con óxido de zinc y hierro tiene normalidad.

H1: La variable propiedades mecánicas en la resistencia a la tracción con óxido de zinc y hierro no tiene normalidad.

1. Nivel de significancia:  $\alpha=0.05$  (5%)
2. Elección de la Prueba estadística: si  $n>50$  (Kolmogorov- Smirnov), si  $n<50$  (Shapiro-Wilk), para este caso  $n=4$  muestras por lo que se utiliza Shapiro Wilk.

| <b>Pruebas de normalidad</b> |                                 |    |      |              |    |      |
|------------------------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
|                              | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |      | Shapiro-Wilk |    |      |
|                              | Estadístico                     | gl | Sig. | Estadístico  | gl | Sig. |
| OXIDOHIERRO                  | ,181                            | 4  | .    | ,984         | 4  | ,925 |
| RESTRAC                      | ,234                            | 4  | .    | ,943         | 4  | ,674 |

a. Corrección de significación de Lilliefors

3. Regla de decisión:  
 $p \leq 0.05$  (se rechaza la hipótesis nula), para este caso  $0.674 > 0.05$ ; por lo tanto; se acepta la H<sub>0</sub>.
4. Conclusión: Los datos de la variable propiedades mecánicas en la resistencia a la tracción con óxido de zinc y hierro tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%. Luego se usará la Correlación de Pearson.

**Correlación “r” de Pearson:**

1. Planteamiento del problema:

H<sub>0</sub>: La variable propiedades mecánicas en la resistencia a la tracción NO está relacionada con óxido de zinc y hierro.

H<sub>1</sub>: La variable propiedades mecánicas en la resistencia a la tracción SI está relacionada con óxido de zinc y hierro.

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

Elección de la Prueba estadística: n=4 muestras (Correlación "r" de Pearson

| Correlaciones |                        |             |         |
|---------------|------------------------|-------------|---------|
|               |                        | OXIDOHIERRO | RESTRAC |
|               |                        | O           |         |
| OXIDOHIERRO   | Correlación de Pearson | 1           | ,992**  |
|               | Sig. (bilateral)       |             | ,008    |
|               | N                      | 4           | 4       |
| RESTRAC       | Correlación de Pearson | ,992**      | 1       |
|               | Sig. (bilateral)       | ,008        |         |
|               | N                      | 4           | 4       |

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

3. Regla de decisión:

Si  $p > \alpha$ , entonces se acepta H<sub>0</sub>, caso contrario el H<sub>1</sub>.

Por lo que  $0.008 < 0.05$ , se acepta la H<sub>0</sub>.

Conclusión: Existe evidencia estadística de que la variable propiedades mecánicas en la resistencia a la tracción si está relacionada de manera directa con óxido de zinc y hierro ( $r = 0.9928$ ).

**Hipótesis 03:** Influye favorablemente la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia a la flexión del concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023.

**Prueba de normalidad de la variable:** Propiedades mecánicas en la resistencia a la flexión con óxido de zinc y hierro.

Planteamiento de Normalidad: Hipótesis Nula (H0) y Alternativa (H1)

H0: Datos de la variable propiedades mecánicas en la resistencia a la flexión con óxido de zinc y hierro tiene normalidad.

H1: La variable propiedades mecánicas en la resistencia a la flexión con óxido de zinc y hierro no tiene normalidad.

1. Nivel de significancia:  $\alpha=0.05$  (5%)
2. Elección de la Prueba estadística: si  $n>50$  (Kolmogorov- Smirnov), si  $n<50$  (Shapiro-Wilk), para este caso  $n=4$  muestras por lo que se utiliza Shapiro Wilk.

| <b>Pruebas de normalidad</b> |                                 |    |      |              |    |      |
|------------------------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
|                              | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |      | Shapiro-Wilk |    |      |
|                              | Estadístico                     | gl | Sig. | Estadístico  | gl | Sig. |
| OXIDOHIERRO                  | ,181                            | 4  | .    | ,984         | 4  | ,925 |
| RESFLEXION                   | ,174                            | 4  | .    | ,984         | 4  | ,928 |

a. Corrección de significación de Lilliefors

3. Regla de decisión:  
 $p \leq 0.05$  (se rechaza la hipótesis nula), para este caso  $0.928 > 0.05$ ; por lo tanto; se acepta la  $H_0$ .
4. Conclusión: Los datos de la variable propiedades mecánicas en la resistencia a la flexión con óxido de zinc y hierro tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%. En seguida se usará la Correlación de Pearson.

### **Correlación “r” de Pearson:**

1. Planteamiento del problema:

H0: La variable propiedades mecánicas en la resistencia a la flexión NO está relacionada con óxido de zinc y hierro.

H1: La variable propiedades mecánicas en la resistencia a la flexión SI está relacionada con óxido de zinc y hierro.

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

Elección de la Prueba estadística:  $n=4$  muestras (Correlación “r” de Pearson)

### Correlaciones

|             |                        | OXIDOHIERRO | RESFLEXION |
|-------------|------------------------|-------------|------------|
|             |                        | O           |            |
| OXIDOHIERRO | Correlación de Pearson | 1           | ,997**     |
|             | Sig. (bilateral)       |             | ,003       |
|             | N                      | 4           | 4          |
| RESFLEXION  | Correlación de Pearson | ,997**      | 1          |
|             | Sig. (bilateral)       | ,003        |            |
|             | N                      | 4           | 4          |

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

### 3. Regla de decisión:

Si  $p > \alpha$ , entonces se acepta  $H_0$ , caso contrario el  $H_1$ .

Por lo que  $0.003 < 0.05$ , se acepta la  $H_0$ .

Conclusión: Existe evidencia estadística de que la variable propiedades mecánicas en la resistencia a la flexión si está relacionada de manera positiva con óxido de zinc y hierro ( $r = 0.997$ ).

**Anexo 2. Instrumento de recolección de datos**

**CERTIFICADO N° XXXXXXXX**

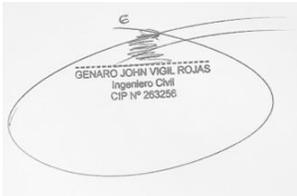
TESIS :  
 UBICACIÓN :  
 CANTERA :  
 REALIZADO :  
 REVISADO :

FECHA:

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM C33-83**

| MALLA  | ABERTURA<br>(mm) | P.<br>RETENIDO<br>(%) | P.R.<br>ACUMULADO<br>(%) | PORCENTAJE<br>ACUMULADO<br>PASANTE (%) | ESPECIFICACIONES<br>TÉCNICAS<br>ASTM C-33 | CARACTERÍSTICAS<br>FÍSICAS |  |
|--------|------------------|-----------------------|--------------------------|--|---|----------------------------|--|
|        |                  |                       |                          |  |   |                            |  |
| 3"     |                  |                       |                          |  |   | Diámetro<br>nominal<br>max |  |
| 2 1/2" |                  |                       |                          |  |   | Módulo de<br>finura        |  |
| 2"     |                  |                       |                          |  |   | Pe seco<br>(g/cc)          |  |
| 1 1/2" |                  |                       |                          |  |   | Absorción<br>(%)           |  |
| 1"     |                  |                       |                          |  |   | Humedad<br>(%)             |  |
| 3/4"   |                  |                       |                          |  |   | Pu suelto<br>(Kg/m3)       |  |
| 1/2"   |                  |                       |                          |  |   | Pu<br>compact.<br>(Kg/m3)  |  |

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

| NOMBRES Y APELLIDOS |                            | FIRMA/CIP  |
|---------------------|----------------------------|--|
| EXPERTO 1:          | Genaro John Vigil Rojas    | <br>GENARO JOHN VIGIL ROJAS<br>Ingeniero Civil<br>CIP N° 253256        |
| EXPERTO 2:          | James Charles Ochoa Huamán | <br>JAMES CHARLES<br>OCHOA HUAMAN<br>Ingeniero Civil<br>CIP N° 264892  |
| EXPERTO 3:          | Marco Antonio Paredes Baca | <br>MARCO ANTONIO PAREDES BACA<br>INGENIERO CIVIL<br>Reg. CIP N° 72487 |

## CERTIFICADO N° XXXXXXX

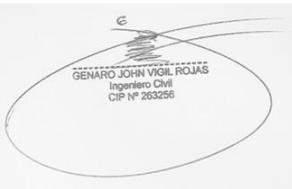
TESIS :  
 UBICACION :  
 MATERIAL :  
 TESISISTA :  
 RESISTENCIA :  
 HORA:

FECHA:

## INFORME DE ENSAYO

| DESCRIPCION          | ESTRUCTURA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD DIAS | ASENT. (pulg.) | DIAMETRO (cm) | DENSIDAD (Kg/m3) | CARGA Kg-f | AREA (cm2) | RESISTENCIA Kg/cm2 | F'c DISEÑO Kg/cm2 | % OBTENIDO | TIPO DE ROTURA |
|----------------------|------------|-----------------|-----------------|-----------|----------------|---------------|------------------|------------|------------|--------------------|-------------------|------------|----------------|
| Peso (molde) kg      |            |                 |                 |           |                |               |                  |            |            |                    |                   |            |                |
| Peso (molde+agua) kg |            |                 |                 |           |                |               |                  |            |            |                    |                   |            |                |
| Peso (agua) kg       |            |                 |                 |           |                |               |                  |            |            |                    |                   |            |                |
| Factor kg/cm3        |            |                 |                 |           |                |               |                  |            |            |                    |                   |            |                |

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

| NOMBRES Y APELLIDOS |                            | FIRMA/CIP  |
|---------------------|----------------------------|--|
| <b>EXPERTO 1:</b>   | Genaro John Vigil Rojas    | <br>GENARO JOHN VIGIL ROJAS<br>Ingeniero Civil<br>CIP N° 263256        |
| <b>EXPERTO 2:</b>   | James Charles Ochoa Huamán | <br>JAMES CHARLES OCHOA HUAMAN<br>Ingeniero Civil<br>CIP N° 264892     |
| <b>EXPERTO 3:</b>   | Marco Antonio Paredes Baca | <br>MARCO ANTONIO PAREDES BACA<br>INGENIERO CIVIL<br>Reg. CIP N° 72487 |

### Anexo 3. Matriz de evaluación por juicio de expertos

#### VALIDACIÓN DE CONTENIDO DE FICHA DE REGISTRO PARA LA VARIABLE CONCRETO

A continuación, se le hace llegar el instrumento de recolección de datos (Ficha de registro) que permitirá recoger la información en la presente investigación: **Influencia de la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia mecánica del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023**. Por lo que se le solicita que tenga a bien evaluar el instrumento, haciendo, de ser caso, las sugerencias para realizar las correcciones pertinentes. Los criterios de validación de contenido son:

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

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

## MATRIZ DE VALIDACIÓN DE FICHA DE REGISTRO DE LA VARIABLE CONCRETO

Elemento de un conjunto de agregados y aditivos para poder obtener este material, de agregados ligeros, de baja densidad, alta porosidad y absorción; también es de tipo ecológico, y de una eficiente optimización en el uso de las edificaciones, el concreto ligero se encuentra en el rango de 1400 – 2000 Kg/m<sup>3</sup> (Baquero, 2019)

| Dimensión           | Indicador  | Elemento   | S<br>u<br>f<br>i<br>c<br>i<br>e<br>n<br>c<br>i<br>a | C<br>l<br>a<br>r<br>i<br>d<br>a<br>d | C<br>o<br>h<br>e<br>r<br>e<br>n<br>c<br>i<br>a | R<br>e<br>l<br>e<br>v<br>a<br>n<br>c<br>i<br>a | Observación |
|---------------------|--|--|---|--------------------------------------|--|--|-------------|
| Evaluación mecánica | I1: Resistencia a la compresión<br>I2: Resistencia a la tracción Indirecta<br>I3: Resistencia a la flexión | Método de prueba estándar para obtener y probar núcleos perforados y vigas aserradas de hormigón | 1   | 1                                    | 1  | 1  |             |

### FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| Nombre del instrumento          | 1.- Análisis de granulometría<br>2.- Prueba a la compresión  |
| Objetivo del instrumento        | 1.- Obtener información: su origen, propiedades mecánicas y el cálculo de la abundancia de cada uno de los granos según su tamaño dentro de la escala granulométrica.<br>2.- Resistencia a la compresión |
| Nombres y apellidos del experto | Genaro John Vigil Rojas  |
| Documento de identidad          | 44490370   |
| Años de experiencia en el área  | 8 años de experiencia en el sector público   |
| Máximo Grado Académico          | Ingeniero Civil Colegiado  |
| Nacionalidad                    | Peruano  |
| Institución                     | Municipalidad Distrital de San Antonio   |
| Cargo                           | Gerente de Desarrollo Urbano   |
| Número telefónico               | 922828029  |

|        |   |
|--------|---|
| Firma: | <br>GENARO JOHN VIGIL ROJAS<br>Ingeniero Civil<br>CIP N° 263256 |
| Fecha  | 30/08/2023  |

### FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| Nombre del instrumento          | 1.- Análisis de granulometría<br>2.- Prueba a la compresión  |
| Objetivo del instrumento        | 1.- Obtener información: su origen, propiedades mecánicas y el cálculo de la abundancia de cada uno de los granos según su tamaño dentro de la escala granulométrica.<br>2.- Resistencia a la compresión |
| Nombres y apellidos del experto | James Charles Ochoa Huamán   |
| Documento de identidad          | 44001654   |
| Años de experiencia en el área  | 3 años   |
| Máximo Grado Académico          | Ingeniero civil colegiado  |
| Nacionalidad                    | Peruano  |
| Institución                     | Municipalidad del distrito de alto Laran Chincha Ica   |
| Cargo                           | Supervisión de obra consultoría de proyectos   |
| Número telefónico               | 975737235  |
| Firma:                          | <br>JAMES CHARLES<br>OCHOA HUAMAN<br>Ingeniero Civil<br>CIP N° 264892  |
| Fecha                           | 30/08/2023   |

## FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| Nombre del instrumento          | 1.- Análisis de granulometría<br>2.- Prueba a la compresión  |
| Objetivo del instrumento        | 1.- Obtener información: su origen, propiedades mecánicas y el cálculo de la abundancia de cada uno de los granos según su tamaño dentro de la escala granulométrica.<br>2.- Resistencia a la compresión |
| Nombres y apellidos del experto | Marco Antonio Paredes Baca   |
| Documento de identidad          | 10625183   |
| Años de experiencia en el área  | 20 años  |
| Máximo Grado Académico          | Ingeniero Civil Colegiado  |
| Nacionalidad                    | Peruano  |
| Institución                     | sac. Gerencia y Proyectos  |
| Cargo                           | Gerente de proyectos   |
| Número telefónico               | 986139624  |
| Firma:                          | <br>MARCO ANTONIO PAREDES BACA<br>INGENIERO CIVIL<br>Reg. CIP N° 72487  |
| Fecha                           | 30/08/2023   |

COTIZACIÓN 161-M&V-2023.07 Tesis Campo Villanueva - Huamán Quispe

Lima, 15 de Octubre del 2023

Señor: **Sres. Campo Villanueva - Huamán Quispe**

Email:

**Atención:**

Respetado Ing.

Por medio de la presente detallamos la Propuesta Económica para el Control de Calidad en Laboratorio tesis:

“Influencia de la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia mecánica del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023”:

| ITEM | PERSONAL DE CAMPO Y MEDICION DE CAMPO   | CANTIDAD | PREC. UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|------|---|----------|----------------|--------------|
| 01   | Control de calidad de Grava y Arena   | 1        | 400.00         | 400.00       |
| 02   | fabricación de testigos cilindricos de concreto   | 36       | 25.00          | 900.00       |
| 03   | fabricación de testigos cilindricos de concreto 1.5% óxido de hierro y 8% de Óxido de zinc      | 36       | 25.00          | 900.00       |
| 04   | fabricación de testigos cilindricos de concreto 3.5% óxido de hierro y 8% de Óxido de zinc      | 36       | 25.00          | 900.00       |
| 05   | fabricación de testigos cilindricos de concreto 5.5% óxido de hierro y 8% de Óxido de zinc      | 36       | 25.00          | 900.00       |
| 06   | fabricación de testigos prismaticos para ensayos de flexión con Óxido de hierro y Óxido de zinc | 36       | 25.00          | 900.00       |
| 07   | Ensayo compresión de tesigos de óxido de hierro y de Óxido de zinc                              | 108      | 25.00          | 2700.00      |
| 08   | Ensayo Tracción de tesigos cilindricos de óxido de hierro y de Óxido de zinc                    | 36       | 50.00          | 1800.00      |
| 09   | Ensayo de Flexión de testigos prismaticos de óxido de hierro y de Óxido de zinc                 | 36       | 65.00          | 2340.00      |

**Dosificaciones con plástico triturado :**

- 0% con respecto al peso del concreto.
- Óxido de hierro 1.5% con oxido de zinc 8% con respecto al peso del concreto.
- Óxido de hierro 3.5% con oxido de zinc 8% con respecto al peso del concreto.
- Óxido de hierro 5.5% con oxido de zinc 8% con respecto al peso del concreto.

**SUBTOTAL: S/ 11,740.00**

**\*TOTAL: S/ 13,853.20**

\* Adelanto del 50% . El monto total incluye IGV. Cancelación en Contraentrega de Informes.

\* Entrega de Resultados en 40 días luego de la llegada de muestras a nuestra sede (Certificados).

\*\* Condiciones de trabajo propuestos por el Cliente detallados Vía Correo. Requerimos Orden de Servicio.

confirmar al correo [grupomyv.ingsac@gmail.com](mailto:grupomyv.ingsac@gmail.com). La presente Cotización tiene vigencia de 15 días.

**Grupo M&V Ingenieros SAC**  
**RUC 20604350205**

Cta. Corriente BCP en nuevos soles

191-2648900-0-64

CCI BCP en nuevos soles

002 - 191 - 00264890006451

Cta. Corriente BBVA Continental en nuevos soles

0011-0257-0100028849

CCI BBVA Continental en nuevos soles

011 - 257 - 000100028849 - 36

Cta. de Deduciones Bco. de la Nación

00-004-150295

Atentamente,

  
GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C  
José Enrique Muñoz Saldiva  
GERENTE GENERAL  
RUC 20604350205



cc:

M&V Ing PERÚ (1-1)

Tesis Campo-Huaman

Archivo

**CONTRATO DE SERVICIO N° 161 GM&V-DLC**

Lima, 20 de Setiembre del 2,023

**Señor (a) : Campo Villanueva, Linton Malthus**  
**Huamán Quispe, Miguel**

**Detalles : Conste por el presente documento, que se suscribe por el contrato de trabajo de Control de Calidad de Materiales de acuerdo a la COTIZACIÓN 161-M&V-2023.07 (Descuento del 50%)**

**Acuerdos : Pago Total s/ 5870.00 - Son Cinco mil Ochocientos setenta con 00/100 Soles**

**ADELANTO DEL 50% - CANCELACIÓN en contraentrega de Certificados.**

**Referencia : Tesis "Influencia de la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia mecánica del concreto 210 kg/cm2, Lima 2023"**



GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C  
.....  
José Enrique Muñoz Saldivar  
GERENTE GENERAL  
RUC 20604350205

**Jose Enrique Muñoz Saldivar**  
Gerente General



Archivo  
G.M&V 1.1

Coop. San Miguel Mz.D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1ª. Etapa - Callao.  
Telfax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)  
LIMA-PERU

[my\\_ingsac@hotmail.com](mailto:my_ingsac@hotmail.com)  
[cotizaciones@myingenieros.com](mailto:cotizaciones@myingenieros.com)  
[www.myingenieros.com](http://www.myingenieros.com)

## Anexo 5. Resultado y Fotos



INFORME DE ENSAYO N° 161 - 2023 - M & V

### LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : Influencia de la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia mecánica del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023  
 CANTERA : La Gloria  
 MUESTRA : Agregados  
 SOLICITANTE : Campo Villanueva, Linton Malthus  
 Huamán Quispe, Miguel

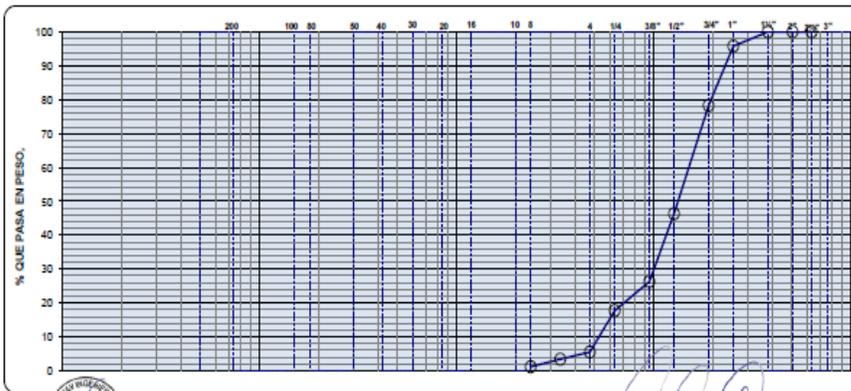
FECHA : 21.09 al 19.10.2023

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

MUESTRA : AGREGADO GRUESO

PROF.

| Tamiz   | Material retenido |          |              |               | Especificaciones |          | Descripción               |
|---------|-------------------|----------|--------------|---------------|------------------|----------|---------------------------|
|         | Ø                 | Peso (g) | Retenido (%) | Acumulado (%) | Pasante (%)      | min. (%) |                           |
| 3"      | 76.20             |          |              |               |                  |          | Humedad (%) 1.10          |
| 2 1/2"  | 63.50             |          |              |               |                  |          | Grava (%) 94.5            |
| 2"      | 50.80             |          |              |               |                  |          | Arena (%) 5.5             |
| 1 1/2"  | 38.10             |          |              |               | 100.0            |          |                           |
| 1"      | 25.40             | 105.0    | 4.2          | 4.2           | 95.8             |          | Pasante N° 200 (%)        |
| 3/4"    | 19.05             | 438.5    | 17.5         | 21.7          | 78.3             |          | Peso Inicial (gr) 2,500.0 |
| 1/2"    | 12.70             | 798.5    | 31.9         | 53.7          | 46.3             |          | Peso lavado (gr) 2,500.0  |
| 3/8"    | 9.53              | 499.0    | 20.0         | 73.6          | 26.4             |          |                           |
| 1/4"    | 6.35              | 215.0    | 8.6          | 82.2          | 17.8             |          |                           |
| N° 4    | 4.76              | 305.7    | 12.2         | 94.5          | 5.5              |          |                           |
| N° 6    | 3.36              | 68.0     | 2.1          | 96.6          | 3.4              |          |                           |
| N° 8    | 2.38              | 70.3     | 2.2          | 98.8          | 1.2              |          |                           |
| N° 10   | 2.00              |          |              |               |                  |          |                           |
| N° 16   | 1.19              |          |              |               |                  |          |                           |
| N° 20   | 0.84              |          |              |               |                  |          |                           |
| N° 30   | 0.59              |          |              |               |                  |          |                           |
| N° 40   | 0.43              |          |              |               |                  |          |                           |
| N° 50   | 0.30              |          |              |               |                  |          |                           |
| N° 80   | 0.18              |          |              |               |                  |          |                           |
| N° 100  | 0.15              |          |              |               |                  |          |                           |
| N° 200  | 0.074             |          |              |               |                  |          |                           |
| Bandeja |                   |          |              |               |                  |          |                           |



M & V (1/17)  
 mpp/jems/kra  
 O.S. N° 161

GRUPO M & V INGENIEROS SAC.  
 Ing. Justo Ríos Chilingano  
 C.I.P. N° 269472

Lima, 19 de Octubre del 2023.

Coop. San Miguel Mz D Lt 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt 6 Urb. Los Girasoles 1ª Etapa - Callao.  
 Tel/fax: (511) 772-2778 Celular ENTEL (511) 94778-9986 (WhatsApp) / CLARO 98333-6255  
 LIMA-PERU

[mw\\_ingsac@hotmail.com](mailto:mw_ingsac@hotmail.com)  
[grupomyingsac@gmail.com](mailto:grupomyingsac@gmail.com)  
[www.ingenieros.com](http://www.ingenieros.com)

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS**

PROYECTO : **Influencia de la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia mecánica del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023**  
 CANTERA : La que se indica. ING. RESPONSABLE : mpp / jems  
 MUESTRA : Agregados TECNICO : kra  
 SOLICITADO : Campo Villanueva, Linton Malthus Huamán Quispe, Miguel FECHA : 21.09 al 19.10.2023

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

| Código de la muestra                                     | Cantera La Gloria |  |  |
|--|-------------------|--|--|
| PESO MAT. SATURADO Y SUPERFICIALMENTE SECO (EN AIRE) A   | <b>2201.1</b>     |  |  |
| PESO MAT. SATURADO Y SUPERFICIALMENTE SECO (SUMERGIDO) B | <b>1391.2</b>     |  |  |
| VOLUMEN DE LA MASA + VOLUMEN DE VACIOS C=(A-B)           | <b>809.9</b>      |  |  |
| PESO DE MATERIAL SECO D                                  | <b>2179.0</b>     |  |  |
| VOLUMEN DE LA MASA E=C-(A-D)                             | <b>787.8</b>      |  |  |
| PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA) D/C                     | <b>2.690</b>      |  |  |
| PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA) A/C                 | <b>2.718</b>      |  |  |
| PESO APARENTE (BASE SECA) D/E                            | <b>2.766</b>      |  |  |
| ABSORCIÓN  | <b>1.01</b>       |  |  |

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

|  |              |  |  |
|--|--------------|--|--|
| PESO FIOLA (CALIBRADA CON AGUA) A                        | <b>661.4</b> |  |  |
| PESO FIOLA (CALIBRADA CON AGUA) + PESO MATERIAL B        | <b>961.4</b> |  |  |
| PESO FIOLA + AGUA + MATERIAL S.S.S. (EXTRAIDO EL AIRE) C | <b>850.9</b> |  |  |
| VOLUMEN DE LA MASA + VOLUMEN DE VACIOS D=(B-C)           | <b>110.5</b> |  |  |
| PESO DE MATERIAL SECO E                                  | <b>298.2</b> |  |  |
| VOLUMEN DE LA MASA F=D-(PESO MATERIAL S.S.S-E)           | <b>108.7</b> |  |  |
| PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA) E/D                     | <b>2.699</b> |  |  |
| PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA) MAT.S.S.S/D         | <b>2.715</b> |  |  |
| PESO APARENTE (BASE SECA) E/F                            | <b>2.743</b> |  |  |
| ABSORCIÓN  | <b>0.60</b>  |  |  |

OBSERVACIONES



GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.

Ing. Júster Ríos Chilingano  
CIP N° 269472

M&V (3/17)  
mpp/jems/kra  
O.S. N° 161

Lima, 19 de Octubre del 2023.

|                      |   |                           |                     |
|----------------------|---|---------------------------|---------------------|
| <b>PROYECTO :</b>    | Influencia de la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia mecánica del concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> , Lima 2023 |                           |                     |
| <b>CANTERA :</b>     | La Gloria   | <b>ING. RESPONSABLE :</b> | mpp / jems          |
| <b>MUESTRA:</b>      | Agregados   | <b>TECNICO :</b>          | kra                 |
| <b>SOLICITANTE :</b> | Campo Villanueva, Linton Malthus<br>Huamán Quispe, Miguel   | <b>FECHA :</b>            | 21.09 al 19.10.2023 |

**RESISTENCIA AL DESGASTE DEL AGREGADO GRUESO POR ABRASION  
MAQUINA DE LOS ANGELES**

| TAMANO<br>MALLA  | PESO DE LOS TAMAÑOS INDICADOS EN GRAMOS |                   |                   |                  |                  |                   |                   |                   |
|--|---|-------------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|  | RET.                                    | GRADO "A"<br>(12) | GRADO "B"<br>(11) | GRADO "C"<br>(8) | GRADO "D"<br>(6) | GRADO "1"<br>(12) | GRADO "2"<br>(12) | GRADO "3"<br>(12) |
| 3"   | 2 1/2"                                  |                   |                   |                  |                  | 2500 gr.          |                   |                   |
| 2 1/2"   | 2"                                      |                   |                   |                  |                  | 2500 gr.          |                   |                   |
| 2"   | 1 1/2"                                  |                   |                   |                  |                  | 5000 gr.          | 5000 gr.          |                   |
| 1 1/2"   | 1"                                      | 1250 gr.          |                   |                  |                  |                   | 5000 gr.          | 5000 gr.          |
| 1"   | 3/4"                                    | 1250 gr.          |                   |                  |                  |                   |                   | 5000 gr.          |
| 3/4"   | 1/2"                                    | 1250 gr.          | 2500 gr.          |                  |                  |                   |                   |                   |
| 1/2"   | 3/8"                                    | 1250 gr.          | 2500 gr.          |                  |                  |                   |                   |                   |
| 3/8"   | N° 3                                    |                   |                   | 2500 gr.         |                  |                   |                   |                   |
| N° 3   | N° 4                                    |                   |                   | 2500 gr.         |                  |                   |                   |                   |
| N° 4   | N° 8                                    |                   |                   |                  | 5000 gr.         |                   |                   |                   |
| NOTA : LOS NUMEROS ENTRE PARENTESIS INDICAN LA CANTIDAD DE ESFERAS |   |                   |                   |                  |                  |                   |                   |                   |
| IDENTIFICACIÓN   |   | Cantera LA        |                   |                  |                  |                   |                   |                   |
|  |   | GLORIA            |                   |                  |                  |                   |                   |                   |
| PESO INICIAL   |   | 5003.0            |                   |                  |                  |                   |                   |                   |
| GRADACIÓN  |   | Grado "C"         |                   |                  |                  |                   |                   |                   |
| PESO MAT/RET. EN LA N° 12 gr.                                      |   | 3872.0            |                   |                  |                  |                   |                   |                   |
| PESO MAT. PASA MALLA N° 12 gr.                                     |   | 1123.0            |                   |                  |                  |                   |                   |                   |
| PORCENTAJE DE DESGASTE ( % )                                       |   | 22.4              |                   |                  |                  |                   |                   |                   |



M&V (4/17)  
mpp/jems/kra  
O.S. N° 161

GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.  
  
Ing. Juster Ríos Chilingano  
CIP N° 269472

Lima, 19 de Octubre del 2023.

|                      |   |                           |                     |
|----------------------|---|---------------------------|---------------------|
| <b>PROYECTO :</b>    | Influencia de la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia mecánica del concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> , Lima 2023 |                           |                     |
| <b>CANTERA :</b>     | La Gloria   | <b>ING. RESPONSABLE :</b> | mpp / jems          |
| <b>MUESTRA:</b>      | Agregados   | <b>TECNICO :</b>          | kra                 |
| <b>SOLICITANTE :</b> | Campo Villanueva, Linton Malthus<br>Huamán Quispe, Miguel   | <b>FECHA :</b>            | 21.09 al 19.10.2023 |

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

| AGREGADO GRUESO (GRAVA CHANCADA) |                                      |         |           |
|----------------------------------|--------------------------------------|---------|-----------|
|                                  |                                      | SUELTO  | VARILLADO |
| 1                                | Peso Molde + Peso del Agregado (g)   | 8589.0  | 8840.5    |
| 2                                | Peso de Molde (g)                    | 5716.0  | 5716.0    |
| 3                                | Volumen del Molde (cc <sup>3</sup> ) | 2124.0  | 2124.0    |
| 4                                | Peso del Agregado (Kg)               | 2873.0  | 3124.5    |
| 5                                | Peso Unitario (Kg/m <sup>3</sup> )   | 1.353   | 1.471     |
| AGREGADO FINO (ARENA NATURAL)    |                                      |         |           |
|                                  |                                      | SUELTO  | VARILLADO |
| 1                                | Peso Molde + Peso del Agregado (g)   | 20450.0 | 21050.0   |
| 2                                | Peso de Molde (g)                    | 4550.0  | 4550.0    |
| 3                                | Volumen del Molde (cc <sup>3</sup> ) | 9790.0  | 9790.0    |
| 4                                | Peso del Agregado (Kg)               | 15900.0 | 16500.0   |
| 5                                | Peso Unitario (Kg/m <sup>3</sup> )   | 1.624   | 1.685     |



GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.  
  
 Ing. Juster Rios Chilingano  
 C.I.P. N° 269472

M&V (1/17)  
 mpp/jems/kra  
 O.S. N° 161

Lima, 19 de Octubre del 2023.

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO N° 161 - 2023 - M&V

SOLICITANTE : Campo Villanueva, Linton Malthus  
Huamán Quispe, Miguel

MUESTRA : Probetas 15x30cm

PROYECTO DE TESIS : "Influencia de la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia mecánica del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023"

DISEÑO : F<sub>c</sub> = 210 Kg/cm<sup>2</sup>

CANTERA : La Gloria

CANTIDAD : 09 unidades

FECHA DE RECEPCIÓN : 2023.09.21

FECHA DE ENSAYO : 2023.09.21 al 10.18

NTP 339.034 : 2008 MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

| N° DE TESTIGO | DENOMINACION | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD (Días) | DIÁM. (cm) | ÁREA (cm <sup>2</sup> ) | CARGA (kg) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|---------------|--------------|-----------------|-----------------|-------------|------------|-------------------------|------------|-----------------------------------|
| 1             | NATURAL      | 21/09/23        | 28/09/23        | 7           | 15.1       | 179.1                   | 26,150     | 146.00                            |
| 2             |              | 21/09/23        | 28/09/23        | 7           | 15.0       | 176.7                   | 25,000     | 141.00                            |
| 3             |              | 21/09/23        | 28/09/23        | 7           | 15.0       | 176.7                   | 23,500     | 133.00                            |
| 4             |              | 21/09/23        | 05/10/23        | 14          | 15.1       | 179.1                   | 34,120     | 191.00                            |
| 5             |              | 21/09/23        | 05/10/23        | 14          | 15.1       | 179.1                   | 32,600     | 182.00                            |
| 6             |              | 21/09/23        | 05/10/23        | 14          | 15.0       | 176.7                   | 31,200     | 177.00                            |
| 7             |              | 21/09/23        | 19/10/23        | 28          | 15.1       | 179.1                   | 37,900     | 212.00                            |
| 8             |              | 21/09/23        | 19/10/23        | 28          | 15.1       | 179.1                   | 38,670     | 216.00                            |
| 9             |              | 21/09/23        | 19/10/23        | 28          | 15.0       | 176.7                   | 38,000     | 215.00                            |

Características de la Máquina para Ensayo a la Compresión

Marca : G&L LABORATORIO      Modelo : STYE-2000      Serie : N° 170251

Fecha de calibración: 2023.05.17 CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LFP - 363 - 2023

Observaciones

- concreto.
- Fecha de orden de ensayo: 2023.09.21
- Se reporta el diámetro en cm., área (cm<sup>2</sup>) y carga en kilogramos (kg) por adecuarse a las unidades de diseño.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.

*[Signature]*

Ing. Juster Rios Chilingano  
CIP N° 269472

Lima, 19 de Octubre del 2023

M&V (7/17)  
gam/jch/kra  
O.S. N°161

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO N° 161 - 2023 - M&V**

SOLICITANTE : Campo Villanueva, Linton Malthus  
Huamán Quispe, Miguel

PROYECTO DE TESIS : "Influencia de la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia mecánica del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023"

CANTERA : La Gloria

MUESTRA : Probetas 15x30cm

DISEÑO : Fc = 210 Kg/cm<sup>2</sup>

CANTIDAD : 09 unidades

FECHA DE RECEPCIÓN : 2023.09.21

FECHA DE ENSAYO : 2023.09.21 al 10.18

NTP 339.034 : 2008 MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

| N° DE TESTIGO   | DENOMINACION                             | FECHA DE MOLDEO    | FECHA DE ROTURA | EDAD (Días) | DIÁM. (cm)        | ÁREA (cm <sup>2</sup> ) | CARGA (kg) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|---|--|--------------------|-----------------|-------------|-------------------|-------------------------|------------|-----------------------------------|
| 1   | óxido de hierro 1.5%<br>oxido de zinc 8% | 21/09/23           | 28/09/23        | 7           | 15.0              | 176.7                   | 27,950     | 158.00                            |
| 2   |  | 21/09/23           | 28/09/23        | 7           | 14.9              | 174.4                   | 26,800     | 154.00                            |
| 3   |  | 21/09/23           | 28/09/23        | 7           | 15.1              | 179.1                   | 25,400     | 142.00                            |
| 4   |  | 21/09/23           | 05/10/23        | 14          | 15.1              | 179.1                   | 36,000     | 201.00                            |
| 5   |  | 21/09/23           | 05/10/23        | 14          | 15.1              | 179.1                   | 34,120     | 191.00                            |
| 6   |  | 21/09/23           | 05/10/23        | 14          | 15.0              | 176.7                   | 33,150     | 188.00                            |
| 7   |  | 21/09/23           | 19/10/23        | 28          | 15.1              | 179.1                   | 38,500     | 215.00                            |
| 8   |  | 21/09/23           | 19/10/23        | 28          | 15.1              | 179.1                   | 39,450     | 220.00                            |
| 9   |  | 21/09/23           | 19/10/23        | 28          | 15.1              | 179.1                   | 39,600     | 221.00                            |
| <b>Características de la Máquina para Ensayo a la Compresión</b>                |  |                    |                 |             |                   |                         |            |                                   |
| Marca : G&L LABORATORIO   |  | Modelo : STYE-2000 |                 |             | Serie : N° 170251 |                         |            |                                   |
| Fecha de calibración: 2023.05.17 CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LFP - 363 - 2023 |  |                    |                 |             |                   |                         |            |                                   |

**Observaciones**

- concreto.
- Fecha de orden de ensayo: 2023.09.21
- Se reporta el diámetro en cm, área (cm<sup>2</sup>) y carga en kilogramos (kg) por adecuarse a las unidades de diseño.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



M&V (7/17)  
gamfch/ira  
O.S. N°165

GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.  
*[Signature]*  
Ing. Juster Rios Chilingano  
CIP N° 269472

Lima, 19 de Octubre del 2023

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO N° 161 - 2023 - M&V**

SOLICITANTE : Campo Villanueva, Linton Malthus  
Huamán Quispe, Miguel

PROYECTO DE TESIS : "Influencia de la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia mecánica del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023"

CANTERA : La Gloria

MUESTRA : Probetas 15x30cm

DISEÑO : Fc = 210 Kg/cm<sup>2</sup>

CANTIDAD : 09 unidades

FECHA DE RECEPCIÓN : 2023.09.21

FECHA DE ENSAYO : 2023.09.21 al 10.18

NTP 339.034 : 2008 MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

| N° DE TESTIGO   | DENOMINACION                             | FECHA DE MOLDEO    | FECHA DE ROTURA | EDAD (Días) | DIÁM. (cm)        | ÁREA (cm <sup>2</sup> ) | CARGA (kg) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|---|--|--------------------|-----------------|-------------|-------------------|-------------------------|------------|-----------------------------------|
| 1   | óxido de hierro 3.5%<br>óxido de zinc 8% | 21/09/23           | 28/09/23        | 7           | 15.1              | 179.1                   | 28,400     | 159.00                            |
| 2   |  | 21/09/23           | 28/09/23        | 7           | 15.0              | 176.7                   | 27,050     | 153.00                            |
| 3   |  | 21/09/23           | 28/09/23        | 7           | 15.1              | 179.1                   | 26,800     | 150.00                            |
| 4   |  | 21/09/23           | 05/10/23        | 14          | 15.1              | 179.1                   | 36,800     | 205.00                            |
| 5   |  | 21/09/23           | 05/10/23        | 14          | 15.1              | 179.1                   | 36,400     | 203.00                            |
| 6   |  | 21/09/23           | 05/10/23        | 14          | 15.0              | 176.7                   | 34,900     | 198.00                            |
| 7   |  | 21/09/23           | 19/10/23        | 28          | 15.0              | 176.7                   | 39,400     | 223.00                            |
| 8   |  | 21/09/23           | 19/10/23        | 28          | 15.1              | 179.1                   | 40,050     | 224.00                            |
| 9   |  | 21/09/23           | 19/10/23        | 28          | 15.1              | 179.1                   | 40,150     | 224.00                            |
| <b>Características de la Máquina para Ensayo a la Compresión</b>                |  |                    |                 |             |                   |                         |            |                                   |
| Marca : G&L LABORATORIO   |  | Modelo : STYE-2000 |                 |             | Serie : N° 170251 |                         |            |                                   |
| Fecha de calibración: 2023.05.17 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 363 - 2023 |  |                    |                 |             |                   |                         |            |                                   |

**Observaciones**

- concreto.
- Fecha de orden de ensayo: 2023.09.21
- Se reporta el diámetro en cm, área (cm<sup>2</sup>) y carga en kilogramos (kg) por adecuarse a las unidades de diseño.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



M&V (8/17)  
gam/jch/kra  
O.S. N°165

  
**GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.**  
 Ing. Justo Ríos Chilingano  
 CIP N° 269472

Lima, 19 de Octubre del 2023

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO N° 161 - 2023 - M&V**

SOLICITANTE : Campo Villanueva, Linton Malthus  
Huamán Quispe, Miguel

PROYECTO DE TESIS : "Influencia de la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia mecánica del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023"

CANTERA : La Gloria

MUESTRA : Probetas 15x30cm

DISEÑO : Fc = 210 Kg/cm<sup>2</sup>

CANTIDAD : 09 unidades

FECHA DE RECEPCIÓN : 2023.09.21

FECHA DE ENSAYO : 2023.09.21 al 10.18

NTP 339.034 : 2008 MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

| N° DE TESTIGO | DENOMINACION                             | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD (Días) | DIÁM. (cm) | ÁREA (cm <sup>2</sup> ) | CARGA (kg) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|---------------|--|-----------------|-----------------|-------------|------------|-------------------------|------------|-----------------------------------|
| 1             | óxido de hierro 5.5%<br>óxido de zinc 8% | 21/09/23        | 28/09/23        | 7           | 15.0       | 176.7                   | 28,700     | 162.00                            |
| 2             |  | 21/09/23        | 28/09/23        | 7           | 15.0       | 176.7                   | 28,050     | 159.00                            |
| 3             |  | 21/09/23        | 28/09/23        | 7           | 15.1       | 179.1                   | 27,940     | 156.00                            |
| 4             |  | 21/09/23        | 05/10/23        | 14          | 15.1       | 179.1                   | 38,450     | 215.00                            |
| 5             |  | 21/09/23        | 05/10/23        | 14          | 15.0       | 176.7                   | 37,640     | 213.00                            |
| 6             |  | 21/09/23        | 05/10/23        | 14          | 15.0       | 176.7                   | 35,400     | 200.00                            |
| 7             |  | 21/09/23        | 19/10/23        | 28          | 15.0       | 176.7                   | 40,060     | 227.00                            |
| 8             |  | 21/09/23        | 19/10/23        | 28          | 15.1       | 179.1                   | 41,300     | 231.00                            |
| 9             |  | 21/09/23        | 19/10/23        | 28          | 15.1       | 179.1                   | 41,800     | 233.00                            |

**Características de la Máquina para Ensayo a la Compresión**

Marca : G&L LABORATORIO      Modelo : STYE-2000      Serie : N° 170251

Fecha de calibración: 2023.05.17 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 383 - 2023

**Observaciones**

- concreto.
- Fecha de orden de ensayo: 2023.09.21
- Se reporta el diámetro en cm, área (cm<sup>2</sup>) y carga en kilogramos (kg) por adecuarse a las unidades de diseño.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



**GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.**

*[Signature]*

**Ing. Juster Ríos Chilingano**  
C.I.P. N° 269472

Lima, 19 de Octubre del 2023

M&V (9/17)  
gam/jch/vra  
O.S. N°165

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**INFORME DE ENSAYO N° 161 - 2023 - M&V**

SOLICITANTE : Campo Villanueva, Linton Malthus MUESTRA : Probetas 15x30cm  
 Huamán Quispe, Miguel  
 PROYECTO DE TESIS : "Influencia de la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia mecánica del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023" F'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
 CANTERA : La Gloria CANTIDAD : 09 unidades  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2023.09.21 FECHA DE ENSAYO : 2023.09.21 al 10.18

**ASTM C 78 (2001) Método de Ensayo Normalizado para la Determinación de la Resistencia a la Flexión del Concreto (Utilizando Viga Simple con Cargas en los Tercios del Tramo).**

| N° DE TESTIGO | DENOMINACION | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD (Días) | LONG. (cm) | ANCHO (cm) | ALTURA (cm) | CARGA MÁXIMA (kg) | MÓDULO DE ROTURA |                       |
|---------------|--------------|-----------------|-----------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------------|------------------|-----------------------|
|               |              |                 |                 |             |            |            |             |                   | (Mpa)            | (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 1             | NATURAL      | 21/09/23        | 19/10/23        | 28          | 45.0       | 15.0       | 15.0        | 2,180             | 2.9              | 29.1                  |
| 2             | NATURAL      | 21/09/23        | 19/10/23        | 28          | 45.0       | 15.0       | 15.1        | 2,200             | 2.8              | 28.9                  |
| 3             | NATURAL      | 21/09/23        | 19/10/23        | 28          | 45.0       | 15.0       | 15.1        | 2,190             | 2.8              | 28.8                  |

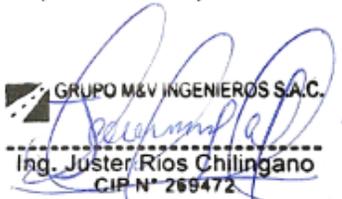
**Características de la Máquina para Ensayo a la Compresión**

|   |                    |                   |
|---|--------------------|-------------------|
| Marca : G&L LABORATORIO   | Modelo : STYE-2000 | Serie : N° 170251 |
| Fecha de calibración: 2023.05.17 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 363 - 2023 |                    |                   |

**Observaciones**

- Vigas de concreto Hidráulico.
- Fecha de orden de ensayo: 2023.09.21
- Se reporta la longitud, ancho y altura en cm. y carga en kilogramos (kg) por adecuarse a las unidades de diseño.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



**GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.**  
  
 Ing. Justo Ríos Chilingano  
 CIP N° 269472

Lima, 19 de Octubre del 2023

M&V (14/17)  
 gam/jchvkra  
 O.S. N°181

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO N° 161 - 2023 - M&V**

SOLICITANTE : Campo Villanueva, Linton Malthus  
Huamán Quispe, Miguel

MUESTRA : Probetas 15x30cm

PROYECTO DE TESIS : "Influencia de la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia mecánica del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023"

Fc = 210 Kg/cm<sup>2</sup>

CANTERA : La Gloria

CANTIDAD : 09 unidades

FECHA DE RECEPCIÓN : 2023.09.21

FECHA DE ENSAYO : 2023.09.21 al 10.18

**ASTM C 78 (2001) Método de Ensayo Normalizado para la Determinación de la Resistencia a la Flexión del Concreto (Utilizando Viga Simple con Cargas en los Tercios del Tramo).**

| N° DE TESTIGO | DENOMINACION         | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD (Días) | LONG. (cm) | ANCHO (cm) | ALTURA (cm) | CARGA MÁXIMA (kg) | MÓDULO DE ROTURA |                       |
|---------------|----------------------|-----------------|-----------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------------|------------------|-----------------------|
|               |                      |                 |                 |             |            |            |             |                   | (Mpa)            | (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 1             | Óxido de hierro 1.5% | 21/09/23        | 19/10/23        | 28          | 45.0       | 15.1       | 15.1        | 2,840             | 3.6              | 37.1                  |
| 2             |                      | 21/09/23        | 19/10/23        | 28          | 45.1       | 15.0       | 15.1        | 2,788             | 3.6              | 36.8                  |
| 3             |                      | 21/09/23        | 19/10/23        | 28          | 45.0       | 15.0       | 15.1        | 2,885             | 3.7              | 38.0                  |

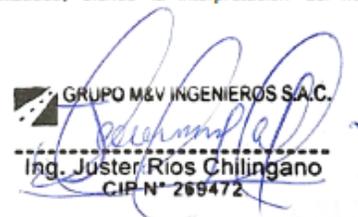
**Características de la Máquina para Ensayo a la Compresión**

|   |                    |                   |
|---|--------------------|-------------------|
| Marca : G&L LABORATORIO   | Modelo : STYE-2000 | Serie : N° 170251 |
| Fecha de calibración: 2023.05.17 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 363 - 2023 |                    |                   |

**Observaciones**

- Vigas de concreto Hidráulico.
- Fecha de orden de ensayo: 2023.09.21
- Se reporta la longitud, ancho y altura en cm. y carga en kilogramos (kg) por adecuarse a las unidades de diseño.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.  
  
 Ing. Juster Ríos Chilingano  
 CIP N° 269472

Lima, 19 de Octubre del 2023

M&V (15/17)  
gam/jch/ra  
O.S. N°161

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO N° 161 - 2023 - M&V**

SOLICITANTE : Campo Villanueva, Linton Malthus  
Huamán Quispe, Miguel

MUESTRA : Probetas 15x30cm

PROYECTO DE TESIS : "Influencia de la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia mecánica del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023"

Fc = 210 Kg/cm<sup>2</sup>

CANTERA : La Gloria

CANTIDAD : 09 unidades

FECHA DE RECEPCIÓN : 2023.09.21

FECHA DE ENSAYO : 2023.09.21 al 10.18

**ASTM C 78 (2001) Método de Ensayo Normalizado para la Determinación de la Resistencia a la Flexión del Concreto (Utilizando Viga Simple con Cargas en los Tercios del Tramo).**

| N° DE TESTIGO | DENOMINACION         | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD (Días) | LONG. (cm) | ANCHO (cm) | ALTURA (cm) | CARGA MÁXIMA (kg) | MÓDULO DE ROTURA |                       |
|---------------|----------------------|-----------------|-----------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------------|------------------|-----------------------|
|               |                      |                 |                 |             |            |            |             |                   | (Mpa)            | (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 1             | Óxido de hierro 3.5% | 21/09/23        | 19/10/23        | 28          | 45.0       | 15.1       | 15.0        | 3,515             | 4.6              | 46.6                  |
| 2             |                      | 21/09/23        | 19/10/23        | 28          | 45.1       | 15.1       | 15.1        | 3,610             | 4.6              | 47.3                  |
| 3             |                      | 21/09/23        | 19/10/23        | 28          | 45.0       | 15.1       | 15.1        | 3,588             | 4.6              | 46.9                  |

**Características de la Máquina para Ensayo a la Compresión**

|   |                    |                   |
|---|--------------------|-------------------|
| Marca : G&L LABORATORIO   | Modelo : STYE-2000 | Serie : N° 170251 |
| Fecha de calibración: 2023.05.17 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 363 - 2023 |                    |                   |

**Observaciones**

- Vigas de concreto Hidráulico.
- Fecha de orden de ensayo: 2023.09.21
- Se reporta la longitud, ancho y altura en cm. y carga en kilogramos (kg) por adecuarse a las unidades de diseño.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



M&V (16/17)  
gam/jch/kra  
O.S. N°161

**GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.**  
  
Ing. Juster Ríos Chilingano  
CIP N° 269472

Lima, 19 de Octubre del 2023

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO N° 161 - 2023 - M&V**

SOLICITANTE : Campo Villanueva, Linton Malthus MUESTRA : Probetas 15x30cm  
Huamán Quispe, Miguel  
PROYECTO DE TESIS : "Influencia de la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia mecánica del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023" Fc = 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
CANTERA : La Gloria CANTIDAD : 09 unidades  
FECHA DE RECEPCIÓN : 2023.09.21 FECHA DE ENSAYO : 2023.09.21 al 10.18

ASTM C 78 (2001) Método de Ensayo Normalizado para la Determinación de la Resistencia a la Flexión del Concreto (Utilizando Viga Simple con Cargas en los Tercios del Tramo).

| N° DE TESTIGO | DENOMINACION         | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD (Días) | LONG. (cm) | ANCHO (cm) | ALTURA (cm) | CARGA MÁXIMA (kg) | MÓDULO DE ROTURA |                       |
|---------------|----------------------|-----------------|-----------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------------|------------------|-----------------------|
|               |                      |                 |                 |             |            |            |             |                   | (Mpa)            | (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 1             | Óxido de hierro 5.5% | 21/09/23        | 19/10/23        | 28          | 45.0       | 15.1       | 15.1        | 4,215             | 5.4              | 55.1                  |
| 2             |                      | 21/09/23        | 19/10/23        | 28          | 45.0       | 15.1       | 15.1        | 4,055             | 5.2              | 53.0                  |
| 3             |                      | 21/09/23        | 19/10/23        | 28          | 45.1       | 15.0       | 15.1        | 4,195             | 5.4              | 55.3                  |

**Características de la Máquina para Ensayo a la Compresión**

Marca : G&L LABORATORIO Modelo : STYE-2000 Serie : N° 170251

Fecha de calibración: 2023.05.17 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 363 - 2023

**Observaciones**

- Vigas de concreto Hidráulico.
- Fecha de orden de ensayo: 2023.09.21
- Se reporta la longitud, ancho y altura en cm. y carga en kilogramos (kg) por adecuarse a las unidades de diseño.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



**GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.**  
*[Signature]*  
Ing. Justo Ríos Chilingano  
CIP N° 269472

Lima, 19 de Octubre del 2023

M&V (17/17)  
gamjch/ra  
O.S. N°161

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**INFORME DE ENSAYO N° 161 - 2023 - M&V**

SOLICITANTE : Campo Villanueva, Linton Malthus  
Huamán Quispe, Miguel

MUESTRA : Probetas 15x30cm

PROYECTO DE TESIS : "Influencia de la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia mecánica del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023"

F<sub>c</sub> = 210 Kg/cm<sup>2</sup>

CANTERA : La Gloria

CANTIDAD : 09 unidades

FECHA DE RECEPCIÓN : 2023.09.21

FECHA DE ENSAYO : 2023.09.21 al 10.18

**ASTM C 78 (2001) Método de Ensayo Normalizado para la Determinación de la Resistencia a la Flexión del Concreto (Utilizando Viga Simple con Cargas en los Tercios del Tramo).**

| N° DE TESTIGO | DENOMINACION | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD (Días) | LONG. (cm) | ANCHO (cm) | ALTURA (cm) | CARGA MÁXIMA (kg) | MÓDULO DE ROTURA |                       |
|---------------|--------------|-----------------|-----------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------------|------------------|-----------------------|
|               |              |                 |                 |             |            |            |             |                   | (Mpa)            | (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 1             | NATURAL      | 21/09/23        | 19/10/23        | 28          | 45.0       | 15.0       | 15.0        | 2,180             | 2.9              | 29.1                  |
| 2             |              | 21/09/23        | 19/10/23        | 28          | 45.0       | 15.0       | 15.1        | 2,200             | 2.8              | 28.9                  |
| 3             |              | 21/09/23        | 19/10/23        | 28          | 45.0       | 15.0       | 15.1        | 2,190             | 2.8              | 28.8                  |

**Características de la Máquina para Ensayo a la Compresión**

|   |                    |                   |
|---|--------------------|-------------------|
| Marca : G&L LABORATORIO   | Modelo : STYE-2000 | Serie : N° 170251 |
| Fecha de calibración: 2023.05.17 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 363 - 2023 |                    |                   |

**Observaciones**

- Vigas de concreto Hidráulico.
- Fecha de orden de ensayo: 2023.09.21
- Se reporta la longitud, ancho y altura en cm. y carga en kilogramos (kg) por adecuarse a las unidades de diseño.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



**GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.**  
  
**Ing. Juster Ríos Chilingano**  
 CIP N° 269472

Lima, 19 de Octubre del 2023

M&V (14/17)  
gam/jchvkra  
O.S. N°161

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**INFORME DE ENSAYO N° 161 - 2023 - M&V**

SOLICITANTE : Campo Villanueva, Linton Malthus MUESTRA : Probetas 15x30cm  
 Huamán Quispe, Miguel  
 PROYECTO DE TESIS : "Influencia de la combinación de óxido de zinc y hierro en la Fc = 210 Kg/cm2  
 resistencia mecánica del concreto 210 kg/cm2, Lima 2023"  
 CANTERA : La Gloria CANTIDAD : 09 unidades  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2023.09.21 FECHA DE ENSAYO : 2023.09.21 al 10.18

ASTM C 78 (2001) Método de Ensayo Normalizado para la Determinación de la Resistencia a la Flexión del Concreto (Utilizando Viga Simple con Cargas en los Tercios del Tramo).

| N° DE TESTIGO | DENOMINACION         | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD (Días) | LONG. (cm) | ANCHO (cm) | ALTURA (cm) | CARGA MÁXIMA (kg) | MÓDULO DE ROTURA |          |
|---------------|----------------------|-----------------|-----------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------------|------------------|----------|
|               |                      |                 |                 |             |            |            |             |                   | (Mpa)            | (kg/cm2) |
| 1             | Óxido de hierro 1.5% | 21/09/23        | 19/10/23        | 28          | 45.0       | 15.1       | 15.1        | 2,840             | 3.6              | 37.1     |
| 2             |                      | 21/09/23        | 19/10/23        | 28          | 45.1       | 15.0       | 15.1        | 2,788             | 3.6              | 36.8     |
| 3             |                      | 21/09/23        | 19/10/23        | 28          | 45.0       | 15.0       | 15.1        | 2,885             | 3.7              | 38.0     |

**Características de la Máquina para Ensayo a la Compresión**

Marca : G&L LABORATORIO Modelo : STYE-2000 Serie : N° 170251  
 Fecha de calibración: 2023.05.17 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 363 - 2023

**Observaciones**

- Vigas de concreto Hidráulico.
- Fecha de orden de ensayo: 2023.09.21
- Se reporta la longitud, ancho y altura en cm. y carga en kilogramos (kg) por adecuarse a las unidades de diseño.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.  
  
 Ing. Jústero Ríos Chilingano  
 CIP N° 269472

Lima, 19 de Octubre del 2023

M&V (15/17)  
 gamjch/ra  
 O.S. N°161

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO N° 161 - 2023 - M&V**

SOLICITANTE : Campo Villanueva, Linton Malthus  
Huamán Quispe, Miguel

MUESTRA : Probetas 15x30cm

PROYECTO DE TESIS : "Influencia de la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia mecánica del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023"

Fc = 210 Kg/cm<sup>2</sup>

CANTERA : La Gloria

CANTIDAD : 09 unidades

FECHA DE RECEPCIÓN : 2023.09.21

FECHA DE ENSAYO : 2023.09.21 al 10.18

**ASTM C 78 (2001) Método de Ensayo Normalizado para la Determinación de la Resistencia a la Flexión del Concreto (Utilizando Viga Simple con Cargas en los Tercios del Tramo).**

| N° DE TESTIGO | DENOMINACION         | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD (Días) | LONG. (cm) | ANCHO (cm) | ALTURA (cm) | CARGA MÁXIMA (kg) | MÓDULO DE ROTURA |                       |
|---------------|----------------------|-----------------|-----------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------------|------------------|-----------------------|
|               |                      |                 |                 |             |            |            |             |                   | (Mpa)            | (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 1             | Óxido de hierro 3.5% | 21/09/23        | 19/10/23        | 28          | 45.0       | 15.1       | 15.0        | 3,515             | 4.6              | 46.6                  |
| 2             |                      | 21/09/23        | 19/10/23        | 28          | 45.1       | 15.1       | 15.1        | 3,610             | 4.6              | 47.3                  |
| 3             |                      | 21/09/23        | 19/10/23        | 28          | 45.0       | 15.1       | 15.1        | 3,588             | 4.6              | 46.9                  |

**Características de la Máquina para Ensayo a la Compresión**

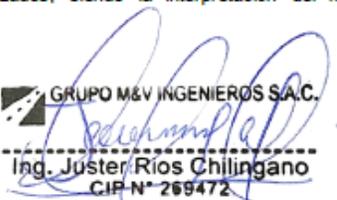
|   |                    |                   |
|---|--------------------|-------------------|
| Marca : G&L LABORATORIO   | Modelo : STYE-2000 | Serie : N° 170251 |
| Fecha de calibración: 2023.05.17 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 363 - 2023 |                    |                   |

**Observaciones**

- Vigas de concreto Hidráulico.
- Fecha de orden de ensayo: 2023.09.21
- Se reporta la longitud, ancho y altura en cm. y carga en kilogramos (kg) por adecuarse a las unidades de diseño.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



M&V (16/17)  
gam/jch/vra  
O.S. N°161

**GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.**  
  
Ing. Juster Ríos Chilingano  
CIP N° 269472

Lima, 19 de Octubre del 2023

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO N° 161 - 2023 - M&V**

SOLICITANTE : Campo Villanueva, Linton Malthus MUESTRA : Probetas 15x30cm  
Huamán Quispe, Miguel  
PROYECTO DE TESIS : "Influencia de la combinación de óxido de zinc y hierro en la Fc = 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
resistencia mecánica del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023"  
CANTERA : La Gloria CANTIDAD : 09 unidades  
FECHA DE RECEPCIÓN : 2023.09.21 FECHA DE ENSAYO : 2023.09.21 al 10.18

**ASTM C 78 (2001) Método de Ensayo Normalizado para la Determinación de la Resistencia a la Flexión del Concreto (Utilizando Viga Simple con Cargas en los Tercios del Tramo).**

| N° DE TESTIGO | DENOMINACION         | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD (Días) | LONG. (cm) | ANCHO (cm) | ALTURA (cm) | CARGA MÁXIMA (kg) | MÓDULO DE ROTURA |                       |
|---------------|----------------------|-----------------|-----------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------------|------------------|-----------------------|
|               |                      |                 |                 |             |            |            |             |                   | (Mpa)            | (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 1             | Óxido de hierro 5.5% | 21/09/23        | 19/10/23        | 28          | 45.0       | 15.1       | 15.1        | 4,215             | 5.4              | 55.1                  |
| 2             | Óxido de zinc 8%     | 21/09/23        | 19/10/23        | 28          | 45.0       | 15.1       | 15.1        | 4,055             | 5.2              | 53.0                  |
| 3             |                      | 21/09/23        | 19/10/23        | 28          | 45.1       | 15.0       | 15.1        | 4,195             | 5.4              | 55.3                  |

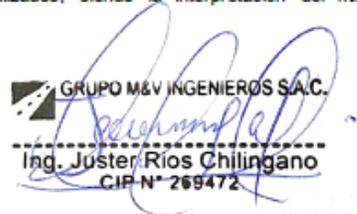
**Características de la Máquina para Ensayo a la Compresión**

|   |                    |                   |
|---|--------------------|-------------------|
| Marca : G&L LABORATORIO   | Modelo : STYE-2000 | Serie : N° 170251 |
| Fecha de calibración: 2023.05.17 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 363 - 2023 |                    |                   |

**Observaciones**

- Vigas de concreto Hidráulico.
- Fecha de orden de ensayo: 2023.09.21
- Se reporta la longitud, ancho y altura en cm. y carga en kilogramos (kg) por adecuarse a las unidades de diseño.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.  
  
Ing. Juster Ríos Chilingano  
CIP N° 269472

Lima, 19 de Octubre del 2023

M&V (17/17)  
gamjchilra  
O.S. N°161

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO N° 161 - 2023 - M&V

|                    |   |                 |   |
|--------------------|---|-----------------|---|
| SOLICITANTE        | : Campo Villanueva, Linton Malthus<br>Huamán Quispe, Miguel   | MUESTRA         | : Probetas 15x30cm                        |
| PROYECTO DE TESIS  | : "Influencia de la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia mecánica del concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> , Lima 2023" | DISEÑO          | : F <sub>c</sub> = 210 Kg/cm <sup>2</sup> |
| CANTERA            | : La Gloria   | CANTIDAD        | : 04 unidades                             |
| FECHA DE RECEPCIÓN | : 2023.09.21  | FECHA DE ENSAYO | : 2023.09.21                              |

NTP 339.035 : 2008 MÉTODO DE ENSAYO PARA LA MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL HORMIGÓN CON EL CONO DE ABRAHMS

| N° DE TESTIGO | DENOMINACION                            | FECHA DE MOLDEO | R1* | R2* | RESULTADO (pulgada) |
|---------------|---|-----------------|-----|-----|---------------------|
| 1             | muestra Patrón                          | 25/09/23        | 4.5 | 4.5 | 4.5                 |
| 2             | óxido de hierro 1.5% + óxido de zinc 8% | 25/09/23        | 4.5 | 5.0 | 4.8                 |
| 3             | óxido de hierro 3.5% + óxido de zinc 8% | 25/09/23        | 5.0 | 4.5 | 4.8                 |
| 4             | óxido de hierro 5.5% + óxido de zinc 8% | 25/09/23        | 4.5 | 5.0 | 4.8                 |

Observaciones

- \* R1 y R2, Slump realizado con 2 moldes al mismo tiempo.
- Fecha de orden de ensayo: 2023.09.21
- Se reporta el diámetro en cm., área (cm<sup>2</sup>) y carga en kilogramos (kg) por adecuarse a las unidades de diseño.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.  
  
 Ing. Justo Ríos Chilingano  
 CIP N° 269472

Lima, 19 de Octubre del 2023

M&V (4/18)  
 gam/jch/kra  
 O.S. N°161

Coop. San Miguel Mz.D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1ª. Etapa - Callao.  
 Telfax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)  
 LIMA-PERU

[mw\\_ingsac@hotmail.com](mailto:mw_ingsac@hotmail.com)  
[cotizaciones@myingenieros.com](mailto:cotizaciones@myingenieros.com)  
[www.myingenieros.com](http://www.myingenieros.com)

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO N° 161 - 2023 - M&V**

SOLICITANTE : Campo Villanueva, Linton Malthus  
Huamán Quispe, Miguel

PROYECTO DE TESIS : "Influencia de la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia mecánica del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023"

CANTERA : La Gloria

MUESTRA : Probetas 15x30cm

DISEÑO : F<sub>c</sub> = 210 Kg/cm<sup>2</sup>

CANTIDAD : 09 unidades

FECHA DE RECEPCIÓN : 2023.09.21

FECHA DE ENSAYO : 2023.09.21 al 10.18

**ASTM C496 Método de Ensayo Normalizado para dividir la resistencia a la tracción de Muestras de hormigón cilíndrico**

| N° DE TESTIGO | DENOMINACION | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD (Días) | DIÁM. (cm) | ÁREA (cm <sup>2</sup> ) | CARGA (kg) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|---------------|--------------|-----------------|-----------------|-------------|------------|-------------------------|------------|-----------------------------------|
| 1             | NATURAL      | 21/09/23        | 19/10/23        | 28          | 15.0       | 176.7                   | 40,000     | 226.00                            |
| 2             |              | 21/09/23        | 19/10/23        | 28          | 15.0       | 176.7                   | 39,850     | 226.00                            |
| 3             |              | 21/09/23        | 19/10/23        | 28          | 15.1       | 179.1                   | 40,050     | 224.00                            |

**Características de la Máquina para Ensayo a la Compresión**

Marca : G&L LABORATORIO      Modelo : STYE-2000      Serie : N° 170251

Fecha de calibración: 2023.05.17 CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LFP - 363 - 2023

**Observaciones**

- concreto.
- Fecha de orden de ensayo: 2023.09.21
- Se reporta el diámetro en cm., área (cm<sup>2</sup>) y carga en kilogramos (kg) por adecuarse a las unidades de diseño.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



  
**GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.**  
 Ing. Juster Rios Chilingano  
 CIP N° 269472

Lima, 19 de Octubre del 2023

M&V (11/17)  
gam/jch/kra  
O.S. N°181

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO N° 161 - 2023 - M&V**

**SOLICITANTE** : Campo Villanueva, Linton Malthus  
Huamán Quispe, Miguel

**PROYECTO DE TESIS** : "Influencia de la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia mecánica del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023"

**CANTERA** : La Gloria

**MUESTRA** : Probetas 15x30cm

**DISEÑO** : Fc = 210 Kg/cm<sup>2</sup>

**CANTIDAD** : 09 unidades

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 2023.09.21

**FECHA DE ENSAYO** : 2023.09.21 al 10.18

**ASTM C496** Método de Ensayo Normalizado para dividir la resistencia a la tracción de Muestras de hormigón cilíndrico

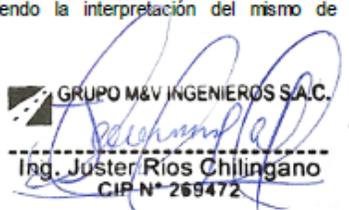
| N° DE TESTIGO   | DENOMINACION         | FECHA DE MOLDEO           | FECHA DE ROTURA | EDAD (Días) | DIÁM. (cm)               | ÁREA (cm <sup>2</sup> ) | CARGA (kg) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|---|----------------------|---------------------------|-----------------|-------------|--------------------------|-------------------------|------------|-----------------------------------|
| 1   | óxido de hierro 1.5% | 21/09/23                  | 19/10/23        | 28          | 15.1                     | 179.1                   | 41,050     | 229.00                            |
| 2   |                      | 21/09/23                  | 19/10/23        | 28          | 15.1                     | 179.1                   | 40,800     | 228.00                            |
| 3   |                      | 21/09/23                  | 19/10/23        | 28          | 15.1                     | 179.1                   | 42,540     | 238.00                            |
| <b>Características de la Máquina para Ensayo a la Compresión</b>                        |                      |                           |                 |             |                          |                         |            |                                   |
| <b>Marca</b> : G&L LABORATORIO  |                      | <b>Modelo</b> : STYE-2000 |                 |             | <b>Serie</b> : N° 170251 |                         |            |                                   |
| <b>Fecha de calibración</b> : 2023.05.17 CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LFP - 363 - 2023 |                      |                           |                 |             |                          |                         |            |                                   |

**Observaciones**

- concreto.
- Fecha de orden de ensayo: 2023.09.21
- Se reporta el diámetro en cm, área (cm<sup>2</sup>) y carga en kilogramos (kg) por adecuarse a las unidades de diseño.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



M&V (12/17)  
gam/ch/vra  
O.S. N°161

**GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.**  
  
**Ing. Juster Ríos Chilingano**  
CIP N° 269472

Lima, 19 de Octubre del 2023



**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
**INFORME DE ENSAYO N° 161 - 2023 - M&V**

SOLICITANTE : Campo Villanueva, Linton Malthus  
 Huamán Quispe, Miguel

PROYECTO DE TESIS : "Influencia de la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia mecánica del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023"

CANTERAS : La Gloria

MUESTRA : Probetas 15x30cm

DISEÑO : F<sub>c</sub> = 210 Kg/cm<sup>2</sup>

CANTIDAD : 09 unidades

FECHA DE RECEPCIÓN : 2023.09.21

FECHA DE ENSAYO : 2023.09.21 al 10.18

**ASTM C496** Método de Ensayo Normalizado para dividir la resistencia a la tracción de Muestras de hormigón cilíndrico

| N° DE TESTIGO | DENOMINACION         | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD (Días) | DIÁM. (cm) | ÁREA (cm <sup>2</sup> ) | CARGA (kg) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|---------------|----------------------|-----------------|-----------------|-------------|------------|-------------------------|------------|-----------------------------------|
| 1             | óxido de hierro 3.5% | 21/09/23        | 19/10/23        | 28          | 15.0       | 176.7                   | 45,000     | 255.00                            |
| 2             | oxido de zinc 8%     | 21/09/23        | 19/10/23        | 28          | 15.1       | 179.1                   | 44,250     | 247.00                            |
| 3             |                      | 21/09/23        | 19/10/23        | 28          | 15.1       | 179.1                   | 44,150     | 247.00                            |

**Características de la Máquina para Ensayo a la Compresión**

|   |                    |                   |
|---|--------------------|-------------------|
| Marca : G&L LABORATORIO   | Modelo : STYE-2000 | Serie : N° 170251 |
| Fecha de calibración: 2023.05.17 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 363 - 2023 |                    |                   |

**Observaciones**

- concreto.
- Fecha de orden de ensayo: 2023.09.21
- Se reporta el diámetro en cm, área (cm<sup>2</sup>) y carga en kilogramos (kg) por adecuarse a las unidades de diseño.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



M&V (13/17)  
 gemjch/ra  
 O.S. N°161

**GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.**  
 Ing. Justo Ríos Chilingano  
 CIP N° 269472

Lima, 19 de Octubre del 2023

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO N° 161 - 2023 - M&V**

**SOLICITANTE** : Campo Villanueva, Linton Malthus  
Huamán Quispe, Miguel

**MUESTRA** : Probetas 15x30cm

**PROYECTO DE TESIS** : "Influencia de la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia mecánica del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023"

**DISEÑO** : Fc = 210 Kg/cm<sup>2</sup>

**CANTERA** : La Gloria

**CANTIDAD** : 09 unidades

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 2023.09.21

**FECHA DE ENSAYO** : 2023.09.21 al 10.18

**ASTM C496** Método de Ensayo Normalizado para dividir la resistencia a la tracción de Muestras de hormigón cilíndrico

| N° DE TESTIGO | DENOMINACION                                 | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD (Días) | DIÁM. (cm) | ÁREA (cm <sup>2</sup> ) | CARGA (kg) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|---------------|--|-----------------|-----------------|-------------|------------|-------------------------|------------|-----------------------------------|
| 1             | óxido de hierro 5.5%<br><br>oxido de zinc 8% | 21/09/23        | 19/10/23        | 28          | 15.0       | 176.7                   | 48,500     | 274.00                            |
| 2             |  | 21/09/23        | 19/10/23        | 28          | 15.1       | 179.1                   | 47,600     | 266.00                            |
| 3             |  | 21/09/23        | 19/10/23        | 28          | 15.1       | 179.1                   | 46,900     | 262.00                            |

**Características de la Máquina para Ensayo a la Compresión**

**Marca** : G&L LABORATORIO      **Modelo** : STYE-2000      **Serie** : N° 170251

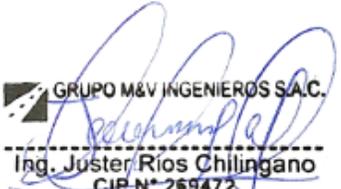
**Fecha de calibración:** 2023.05.17 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 363 - 2023

**Observaciones**

- concreto.
- Fecha de orden de ensayo: 2023.09.21
- Se reporta el diámetro en cm, área (cm<sup>2</sup>) y carga en kilogramos (kg) por adecuarse a las unidades de diseño.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



M&V (14/17)  
gsmjchv/kra  
O.S. N°161

**GRUPO M&V INGENIEROS SAC.**  
  
Ing. Juster Rios Chilingano  
CIP N° 269472

Lima, 19 de Octubre del 2023

**Figura 1**  
*Análisis de Granulometría*



**Figura 2**  
*Los límites de Atterberg*



**Figura 3**  
*Secado de la Muestra*



**Figura 4**  
*Caracterización de los suelos finos*



**Figura 5**  
*Medición de probetas*



**Figura 6**  
*Medición de probetas*



**Figura 7**  
*Prueba de Tracción*



**Figura 8**  
*Prueba de Tracción*





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, FERNÁNDEZ DÍAZ CARLOS MARIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Influencia de la combinación de óxido de zinc y hierro en la resistencia mecánica del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2023", cuyos autores son CAMPO VILLANUEVA LINTON MALTHUS, HUAMAN QUISPE MIGUEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 12 de Diciembre del 2023

| <b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>   | <b>Firma</b>  |
|--|---|
| FERNÁNDEZ DÍAZ CARLOS MARIO<br><b>DNI:</b> 09026248<br><b>ORCID:</b> 0000-0001-6774-8839 | Firmado electrónicamente<br>por: CMFERNANDEZD el<br>21-12-2023 15:21:19 |

Código documento Trilce: TRI - 0694566