



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Análisis del comportamiento físico y mecánico de vigas de
concreto reforzadas con varillas de fibra de vidrio, Lima 2023**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Camacuare Benavente, Jose Luis (orcid.org/0000-0002-8449-2916)

Tipiani Rodriguez, Humberto Gustavo (orcid.org/0000-0003-2861-6598)

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2023

Dedicatoria

A toda mi familia que día a día me mostraron su apoyo en mi formación educativa, guiándome a elegir la carrera de ingeniería civil, por lo que llevare esta carrera como un sueño cumplido para muestra de mis hijos y los futuros profesionales con quienes compartir mi vida y mis experiencias.

José Luis

A toda mi familia que indudablemente me mostraron su apoyo en momentos difíciles, brindándome la fortaleza para no decaer y lograr verme realizado como ingeniero civil, siendo esto el primer paso cumplido en el desarrollo de mi vida profesional.

Humberto

Agradecimiento

A Dios, por darme la oportunidad de luchar contra todo y salir adelante para cumplir mis sueños y mis metas trazadas en mi vida profesional.

José Luis

A Dios, por ser mi guía, el que me brinda la tranquilidad, fortaleza y seguridad en la realización de mis proyectos y metas.

Humberto

A nuestro asesor por compartir sus conocimientos, experiencias y ser el guía en el desarrollo de esta tesis. A la Universidad César Vallejo por darnos la oportunidad de realizarnos como profesionales.

José Luis y Humberto



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: "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DE VIGAS DE CONCRETO REFORZADAS CON VARILLAS DE FIBRA DE VIDRIO, LIMA 2023", cuyos autores son CAMACUARE BENAVENTE JOSE LUIS, TIPIANI RODRIGUEZ HUMBERTO GUSTAVO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15.00%, 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

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
FERNÁNDEZ DÍAZ CARLOS MARIO DNI: 09026248 ORCID: 0000-0001-6774-8839	Firmado electrónicamente por: CMFERNANDEZD el 21-12-2023 15:23:52

Código documento Trilce: TRI - 0694514



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, CAMACUARE BENAVENTE JOSE LUIS, TIPIANI RODRIGUEZ HUMBERTO GUSTAVO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DE VIGAS DE CONCRETO REFORZADAS CON VARILLAS DE FIBRA DE VIDRIO, LIMA 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
HUMBERTO GUSTAVO TIPIANI RODRIGUEZ DNI: 40811231 ORCID: 0000-0003-2861-6598	Firmado electrónicamente por: HGTIPIANIR el 12-12- 2023 22:18:50
JOSE LUIS CAMACUARE BENAVENTE DNI: 40774517 ORCID: 0000-0002-8449-2916	Firmado electrónicamente por: JCAMACUAREB el 12- 12-2023 22:13:02

Código documento Trilce: TRI - 0694516

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	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	18
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	18
3.2 Variables y operacionalización.....	19
3.3 Población, muestra, muestreo.....	20
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	21
3.7 Procedimientos	22
3.8 Método de análisis de datos	32
3.9 Aspectos éticos	32
IV. RESULTADOS	33
V. DISCUSIÓN	42
VI. CONCLUSIONES	46
VII. RECOMENDACIONES	48
REFERENCIAS	50
ANEXOS	55

Índice de tablas

Tabla 1: Tipos de cemento	8
Tabla 2: Coeficientes de dilatación térmica en materiales de reforzamiento.....	14
Tabla 3: Materiales diversos sometidos a tracción	16
Tabla 4: Características de los materiales, cantidad y edades de prueba.....	20
Tabla 5: Ensayos específicos de materiales desarrollados considerando su marco normativo.....	23
Tabla 6: Comparativo características mecánicas de barras de GFPR y el acero convencional	28
Tabla 7: Datos de Cargas Máximas, Momentos Nominales y Deflexiones de Vigas	38

Índice de gráficos y figuras

Figura 1: Esfuerzo – deformación de los tipos de fibras y el acero	15
Figura 2: Flujograma de procedimientos	22
Figura 3: Modelo esquemático de la configuración del ensayo a flexión	25
Figura 4: Especímenes de vigas con la configuración según la norma ASTM C78 ..	26
Figura 5: Equipo hidráulico de 60 Ton. Con gato hidráulico de 20 Ton.	27
Figura 6: Esfuerzos y deformaciones de sección de viga reforzada con GFRP según Norma ACI440.1R, 2015	29
Figura 7: Esquema de dimensiones de las vigas consideradas en la investigación..	31
Gráfico 1: Carga máxima para la edad de 7 días. PRFV Ø12mm y Acero Ø12mm ..	33
Gráfico 2: Carga máxima para la edad de 28 días PRFV Ø12mm y Acero Ø12mm .	34
Gráfico 3: Momento nominal para los 7 días. PRFV Ø12mm y Acero Ø12mm	35
Gráfico 4: Momento nominal para la edad de 28 días en PRFV Ø12mm y Acero Ø12mm.....	36
Gráfico 5: Deflexión inmediata para la edad de 7 días PRFV Ø12mm y Acero Ø12mm	37
Gráfico 6: Comparación de Deflexión inmediata para la edad de 28 días.....	37
Gráfico 7: Momentos Nominales versus Deflexiones en PRFV Ø12mm y Acero Ø12mm.....	39
Gráfico 8: Momentos Nominales vs Deflexiones en PRFV Ø12mm y Acero Ø12mm 28 días.....	40

Resumen

Con esta investigación buscamos hacer un análisis más profundo sobre el comportamiento mecánico y físico en vigas de concreto con la incorporación de varillas de fibra de vidrio. Se utilizó la investigación del tipo aplicada con un diseño experimental lo que facilitó su evaluación de las pruebas y observaciones controladas. Se realizaron pruebas en un total de 10 vigas con refuerzo del mismo diámetro. Las vigas fueron ensayadas a las edades de 7, 14 y 28 días, lo cual nos permitió analizar el comportamiento mecánico y físico con la influencia de las cargas aplicadas, momentos nominales y deformaciones ocasionados por sus efectos. Encontramos que, durante el período inicial de 7 días, las vigas armadas con varillas de fibra de vidrio muestran una resistencia superior a las cargas aplicadas y a los momentos nominales en comparación con las vigas reforzadas con acero. Sin embargo, para los 28 días de prueba, son las vigas reforzadas con acero las que superan a sus contrapartes, pero dicha diferencia de indicadores no supera el 10%, en cuanto a las deformaciones, las vigas armadas con varillas de fibra de vidrio obtuvieron un 12% menos deflexión que las vigas con acero.

Palabras Clave: Fibra de Vidrio, acero, viga, flexión, concreto

Abstract

With this research we seek to do a more in-depth analysis of the mechanical and physical behavior in concrete beams with the incorporation of fiberglass rods. Applied research was used with an experimental design, which facilitated its evaluation of controlled tests and observations. Tests were carried out on a total of 10 reinforced beams of the same diameter. The beams were tested at the ages of 7, 14 and 28 days, which allowed us to analyze the mechanical and physical behavior with the influence of the applied loads, nominal moments and deformations caused by their effects. We found that, during the initial 7-day period, beams reinforced with fiberglass rods show superior resistance to applied loads and nominal moments compared to beams reinforced with steel. However, for the 28 days of testing, it is the beams reinforced with steel that outperform their counterparts, but said difference in indicators does not exceed 10%, in terms of deformations, the beams reinforced with fiberglass rods obtained 12% less deflection than steel beams.

Keywords: Fiberglass, steel, beam, flexion, concrete.

I. INTRODUCCIÓN

A partir de 1960, en países como Japón, Canadá y Estados Unidos se inicia una nueva era en la construcción con el uso de materiales elaborados con fibras no metálicas, otra alternativa del armado en las estructuras de concreto buscando incrementar su vida útil, dentro de esta alternativa, se presentan los polímeros reforzados con fibra de vidrio (PRFV), los cuales mucho más beneficiosos en la resistencia y lo económico (Martínez J., Correa J., Díaz I., (2019).

Una de las preocupaciones en el presente es la contaminación atmosférica, si bien es cierto la causa del gran impacto en la fabricación del acero, genera el consumo de energía y materias primas, de los cuales emiten gases de polvo en partículas pequeñas, así como el óxido de azufre, hollín monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno, de igual forma el acero cuando se fabrica tiende a contaminar el agua con desperdicios sólidos (Poma M., 2021)

En esa misma línea, se tiene estructuras en contacto con ambientes agresivos, como puentes, estacionamientos e infraestructura marina, expuestos a sales, cloruros, humedad y temperaturas desfavorables, la alcalinidad del concreto se ve reducida y como consecuencia se presenta la corrosión del acero (Farias C. et al, 2022).

En el Perú, se hace necesario la búsqueda de diversidad de materiales que se puedan involucrar en la construcción, buscando beneficios a corto o mediano plazo referidos a la durabilidad, costo y resistencia, de esta manera, esta búsqueda constante de optimizar el uso de los recursos convencionales como los aglomerantes y los elementos de refuerzo, conllevan a involucrar materiales que sobresalen en su aplicación y combinación considerando su durabilidad, aspectos de bajo costo y su resistencia estructural; (Figueroa & Rodríguez, 2022).

A nivel internacional, se han investigado varios métodos para prevenir la corrosión del acero, incluido el reemplazo del acero con PRFV (Umair-Saleem, Khurram, Nasir-Amin y Khan, 2018). Debido a las ventajas de la fibra de vidrio, lo relevante del uso de los polímeros de fibras en el concreto recae en la prevención del agrietamiento y aminoran su ancho si esto ocurriese. Además, las fibras contribuyen a la dureza general del material, lo que le permite seguir soportando cargas incluso después de agrietarse (Amaya & Ramírez, 2019).

La utilización de las varillas de PRFV (GFRP, por sus abreviaturas en inglés), se ha planteado como una solución óptima para las principales problemáticas existentes con el concreto reforzado con varillas de acero, ya que no se ven afectadas por la corrosión atmosférica (Adam et al., 2021; Yan et al., 2021). Así mismo, contribuyen a la disminución de los altos costos generados en la adquisición de elementos demandados comercialmente, como lo es el acero (Jarek & Kubik, 2019).

La fabricación de la fibra de vidrio son producto de procedimientos industriales, iniciándose con arenas de cuarzo, que pasan por altas temperaturas, conforman una resina, donde, de manera mecanizada, se alargan las fibras, las cuales se adecuaran a un específico tamaño (Maxi & Mamani, 2021). Las varillas de GFRP se pueden considerar como un material compuesto con una alta relación radio-longitud que es adecuado para el refuerzo interno del hormigón. Una barra de PRFV se compone de dos elementos: fibras de vidrio unidireccionales dispuestas longitudinalmente para la absorción de las fuerzas de tracción, y una matriz polimérica para proteger y transmitir la tensión entre las fibras y la estructura que las rodea (American Concrete Institute (ACI) 440.1R -2015).

Poma (2021) en la investigación de la comparación de vigas reforzadas con Acero y con varillas reforzadas con Fibra de Vidrio, menciona la tesis con diseño experimental, con una metodología, cuantitativa y aplicada; el objetivo principal es analizar y comparar el comportamiento estructural de vigas de hormigón armado de uso común con dos tipos diferentes de armadura: RVF y acero ASTM-615 grado 60. Después de

realizar el respectivo estudio, llegó a la conclusión que las muestras con acero tradicionales como refuerzo, no presentan una resistencia última significativamente mayor en comparación con las muestras reforzadas con PRFV. Por otro lado, las vigas de acero con refuerzo convencional presentan la capacidad de soportar mayores deflexiones. Con estos antecedentes queremos verificar según los resultados conseguidos del laboratorio los resultados sobre carga máxima, momentos máximos y deformaciones o deflexiones.

Por consiguiente, esta investigación aborda el problema planteando: ¿Cómo será el comportamiento mecánico y físico que presentarán en vigas de concreto con refuerzo de varillas de fibra de vidrio? Más concretamente surgen las siguientes interrogantes: ¿Cómo influirán las cargas en el comportamiento mecánico de vigas de concreto reforzado con varillas de fibra de vidrio? ¿Cómo se desarrollarán los momentos nominales en vigas con concreto reforzadas con varillas de fibra de vidrio? ¿Cómo se generarán las deformaciones en vigas de concreto reforzada con varillas de fibra de vidrio?

El principal objetivo en nuestro estudio es hacer un análisis más profundo sobre el comportamiento físico y mecánico en vigas de concreto con la incorporación de varillas de fibra de vidrio. Específicamente queremos determinar la influencia de las cargas en el comportamiento mecánico de vigas de concreto reforzado con varillas de fibra de vidrio, evaluar los momentos nominales flexionantes en las vigas reforzadas con varillas de fibra de vidrio y evaluar las deformaciones en vigas de concreto reforzado con varillas de fibra de vidrio.

La hipótesis general propone que cuando se incorporan las varillas de fibra de vidrio al concreto, existe un efecto notable en sus capacidades mecánicas y físicas, específicamente se desarrollará un incremento de la capacidad de cargas en las vigas de concreto reforzadas con varillas de fibra de vidrio, se desarrollará un incremento de momentos nominales y si se desarrollará una reducción de deformaciones en las vigas de concreto reforzado con varillas de fibra de vidrio.

II. MARCO TEÓRICO

Con la finalidad de desarrollar esta investigación, se revisó una variedad de estudios teniendo en cuenta su procedencia, en el ámbito internacional mencionamos el aporte de Díaz et al. (2021), quien propone el diseño de 02 infraestructuras de concreto para almacenamiento de agua potable de 2000 m³ y 5000 m³ usando como refuerzo las varillas de fibra de vidrio (PRFV). Su objetivo fue el de evaluar que tan factible es el uso del PRFV en comparación al acero convencional para una infraestructura hidráulica, realizando un comparativo tanto a nivel de diseño estructural como a nivel técnico económico. Tomó como base el uso de la metodología descriptiva y aplicada. Concluye su investigación precisando, que los tanques reforzados con PRFV resultan más económicos que los reforzados convencionales en un rango del 3% al 6%, lo cual recaía en aminorar el espacio para el recubrimiento y esto permitía hacer uso de menores espesores de muro, sin embargo destaca que se requiere de un área mayor de PRFV, considerando además el empleo de polímeros como enfoque práctico para mejorar la resistencia y la longevidad de una construcción al evitar la corrosión y el agrietamiento.

Razan et al. (2023), en su artículo se centraron en realizar una investigación del comportamiento estructural en vigas con refuerzo de PRFV y armado con fibras sintéticas reforzadas (FRC). Consideraron para el estudio un diseño experimental y una metodología cuantitativa. Experimentaron con 8 vigas simplemente apoyadas diferenciándose en contenido de fibra y diámetro de varillas, considerando el mismo refuerzo con carga de servicio sostenido. Analizaron durante 90 días el momento de agrietamiento, la fluencia en situación de compresión, la contracción del concreto y el comportamiento de deflexión. Concluyeron que la incorporación de fibras sintéticas y el uso de barras de PRFV redujeron en 22% y 26% en la deformación del concreto en fluencia y contracción respectivamente, asimismo se mitigó el agrietamiento en un 27%, la inercia efectiva aumentó en un 75% y consiguieron que las deflexiones se reduzcan en un 43%.

Nogueira et al. (2023), en su investigación, direcciona su objetivo a proponer el uso de las varillas corrugadas resistentes a la corrosión, como son las de FRP -Polímero reforzado con fibra, en sustitución del acero convencional, debido a que la corrosión de las varillas de refuerzo de acero puede conducir a la degradación del hormigón armado, lo que puede resultar en gastos adicionales para rehabilitación y reparación estructural. Este artículo describe el desarrollo de un programa de diseño que calcula el refuerzo FRP a flexión de vigas en forma de T. Trabajó bajo un diseño experimental y una metodología cuantitativa. Realizaron su aplicación en 125 vigas considerando como refuerzo al GFPR. Hallaron que las varillas de refuerzo de GFRP son vulnerables a la ruptura por fluencia, los esfuerzos sostenidos deben ser inferiores al máximo permitido por ACI 440.1R-15, lo que puede requerir aumentos en las áreas, modificando la resistencia a la flexión. Posteriormente, este artículo presenta ejemplos de diseño considerando todos los escenarios para los cuales se dedujeron las ecuaciones considerando un programa computacional. Los resultados mostraron que las vigas reforzadas con aramida y FRP de vidrio requerían grandes áreas para evitar la ruptura por fluencia, mientras que las áreas de aquellas reforzadas con varillas de FRP de carbono eran considerablemente pequeñas, sin embargo, exhibieron pequeñas curvaturas y fallas frágiles cuando no se reforzaron.

Cristian et al. (2022), en su artículo propusieron analizar la efectividad de vigas reforzadas con GFRP, diseñadas según los lineamientos proporcionados por ACI 440.1R (2015), y especificaciones delineadas en la NBR 6118 (2014). Este estudio tiene como objetivo analizar los datos empíricos obtenidos de las pruebas experimentales de estas vigas. Se usaron 06 vigas de sección 15 cm x 25 cm, tres de ellas armado de concreto convencional y 03 reforzado con GFRP sometidos a un ensayo de flexión en cuatro puntos. Adaptaron un diseño experimental y una metodología cuantitativa. Las vigas están dimensionadas para resistir la misma fuerza y satisfacer el estado límite de servicio (SLS). Las conclusiones es que las dos vigas exhiben comportamientos de desplazamiento vertical similares hasta el SLS-DEF, mientras que las vigas de GFRP exhiben deflexiones mayores. En la carga última, las

vigas con GFRP indican una mayor rigidez en aproximadamente un 64% en paralelismo con aquellas con varillas de metal.

Ribeiro et al. (2021), tuvo como propósito hacer un análisis a flexión con la comparación de vigas armadas con la incorporaron de barras de acero y aquellas que incorporaron varillas con GFRP, siguiendo las pautas recomendadas por la ABNT-NBR 6118 y ACI 440.1R15, respectivamente. Para lograrlo, se llevaron a cabo ensayos experimentales de flexión en tres puntos sobre un total de seis vigas de hormigón, tres de ellas con refuerzo de acero y los tres restantes con barras de fibra de vidrio. Las vigas se diseñaron para cargas puntuales de 37 kN, 57 kN y 23,5 kN, y para cada carga se reforzó una viga en acero y otra en PRFV. Concluyeron que las vigas reforzadas con varillas de PRFV presentaron mayores desplazamientos transversales debido al bajo módulo de elasticidad de este material. Asimismo, las vigas presentaron cargas de rotura muy próximas a su carga de diseño, lo que indica concordancia entre las recomendaciones de ambos documentos normativos. Comparando las cargas máximas de las vigas de acero y PRFV se obtuvieron relaciones de -3,2%, -3% y +9,3%, para vigas diseñadas para 37 kN, 57 kN y 23,5 kN respectivamente. Además, las variaciones en las cargas de diseño causan una mayor variación en la tasa de refuerzo longitudinal de las vigas de barra de GFRP en comparación con las vigas de barra de acero.

Sánchez H. (2019), en su investigación consideró evaluar el diseño y comportamiento en vigas de concreto reforzadas con PRFV en México, investigando la idoneidad del uso de la norma ACI 440 1R, 2015. Sometió a pruebas de flexión tres vigas con PRFV con \varnothing 4 mm (menores a las áreas mínimas requeridas por la normativa mexicana y la ACI) para determinar su capacidad y comportamiento mecánico. Concluyó que las vigas exhibieron esfuerzos registrados mayores a los 16,300 kg/cm muy superior a los 8,000 kg/cm² que superó las expectativas basadas en la metodología de análisis. Este descubrimiento infunde confianza en el uso de PRFV en diseños estructurales, lo que indica que el diseño es razonablemente seguro.

Como antecedentes nacionales tenemos:

Penadillo (2021), tuvo como objetivo principal investigar características mecánicas en vigas de hormigón armado que integran varillas con PRFV considerando una resistencia a la compresión de 210 kg/cm². Empleó una metodología cuantitativa, específicamente la de tipo aplicado y método cuasiexperimental. Realizó ensayos de laboratorio sobre la varilla de PRFV para medir su resistencia a la tracción, y sobre las vigas reforzadas con este material para evaluar la resistencia a la flexión y su capacidad máxima de carga. Los hallazgos revelaron que las vigas con refuerzo de PRFV exhibieron cargas máximas y resistencia a la flexión en un 25% menor en comparación con las vigas fortificadas de acero corrugado. Asimismo, los resultados de las pruebas de tracción indicaron una mejora significativa del 50% en la resistencia del PRFV en comparación a la resistencia del acero corrugado. Por consiguiente, concluye que las características mecánicas de las vigas fortificadas con PRFV presentaron una reducción de aproximadamente un 25% en comparación con vigas protegidas con acero corrugado.

Barnuevo W. (2022), consideró para su investigación el uso de la metodología experimental y aplicada, teniendo como objetivo principal determinar cómo se comportan las vigas armadas convencionales y reforzadas con barras de PRFV, considerando como refuerzos varillas de 12mm y 10mm para las PRFV y 3/8" y 12mm para el refuerzo de acero. Realizó ensayos en un total de 24 vigas analizando cargas, momentos nominales y deflexiones inmediatas. Concluyó indicando que las vigas con PRFV soportaron un 27% más carga que las vigas reforzadas con acero, sin embargo, para el día 28, fueron las vigas convencionales las que soportaron un 5% más carga que las muestras con PRFV. Respecto a las deflexiones inmediatas durante los 7 días y 28 días, las vigas convencionales aumentaron en un 4.5% pero no hubo variación considerable en las vigas de PRFV.

Murayari (2020), en su investigación tuvo como objetivo analizar el comportamiento a flexión en vigas de concreto armado con acero y PRFV, considerando el método

experimental con un diseño correlacional causal y un enfoque cuantitativo. Tomó como patrón de estudio las cargas, momentos y deflexiones, llegando a la conclusión que las vigas con acero convencional superaron en un 25% a las vigas con PRFV en cuanto a las cargas y los momentos considerando como gestor la fluencia del acero, sin embargo, en las deflexiones las muestras de PRFV fueron 8 mm menores.

2.3. Teoría referencial

Concreto

Se forma cuando un aglutinante compuesto de cemento, piedra triturada, arena y agua se combina en varias proporciones, lo que le da la capacidad de solidificarse y volverse firme., asimismo se le puede añadir ciertos materiales o productos para mejorar ciertas características específicas, conociéndose variedades de concreto como lo son el común, pretensado, armado, ciclópeo entre otros (Méndez, 2012).

Cemento

De acuerdo a la UNE-EN 197-1:2001(norma europea), lo define como un elemento de naturaleza mineral e inorgánica que con la interacción con el agua reacciona mediante hidrolisis hidratando los componentes que lo constituyen, obteniendo un producto mecánicamente resistente. Existen en el Perú 5 tipos de cemento portland estandarizadas por la ASTM y por la NTP 334.009-2013 con características específicas como se muestra:

Tabla 1 Tipos de cemento

Cemento	Característica
TIPO I	Resistencia normal
TIPO II	Moderada resistencia a los sulfatos
TIPO III	Alta resistencia inicial y fraguado rápido
TIPO IV	Calor de hidratación bajo
TIPO V	Alta resistencia a los sulfatos

Fuente ACI C150

De la tabla descrita, para la presente investigación, se utilizó el cemento del tipo I.

Características físicas del concreto

Las características físicas del concreto fresco se evidencian en la trabajabilidad, fluidez, contenido de aire, fraguado, calor de hidratación, cohesión y otros (Rivva, 2000). De manera similar, el concreto premezclado presenta lo siguiente:

Trabajabilidad

(Polo y Risco, 2018) Para compactar completamente la mezcla de concreto, es necesario utilizar una cantidad específica de trabajo interno beneficioso. El término "beneficioso" se emplea aquí para indicar la energía gastada en hacer vibrar el encofrado, así como en compactar o solidificar capas de hormigón previamente colocadas. El objetivo principal del uso de una mezcladora para mezclar hormigón es garantizar que el material tenga un nivel adecuado de trabajabilidad y adherencia, dando como resultado una consistencia uniforme que se pueda mantener durante un tiempo específico de tres minutos. Esto es crucial ya que evita cualquier segregación o separación no deseada del hormigón, permitiendo que se descargue fácilmente. (RNE, 2023).

Asentamiento/ revenimiento: NTP 339.035 / ASTM C143M.

En la norma ASTM C143M (2012), existe una prueba comúnmente denominada prueba de asentamiento, prueba de asentamiento o prueba de cono de asentamiento. Esta prueba en particular tiene como objetivo evaluar la trabajabilidad del hormigón y se realiza utilizando un cono de Abrams junto con una varilla de 60 cm. Para evaluar la trabajabilidad del hormigón, se vierte en tres capas realizándose 25 pasadas por cada capa. Una vez completado esto, el cono se levanta con cuidado y se deja a un lado para observar cuando se ha fraguado por completo. Consultando tablas establecidas, es posible determinar el nivel de fluidez que presenta el hormigón antes de su vertido final en un elemento estructural. Este paso es de suma importancia para garantizar la calidad general del concreto que se utiliza. Además, la prueba de asentamiento ayuda a identificar cualquier variación en la uniformidad de las mezclas con respecto al contenido de agua y/o la distribución del tamaño de las partículas.

Temperatura: NTP 339.184 / ASTM C1064

(Reglamento Nacional de Edificaciones, 2023) Es importante mantener una temperatura equilibrada en el hormigón durante la colocación. No debería experimentar ningún problema de hundimiento, fraguado instantáneo o juntas frías. Además, no debe exceder los 32°C. Para garantizar la consecución de este objetivo, es imprescindible implementar una serie de medidas encaminadas a reducir eficazmente la temperatura del agua y mantenerla en un nivel que se ajuste a la normativa establecida. También es necesario mantener el hormigón regulado y curado a una temperatura mínima de 10°C.

Contenido de aire del concreto: ASTM C231

Metodología de presión

La prueba se realiza sobre hormigón fresco y se representa como un porcentaje. En este caso particular, el propósito de la prueba es determinar el contenido de aire dentro del concreto recién mezclado, ya que es crucial establecer la proporción exacta de aire que está presente en la mezcla de concreto. Esta información se puede obtener con precisión utilizando el instrumento conocido como Olla de Washington. Como resultado, el procedimiento implica el uso de un molde de metal de tres capas y el varillaje cuidadoso de cada capa de concreto con 25 golpes. Luego se nivela la superficie con el molde y se cubre con una tapa. Las abrazaderas se ajustan para garantizar un ajuste seguro en todos los lados. El proceso comienza agregando agua y asegurándose de que el drenaje, que tiene una importancia significativa, esté cerrado, junto con una válvula de aire. Posteriormente, se introduce aire en el sistema mediante bombeo y se examina el manómetro para determinar una medición precisa. (ASTM C231, 2014).

Ensayos mecánicos del concreto

Compresión axial. NTP 339.034/ASTM C39

El factor más importante en el diseño es la capacidad de soportar fuerzas de compresión axial (Lamus y Andrade, 2015). Este factor crucial juega un papel vital en la determinación del nivel máximo de tensión que el material de concreto puede

soportar antes de experimentar cualquier forma de falla estructural. Para evaluar con precisión esta resistencia, se emplea una prensa hidráulica para ejercer fuerza sobre una muestra cilíndrica de hormigón. La fuerza resultante, denominada "f'c", se cuantifica y mide en unidades como kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm²) o megapascuales (MPa), y la evaluación se realiza en varios intervalos de tiempo específicos, incluidos 3, 7, 14, 28 y 56 días.

En un estudio realizado por Xianggang, Shuren y Xiang en 2018, los autores explicaron el método que ayuda a evaluar la oposición a la compresión de una muestra determinada. Este método implicó el cálculo de la tensión inducida por la carga de presión aplicada, para dividirla por el área del espécimen. Vale la pena señalar que estas mediciones cumplieron con los lineamientos descritos en la norma ASTM C39. Según las pautas de ASTM 39, existen dos opciones de tamaños de tubos de ensayo para muestras estandarizadas: 150mm x 300mm y 100mm x 200mm. El alcance de la variación de oposición entre estos tamaños no se menciona específicamente, ya que depende del tamaño del agregado utilizado. Sin embargo, generalmente se sugiere optar por el tamaño más pequeño debido a las diversas ventajas que ofrece. Estos incluyen un manejo más fácil, un menor costo de los moldes, un menor volumen de concreto requerido y un almacenamiento que ahorra espacio. Además, las probetas de hormigón se preparan en moldes cilíndricos mediante tres capas uniformes, se compactan mediante 25 golpes y se retiran del molde al cabo de 24 horas.

Tracción diametral del concreto ASTM C496

La oposición a la tracción dividida consiste en colocar una muestra de concreto de una manera específica y aplicar una fuerza de compresión para analizar con precisión su resistencia. Es crucial colocar la muestra transversalmente para garantizar resultados precisos (Bargherzadeh et al., 2011).

Un aspecto crucial que merece especial atención es la posibilidad de hallar la oposición a la tracción en un material. Esta característica particular tiene una gran importancia ya que permite la estimación precisa de la fuerza que se puede ejercer sobre el

material antes de que alcance su punto de rotura y finalmente sucumba al fracaso (Ordoñez, 2016).

Prueba de flexión en el concreto:

ASTM C78M- NTP 330.078/ ASTM C293M- NTP 339.079

La prueba en particular sirve para analizar la oposición a la flexión en los materiales. Se trata de dos escenarios bien diferenciados: uno donde una probeta prismática se carga en su 3er punto cuando ha alcanzado el estado endurecido, de acuerdo con las normas ASTM C203M o NTP339.079; y otra donde se cargan los tercios de la luz de apoyo de la probeta, siguiendo las normas ASTM C78M o NTP 339.078 (Kett, 2010). Las probetas son en forma de vigas, con dimensiones que pueden ser cuadradas o variables, en concreto miden 150 x 150 x 500 mm, tal y como se especifica en los lineamientos de la norma [NTP] 339.079, (2012).

Elasticidad del concreto ASTM C469

Módulo Young

El indicador que se analiza en este contexto es una medida de qué tan bien el concreto puede deformarse elásticamente y proporciona información sobre la rigidez del material antes de que se apliquen fuerzas externas. La determinación de este parámetro sigue las pautas descritas en la norma ASTM C469, que también describe como se calcula el módulo de elasticidad. La elasticidad se determina encontrando la inclinación de una línea que conecta dos puntos específicos en la curva de deformación, específicamente, el punto que representa una deformación de 0,00005 y el punto de 0.4 (40%) de carga final (Remayanti et al., 2019).

Módulo de elasticidad estático del concreto según estudios científicos actuales

(Frotté et al., 2017) ¿Podría considerar la siguiente información con respecto a la medición de la elasticidad del concreto (E_c)? La prueba de compresión estática uniaxial, como se describe en ASTM C469, se usa típicamente para medir E_c directamente. Sin embargo, es importante notar que el uso de varios métodos para

calcular E_c en diversos países ha resultado en una sobreestimación de E_c hasta en un 50% en algunos casos, como con la fórmula $E_c=12500\sqrt{f_c}$ en Colombia. Código NSR-98. Estudios de Serrano y Pérez (2010) han encontrado que las fórmulas del American Concrete Institute (ACI) y el European Concrete Committee (CEC) también pueden superar la E_c en un 24% y 46,2%, respectivamente. En Perú, la fórmula $15000\sqrt{f_c}$ se usa comúnmente para estimar deflexiones bajo cargas estáticas

Fibra de vidrio

Son materiales sintéticos creado por los humanos, se obtiene del alargamiento de las hebras de vidrio pasando por finos agujeros y que solidificarse poseen propiedades flexibles y puedan utilizarse como fibras. (Villamudria Rivera, 2014). Posee características como flexibilidad, rentabilidad, moldeabilidad, transparencia a la radiación electromagnética y resistencia superior en comparación con muchos metales. Su aplicación se puede encontrar en piscinas, aviones, automóviles, barcos, bañeras, cerramientos para tinas de agua caliente, fosas sépticas, tuberías, tanques de agua, techos y otras áreas diversas. (Villamudria Rivera, 2014).

Según Chambilla (2017), menciona ciertas características de las fibras de vidrio: posee una baja rigidez, en comparación otros tipos de fibras tiene una baja resistencia a la fatiga, considerable resistencia a los agentes químicos, flexibilidad considerable, es inflamable, tiene baja densidad, mantiene su forma y tamaño en condiciones de operación y uso, alta resistencia a la corrosión y es un magnífico aislante térmico.

De acuerdo con la ASTM D 578, la fibra de vidrio de tipo E es la más usada en varillas, que lo compone principalmente aluminio, silicón y óxidos de calcio. Posee propiedades resistentes al fuego y a la corrosión (Navarro, 2018).

Barras de fibra de vidrio

Lo componen la resina que actúa como agente aglutinante cuando se combina con fibra de vidrio, que también se conoce como polímero reforzado con fibra de vidrio (PRFV). La propia fibra de vidrio ofrece una durabilidad y resistencia excepcionales

frente a los elementos que la componen, mientras que la resina actúa como barrera protectora frente a la corrosión (Pichardo, 2020). De igual forma, la producción de fibras de vidrio involucra una serie de procesos industriales que comienzan con arenas de cuarzo. Estas arenas se someten a un intenso calor, dando como resultado la formación de una resina, y mediante métodos mecanizados, las fibras se alargan hasta lograr un tamaño y forma específicos (Maxi & Mamani, 2021).

Propiedades físicas de barras con PRFV

Densidad

La densidad de la barra de PRFV oscila entre [1.5; 2] g/cm³, mientras que las varillas de acero corrugado tienen una densidad de 7,9 g/cm³. Esto significa que la barra de PRFV es aproximadamente cuatro veces menos masiva, lo que resulta en un mejor manejo, menores gastos de transporte y menores costos operativos. (Faria et al., 2017).

Dilatación térmica

El grado de crecimiento está determinado por la proporción de resina y fibra en la combinación, influyendo la resina principalmente en el módulo transversal y la fibra influyendo principalmente en la directriz de expansión térmica longitudinal. (Faria et al., 2017).

Tabla 2 Coeficientes de dilatación térmica en materiales de reforzamiento

Dirección	CTE * 10 ⁻⁶ /°C			
	PRFA	ACERO	PRFV	PRFC
Longitudinal	* de -6 a 2	11.7	6 a 10	* de -9 a 0
Transversal	33.3 a 44.4	11.7	21 a 23	74 a 104

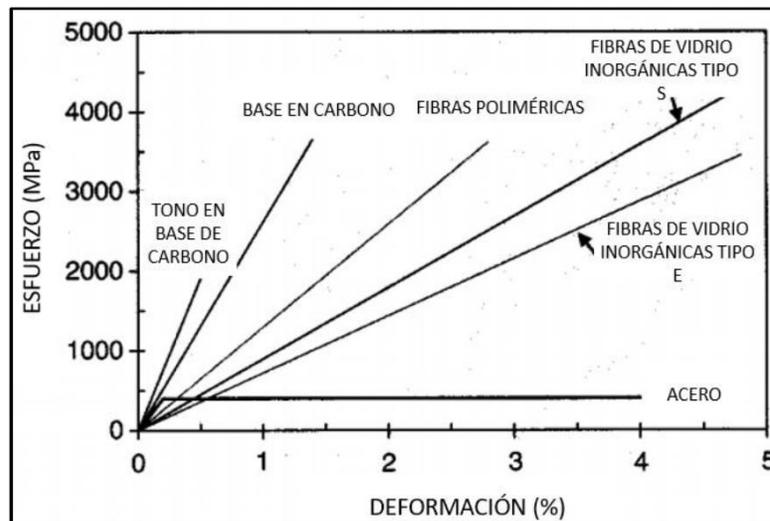
Fuente Faria et al., 2017

* Cuando la temperatura aumenta, los CTE negativos muestran que la sustancia se contrae, y cuando la temperatura disminuye, indican que la sustancia se expande.

Propiedades mecánicas de las barras con PRFV

Para las varillas, sus propiedades mecánicas dependen de cuanto de fibra de vidrio lo compone, en promedio se tiene un 65 por ciento, obteniendo que su densidad este en el rango de 1.6 y 2 g/cm³, el módulo de elasticidad en un rango de 20-50 Gpa. y una resistencia a la tracción mínima de 400 MPa. y máximo de 1800 (Shariq & Faizan, 2018)

Figura 1: Esfuerzo – deformación de los tipos de fibras y el acero



Fuente Shaquir y Faizan, 2018

Asimismo, en la figura 1 se aprecia una tendencia lineal elástico de algunos tipos de fibra, que en comparación al acero no presentan ductilidad.

Resistencia a la compresión (longitudinal)

No se recomienda el uso de barras de PRFV como refuerzo a compresión debido a que su resistencia suele caer entre el 40% y el 60%, significativamente menor que su oposición a la tracción. (Escamilla Hernández y Loza Vega, 2014).

Resistencia a la tracción (longitudinal)

Una barra de fibra de vidrio genera tracción influenciada por su diámetro. Se aprecia que a medida que crece el diámetro de la barra, disminuye la tracción que puede generar (Poma, 2021). Cuando una varilla de fibra de vidrio se somete a tensión, no presenta ninguna conducta plástica ni deformación previa a quebrarse. La resistencia

a la tracción de varillas fabricadas a partir de un solo tipo de fibra sigue un patrón lineal hasta que se produce la falla (Lascano, 2021). La resistencia a la tracción de las varillas de fibra de vidrio suele estar dentro del rango de [450; 1600] MPa, mientras que el estiramiento de rotura suele estar entre el 1,3% y el 2,3%. (Faria, et al. 2017).

Tabla 3 Materiales diversos sometidos a tracción

	Resistencia a la tracción			
	PRFA	Steel	PRFV	PRFC
fy	-	276 a 517	-	-
fsu	1720 a 2540	483 a 690	450 a 1600	600 a 3690

Fuente Faria et al. (2017)

Con la tabla N° 3 indicamos que las barras con adición de PRFV poseen casi el doble de resistencia a la tracción que el acero.

Fluencia

La fibra de vidrio es conocida por su impresionante capacidad para resistir la fluencia, que se refiere al aumento gradual de la deformación con el tiempo. Sin embargo, los estudios sugieren que la parte de resina de la fibra de vidrio, que se compone de fibras cortas y no continuas, experimenta solo alrededor del 3 % de su deformación elástica inicial. Como resultado, esta capacidad limitada para la deformación elástica puede contribuir potencialmente a una mayor deformación causada por la fluencia. (Faria, et al. 2017).

Flexión

La adhesión y acoplamiento mecánico entre las varillas y el hormigón son extremadamente fuertes, lo que permite que la estructura resista eficazmente las fuerzas de flexión y garantiza que las grietas que puedan producirse se dispersen uniformemente. Si bien los anchos de las grietas pueden ser ligeramente mayores que los observados en el concreto reforzado con acero como resultado del módulo de elasticidad más bajo, vale la pena señalar que la introducción de refuerzo adicional puede mitigar y reducir en gran medida la extensión de estas grietas. (Faizan & Shariq, 2018).

Marco Normativo E.060

Al preparar la distribución de componentes y la implementación de muestras de prueba en un diseño de concreto estándar, es importante considerar factores técnicos como el proceso de curado y prueba. De acuerdo con los lineamientos de la NTP 339.183:2013, recomienda contar con un mínimo de dos probetas cilíndricas de 6"x12" o tres de 4"x8".

Estas especificaciones garantizan que las pruebas se realicen bajo la supervisión adecuada y de acuerdo con los estándares de la industria. Asimismo, las probetas de ensayos a los 28 días o de acuerdo con el f'c.

Las muestras y sus ensayos deben realizarse dentro del marco de la NTP 33.036.2017. Las probetas y sus ensayos por resistencia serán de acuerdo con la NTP 339.036:2017.

Para asegurarnos de que el concreto sea fuerte en las muestras, seguiremos reglas específicas llamadas estándares de prueba. Estas reglas se denominan NTP 339.036:2017, NTP 339.033:2015, NTP 339.034:2015 y NTP 339.077.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: Aplicada.

A lo referido por Borja (2016), una investigación aplicada es aquella que busca el desarrollo, la comprensión y el cambio de la realidad problemática de manera directa haciendo uso de conocimientos adquiridos. Por consiguiente, para el presente estudio consideramos como alternativa el uso del concreto armado con PRFV que ayudará a solucionar problemas constructivos y reducir productos contaminantes.

Diseño de investigación: Experimental

Para analizar los efectos o resultados sobre la variable dependiente, es necesario manipular la variable independiente durante el desarrollo de un proyecto experimental (Cabezas, et. Al, 2018). Esto implica alterar intencionalmente la fibra de vidrio, que sirve como variable independiente, con el objetivo de examinar los atributos físicos y mecánicas del concreto, que actúa como variable dependiente. Esta adherencia a una situación controlada garantiza que el experimento se lleve a cabo de manera sistemática y controlada.

Enfoque: Cuantitativo

Este enfoque se basa en la recopilación de datos, los cuales generaran un análisis estadístico en base a mediciones numéricas con la finalidad de comprobar las hipótesis planteadas (Hernández, 2014). Por consiguiente, para el presente estudio hemos empleado el enfoque cuantitativo puesto que la data obtenida de resultados experimentales se basó en la recolección de datos numéricos.

3.2. Variables y operacionalización

Variable Independiente: Varillas de fibra de vidrio

Definición conceptual: Las varillas de fibra de vidrio constan de dos componentes esenciales, a saber, una matriz de resina el cual cumple el papel de agente aglutinante y la propia fibra de vidrio, que también se conoce como polímero PRFV. Al incorporar fibra de vidrio, confiere resistencia y resiliencia notables al compuesto, permitiéndole resistir diversos elementos ambientales. Por otro lado, la resina no sólo actúa como agente aglutinante, sino que también posee propiedades resistentes a la corrosión, lo que mejora aún más la longevidad y la integridad estructural de las barras con PRFV. (Pichardo, 2020).

Definición operacional: Las barras con refuerzo de PRFV, se analizarán en función de su dimensión, característica y propiedades.

Dimensiones: Características y propiedades de la barra de PRFV

Indicadores: diámetro (mm, pulg), sección transversal (mm², cm²), patrón de elasticidad (Gpa, kg/cm²), resistencia a la tracción (Mpa, kg/cm²).

Escala de medición: Razón

Variable Dependiente: Comportamiento físico y mecánico en vigas de concreto

Definición conceptual: Corresponde a una característica propia de un componente o material sólido, que al ser sometido a esfuerzos externos ofrece resistencia, hasta cierto punto donde falla o se destruye el material. El resultado más alto que pueda alcanzar el material es la resistencia que tiene el componente o material, Sánchez (2021).

Definición operacional: A través de ensayos de laboratorio verificaremos su comportamiento físico mecánico cuantificando su calidad midiendo las capacidades de cargas, Momentos nominales y Deformaciones

Dimensiones: Propiedades física y mecánica del concreto

Indicadores: Capacidad de carga, Momento nominal y deformaciones

Escala de medición: La Razón

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: Salkind (2018), considera población corresponde a un grupo de procesos o sujetos los cuales son objetos de estudio y de datos de investigación. En el presente estudio se tomará como población 10 elementos tipo viga de concreto reforzado considerando una resistencia a la compresión de 280 kg/cm².

Muestra: Según Robles (2019), la muestra se considera la parte representativa de la población que bien a ser un área o grupo escogido para realizar el estudio. Para los ensayos de comportamiento mecánico y físico, en el laboratorio se utilizaron 10 vigas reforzadas, estando ellas agrupadas de acuerdo con su configuración de armado cuyas dimensiones propuestas serán de 0.15m x 0.20m x 1.10m.

Tabla 4 Características de los materiales, cantidad y edades de prueba

Característica	Ø mm	Día	Unidades	Día	Unidades
Barras de PRFV	6 mm	7,14		28	
	12 mm	7,14	3	28	2
Barras de acero	6 mm	7,14		28	
	12 mm	7,14	3	28	2
Sub total			6		4
Total				10	

Fuente: elaboración propia

La tabla N° 4, refleja la descripción de la muestra usada para la presente investigación, donde hemos considerado un total de 10 vigas de concreto reforzado según su tipo.

Muestreo: Según Hernández G. (2021), la muestra se elige de acuerdo a la conveniencia del investigador, lo cual le permite la elección arbitrariamente de los elementos en estudio. El presente estudio considera un muestreo no probabilístico puesto que se considera la misma cantidad de elementos que la población, los cuales fueron elegidos de manera arbitraria.

Unidad de análisis: La viga de concreto reforzado de resistencia 280 kg/cm²

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La observación directa se empleó como técnica para recabar información, la cual se define como los procedimientos donde participa el sujeto - objeto mediante la observación para la recopilación de datos (Crotte, 2011) y en nuestro caso las datos obtenidas en los ensayos de laboratorio fueron registrados en base a las secuencias del desarrollo de la prueba a través de lo observado.

Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos son herramientas esenciales que nos permiten recopilar los datos necesarios para nuestro estudio, creando las condiciones de medición de las variables involucradas (Mendoza, S. 2020). Para la presente investigación se han utilizado los formatos para ensayos de laboratorio como son los análisis de agregados, ensayos de compresión y ensayos de flexión. Esto nos permitió evaluar minuciosamente los resultados de muestras específicas y también comparar los resultados entre vigas de acero y vigas de varilla de fibra de vidrio, considerando al mismo tiempo la distribución adecuada para varios grupos de edad. El análisis de los datos registrados en la hoja de resultados de los ensayos de laboratorio sigue los lineamientos marcados por la norma NTP 339.114:2016, que detalla los distintos estudios concretos a realizar.

Validez de los instrumentos y equipos

Los instrumentos son validados precisando su alcance de su rigor operativo corresponde a un tipo de estudio que contemple sus características y procedimientos (López F., 2019).

En nuestro caso la validez de la tesis se apoya en los procesos y procedimientos de los ensayos, los cuales se encuentran enmarcados en manuales y marco normativo vigente de acuerdo a su tipología, asimismo para los equipos e instrumentos de medición su validez se da por los certificados de calibración y estricto cumplimiento de las normas de aplicación.

Confiabilidad

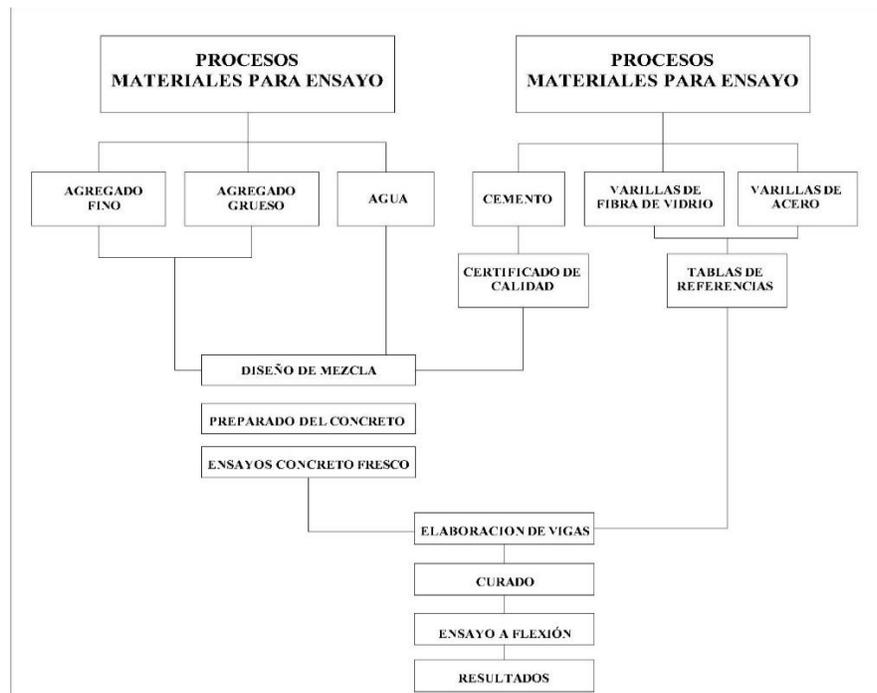
Para la presente Investigación, usaremos los instrumentos del laboratorio de ensayos

de materiales, muestreo y máquinas de flexión para vigas, estos están perfectamente calibrados, estandarizados y han obtenido la normalización ISO 9001:2015, dicho laboratorio se denomina INGEOCONTROL S.A.C. ubicado en Lima, distrito de Comas, Urb. Santa Luzmila, Jr. Hurtado de Mendoza 280.

3.5. Procedimientos

Se inició con la validación de los instrumentos que posteriormente son aprobados por los expertos en la materia los cuales garantizan la confiabilidad de dichos instrumentos. Para el tema operativo de nuestra investigación se utilizarán los instrumentos en base al tamaño de población y muestra, lo que conlleva a realizar un análisis de toda la información recabada, referir las conclusiones para luego contrastar con los antecedentes, iniciando la discusión de los resultados.

Figura 2: Flujograma de procedimientos



Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 2, presentamos un esquema con los procesos llevados a cabo para nuestra investigación, el cual culmina con los resultados que alimentara a la discusión.

Para la obtención de la información técnica se realizaron los siguientes procesos:

Ensayo de los Materiales

Las pruebas se realizaron en el laboratorio INGECONTROL cito Urb. Santa Luzmila Jr. Hurtado de Mendoza 280 - distrito de Comas - Lima. Antes de proceder con el cálculo de la mezcla y el posterior armado de la muestra, es necesario conocer las características de los materiales incluidos en su composición, para ello es necesario realizar lo siguiente Pruebas en el caso de áridos:

Tabla 5 Ensayos específicos de materiales desarrollados considerando su marco normativo

Descripción del ensayo	Normatividad
Reducción de agregado	ASTM C 702
Ensayo granulométrico (AF y AG)	ASTM C 136
Contenido de humedad (AF y AG)	ASTM C 566
Ensayo de Peso Unitario Suelto y Compactado (PUS y PUC)	ASTM C 29
Peso específico	MTC E206
Gravedad específica	MTC E205
Absorción	MTC E205
Asentamiento	NTP 339.183
Diseño de Mezcla	ACI 211.1
Medición de la Temperatura del Concreto	ASTM C 1064
Elaboración y Curado de Especímenes de Concreto en Laboratorio	ASTM C 192 NTP 339.183
Ensayo a compresión axial del concreto	NTP 339.034 / ASTM C39
Ensayo a la Flexión en Vigas de Concreto	ASTM C78 / NTP 339.078
Condiciones de diseño para vigas reforzadas con GFRP a flexión	ACI 440.1R (2015)
Análisis de deflexión en vigas	ACI 318 / E.060

AF: agregado fino, AG: agregado grueso, PUS: peso unitario suelto PUC: compactado

La Tabla N° 5 nos describe los ensayos desarrollados en la presente investigación, teniendo en cuenta el marco normativo vigente según su tipología de aplicación, a ello resaltamos que la norma ACI 440.1R (2015) fue usada solo como modelo de

seguimiento que caracteriza a las condiciones de prueba a flexión para concreto reforzado con polímeros, en este caso con fibra de vidrio.

Preparación de muestras (acero y PRFV)

Para preparar los moldes para la colocación de los refuerzos, es necesario impregnar los refuerzos con un desmoldante. Posteriormente se aplica un recubrimiento de 2,5 cm para ambos especímenes usando separadores de concreto como base.

Las vigas se sometieron a un proceso de relleno en tres capas, donde cada capa se comprimió mediante el uso de una varilla (15 golpes por capa). Finalmente se realizó la nivelación de las vigas.

Vaciado de vigas y engrase

Se colocaron etiquetas en las vigas para indicar el tipo de refuerzo y el día de vertido. Una vez pasadas las 24 horas, se retira la etiqueta del molde y comienza el proceso de curado. Para este estudio en particular, el curado se realizó en condiciones de construcción, lo que significa que se curó tres veces al día hasta el día de la prueba.

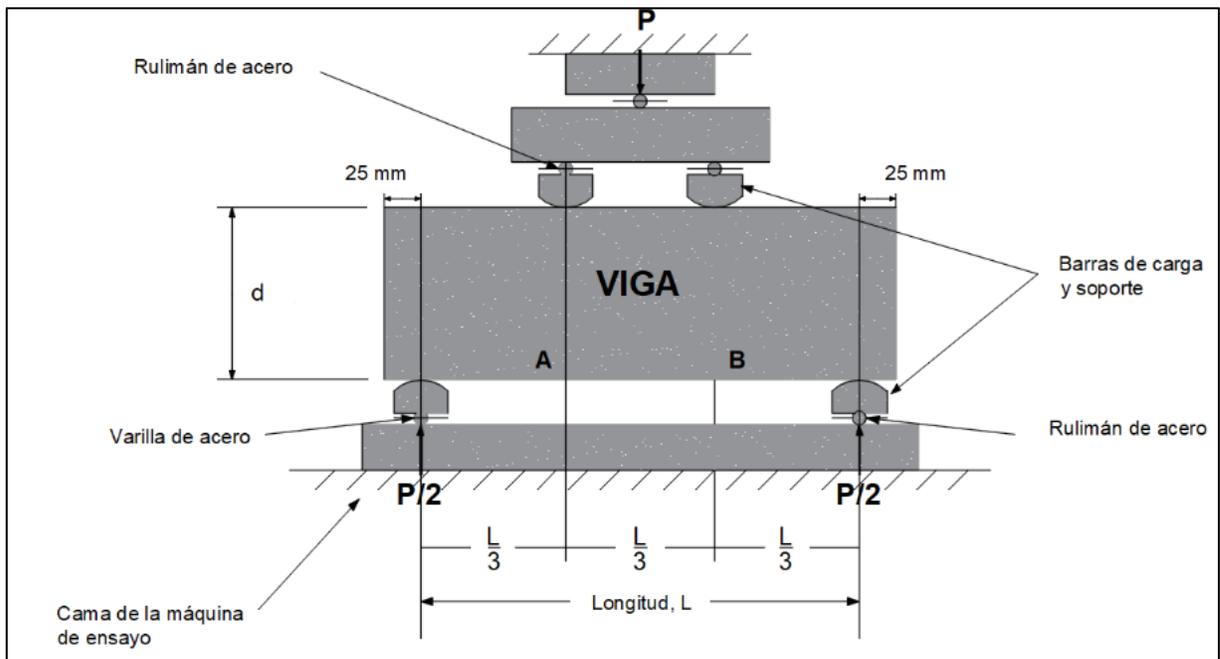
Resistencia a la compresión de especímenes de concreto

Consiste en aplicar una carga en línea recta empujándola hacia adentro hasta llegar a un punto de ruptura. Este ensayo indica la capacidad que resiste un determinado material a la aplicación de una determinada carga, numéricamente es la división de esta carga entre la sección transversal del material. Esto nos ayudó a determinar si la mezcla usada corresponde a una resistencia de 280 kg/cm². Para confirmarlo, se someten a este ensayo tres muestras cilíndricas en distintos intervalos de tiempo, concretamente a los 7, 14 y 28 días.

Flexión en vigas de concreto

Las pruebas realizadas cumplen con la NTP 333.078 y ASTM C78, pero existen variaciones menores atribuibles a las distintas propiedades de las vigas y materiales bajo examen. En consecuencia, esta investigación tiene como referencias principales a los aportes de Cristian et. al. en 2022, Murayari en 2020, Hidalgo et al. en 2018, y Barnuevo en 2022 que forman la base sobre la que se construyen estas pruebas.

Figura 3: Modelo esquemático de la configuración del ensayo a flexión



Fuente: Elaboración propia

En la figura 3 se muestra el esquema del método de ensayo usado para la flexión en concordancia con la norma ASTM C78.

El experimento consistió en someter a presión la muestras con refuerzo de acero y PRFV. Se consideró 10 cm en los apoyos de los extremos de la viga y se colocaron dos cargas puntuales en los tercios de la sección analizada. Esta configuración fue diseñada para garantizar que el tercio medio de la viga experimentara una flexión pura.

De esta manera, para medir las deflexiones inmediatas, se colocó un comparador de dial analógico marca INSIZE en el centro del haz.

Con esto se buscó analizar y comparar el comportamiento físico y mecánico de vigas de concreto reforzadas con acero (12 mm de diámetro) y PRFV (12 mm de diámetro). Usaremos el comportamiento a flexión del refuerzo en estas vigas para poder determinar las capacidades de carga, momentos nominales y deformaciones, por lo tanto, cualquier viga que falle debido a cortante será excluida de nuestro análisis. Antes de realizar los experimentos, marcaremos cuidadosamente cada viga con líneas rectas que se dividen en tercios de su longitud.

Figura 4: Especímenes de vigas con la configuración según la norma ASTM C78



Fuente: Elaboración propia

Las marcas en las vigas servirán para indicar las ubicaciones específicas donde se aplicarán las cargas, así como el posicionamiento de los soportes. Además, se implementó un sistema de nomenclatura sistemático para diferenciar e identificar cada viga individual.

Equipo de carga de 60Ton con gato hidráulico de 20Ton

Todo el experimento se llevó a cabo dentro de un marco de carga (equipo hidráulico) que tenía capacidad para manejar hasta 60 toneladas, utilizando un gato hidráulico de 20 toneladas. Por cada 1 mm de deflexión producto de las cargas, fueron registradas por la unidad de lectura digital marca ADR Touch.

Figura 5: Equipo hidráulico de 60 Ton. Con gato hidráulico de 20 Ton.



Fuente: Elaboración propia

Posicionamiento de la viga

Durante la fase de prueba, se registran cuidadosamente el punto en el que la grieta inicial se hace visible, así como las cargas experimentadas cada 1 mm de deflexión y la carga de rotura última. Estos datos registrados luego se utilizan para calcular los momentos nominales.

Condiciones para vigas reforzadas con GFRP - ACI 440.1R (2015)

Según el ACI 440.1R (2015), operativamente para las muestras con GFRP se trabajan dos tipos de falla: primero, la falla es causada por las mismas varillas y posterior falla el concreto. El otro causal es la rotura del concreto seguido de la falla de las varillas de GFRP, que refiere a una fractura quebradiza, sin embargo, estas se controlan según las condiciones de factores de seguridad aplicados (ACI440.1R, 2015).

Ahora, para vigas reforzadas con varillas de acero, se aplican tres criterios de falla. La falla dúctil, el acero fluye seguido de la rotura del concreto armado. La fractura frágil, ocurre ante la rotura del concreto antes de la fluidez del acero. Por último, la falla balanceada, cuando la concreto falla y el acero fluye al mismo tiempo. Por consiguiente, operativamente en los especímenes de acero convencional, se busca una falla dúctil. (Pichardo & Tovar, 2020).

Tabla 6 Comparativo características mecánicas de barras de GFRP y el acero convencional

	Varillas GFRP	Varilla de acero
Tipo de material	Anisotropico	Isotrópico
Agrietamiento	Agrietamiento máximo de 0.07 cm	Agrietamiento máximo de 0.04 cm
Deflexión	No se toma en cuenta el refuerzo a compresión	Se toma en cuenta el acero a compresión
Cortante	A la doblez la resistencia disminuye	Mantiene la resistencia a la doblez
Flexión	Falla por aplastamiento del concreto	Falla dúctil

Fuente: Pichardo & Tovar (2020)

De la Tabla N° 6 podemos indicar que la resistencia a la flexión esta monitoreada por el aplastamiento del concreto y respecto a la varilla su esfuerzo a la tracción es menor que su resistencia máxima.

Según el American Concrete Institute ACI 440.1R (2015), las varillas de GFRP se pueden tratar como un elemento compuesto y su relación considerable radio/longitud es adecuado para el refuerzo interno del hormigón. Una varilla de PRFV está compuesta por fibras de vidrio longitudinalmente unidireccionales esto contribuye a la

absorción de las fuerzas de tracción, y la parte polimérica que protege y transmite la tensión entre las fibras y la estructura que las rodea (Cristian et. al, 2022).

Los estribos considerados como elementos curvos, en el caso de los PRFV disminuyen en un 60% su resistencia a la tracción comparándolas con las varillas rectas (Pichardo & Tovar, 2020). Por consiguiente, se utilizaran estribos de acero en el grupo de los PRFV ya que el proceso de doblado de las varillas de fibra de vidrio requieren más tiempo considerando además su desventaja frente al acero (Cristian et. al, 2022).

Consideraciones para la flexión en vigas reforzadas con GFRP

Se usa el concepto de Estado Límite Último el cual nos asegurará una adecuada resistencia considerando un factor de seguridad para el diseño (Barnuevo, 2022). Para la resistencia a flexión se considera que el estado limite calculado es menor o igual a la resistencia ultima esto añadido al modelo de esfuerzos distribuidos y deformaciones planteados por (Díaz & Wainshtok, 2018). Para la norma ACI440.1R, 2015 considera la resistencia a la flexión como: $\phi S_n \geq S_u$, sin embargo, para compatibilizar la nomenclatura usaremos la siguiente ecuación:

$$\phi M_n \geq M_u$$

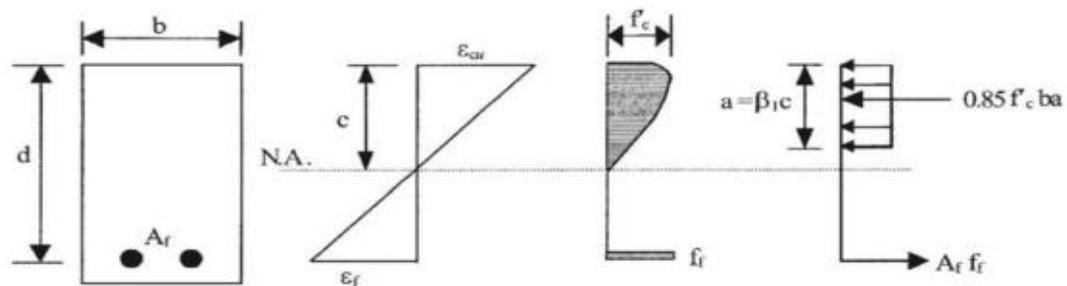
Donde

ϕ : Factor de resistencia

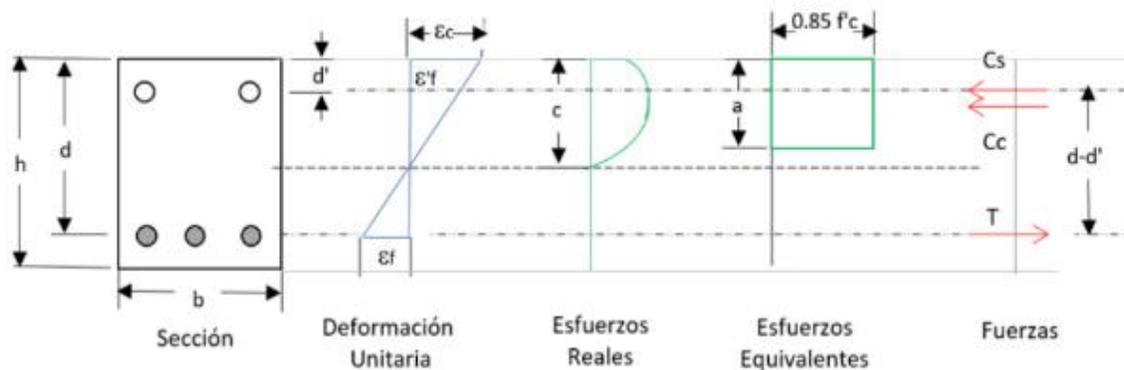
M_n : Momento nominal

M_u : Momento ultimo

Figura 6: Esfuerzos y deformaciones de sección de viga reforzada con GFRP según Norma ACI440.1R, 2015



(a) Failure governed by concrete crushing



Fuente: Norma ACI440.1R, 2015

En la Figura N° 6, se hace la esquematización para los cálculos de los esfuerzos y deformaciones de vigas reforzadas con varillas de fibra de vidrio según el ACI 440.1R (2015), lo cual nos sirvió para el estudio de la metodología de análisis del comportamiento mecánico de las vigas considerando la capacidad de carga, la resistencia a la flexión y las deformaciones inmediatas.

Descripción de las características de las vigas usadas en los ensayos

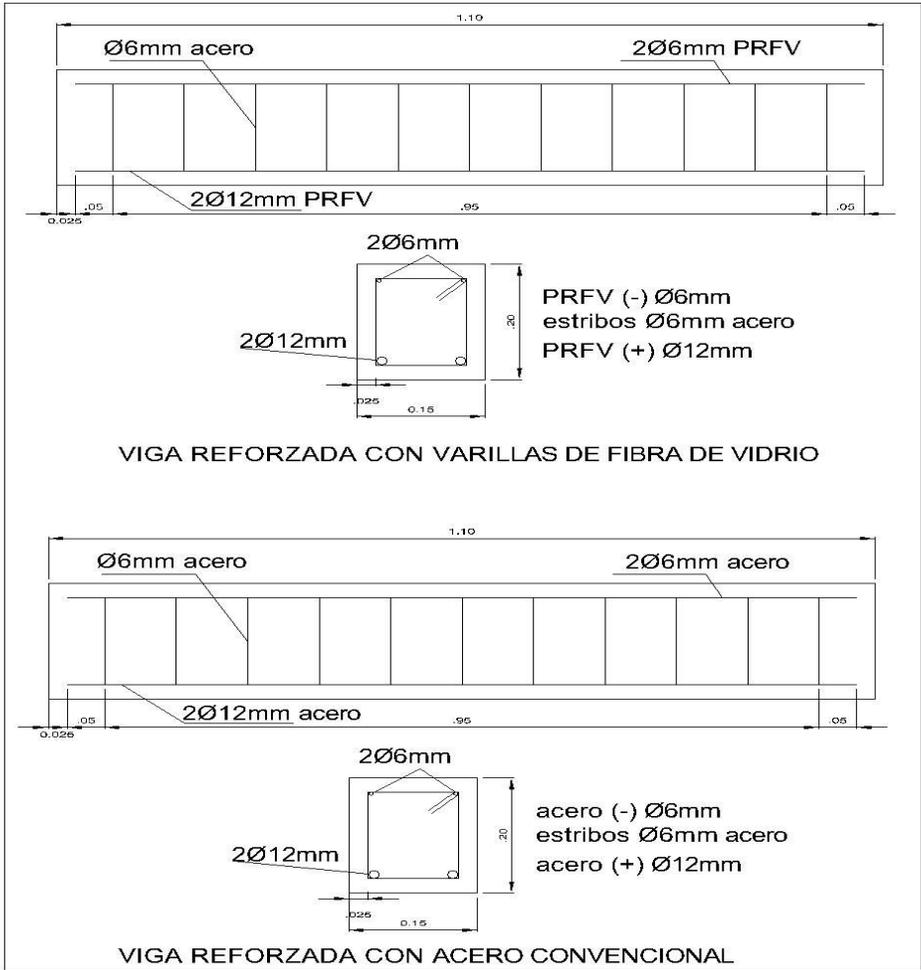
Para que un elemento sea considerado como una viga, debe cumplirse que la luz libre no debe ser menor a cuatro veces su altura efectiva, de esta forma se garantiza al 100% la teoría de la flexión (ACI318S-08), dicha postura también se adopta en la norma E.060 (2009). Para el recubrimiento, en cuanto a vigas consideramos 3.81cm (A.C.I. 440.5, 2008) y 4cm (norma E.060, 2009), para la presente investigación se consideró un espesor de 2.5cm considerando que el uso de vigas puede darse también en albañilería confinada aparte de los pórticos. La distribución de estribos se aplicó para el acero según la norma E.060 (2009) y la norma ACI 440.1R-15, 2015 para varillas de fibra de vidrio.

Bajo estas consideraciones optamos por considerar 10 especímenes de vigas con dimensiones 15cm x 20cm x 110cm distribuidos en 05 vigas de concreto reforzado longitudinalmente con acero de 12mm y transversalmente con 6mm, asimismo 05 especímenes de vigas reforzados longitudinalmente con varillas de fibra de vidrio de 12mm y transversal con estribos de acero de 6 mm. Los refuerzos se consideraron

según la norma E.060 (2009) para el caso del acero y para varillas de fibra de vidrio se utilizó el ACI 440.1R-15, 2015.

A continuación, se muestran las características y dimensiones de las vigas reforzadas con acero y reforzadas con fibra de vidrio conservando para ambos casos refuerzos longitudinales negativos de 12mm y refuerzos transversales de 6mm.

Figura 7: Esquema de dimensiones de las vigas consideradas en la investigación



Fuente: elaboración propia

En la figura N° 7 se muestran que las vigas analizadas comparten las mismas características longitudinales, de sección y de reforzamiento para realizar los estudios en igualdad de condiciones, teniendo en cuenta que el reforzamiento transversal para las vigas reforzadas con PRFV se usó acero de 6mm.

3.6. Método de análisis de datos

La búsqueda de investigación fue recopilada de las investigaciones de las tesis procesadas con sus ensayos de laboratorio de mecánica de suelos, con los diferentes programas de Excel, SPSS y otros programas más. De la información obtenida podemos presentar los gráficos, los cuadros, imágenes y resúmenes por lo que se derivara con los ensayos de laboratorio. El objetivo principal del ensayo de laboratorio es evaluar el comportamiento mecánico de las vigas de concreto para soportar esfuerzos de flexión, de acuerdo con las especificaciones señaladas en la Norma Técnica Peruana 339.078/339.079 HORMIGÓN.

3.7. Aspectos éticos

Los investigadores involucrados para este trabajo de investigación se han comprometido a mostrar el máximo respeto por los resultados y garantizar la seguridad de todos los datos recolectados en el laboratorio, siguiendo los lineamientos y estándares establecidos por las Normas Técnicas Peruanas y el propio criterio del investigador. Nos comprometemos a tener precaución y honestidad en el manejo de toda la información proporcionada por los participantes del proyecto.

IV. RESULTADOS

Ahora presentamos los resultados que se obtuvieron en los ensayos de laboratorio, referidos a los análisis en cuanto a la capacidad de carga, momentos nominales y las deflexiones inmediatas para estudiar el comportamiento físico y mecánico en vigas reforzadas con varillas de fibra de vidrio (12 mm) y en vigas reforzadas con varillas de acero convencional (12 mm).

Respecto al primer objetivo específico: Determinar la influencia de las cargas en el comportamiento mecánico de vigas de concreto reforzado con varillas de fibra de vidrio, Lima, 2023.

A través del ensayo a flexión en vigas, se registraron las variaciones de las cargas experimentadas cada 1 mm de deflexión y considerando además la carga de rotura última. Se trabajaron con las vigas de ambos especímenes para las edades de 7, 14 y 28 días. Con los datos arrojados hicimos el análisis del comportamiento mecánico de la viga reforzada con PRFV.

Gráfico 1: Carga máxima para la edad de 7 días. PRFV Ø12mm y Acero Ø12mm



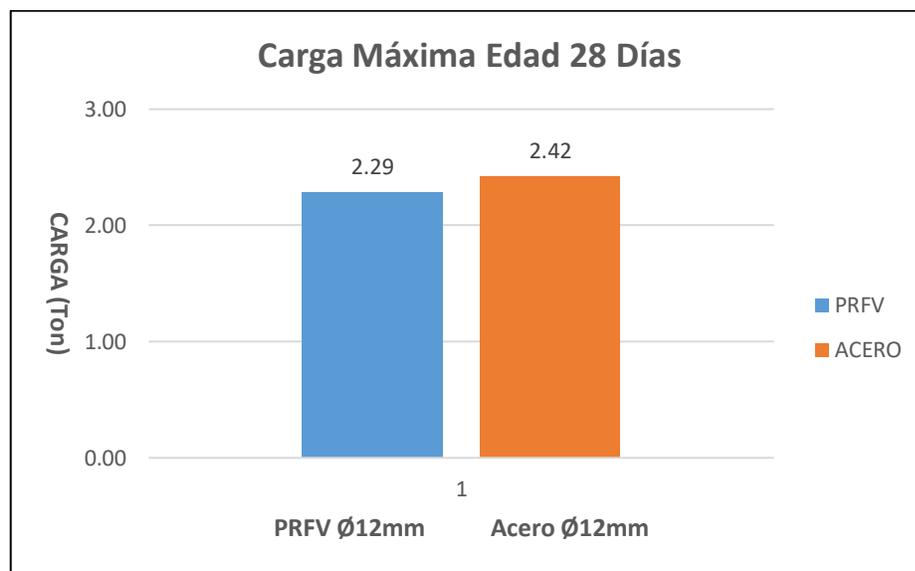
Fuente: elaboración propia

Del gráfico N° 1, observamos que la viga con PRFV ø 12mm soportó una carga

máxima de 5.29 ton. a comparación del acero que soporto 5.00 ton, analizando se tiene un incremento de un 5.8% más carga que la viga con refuerzo de acero \varnothing 12mm.

Seguidamente presentamos los resultados de laboratorio para los 28 días, referidos a las cargas máximas para las vigas con refuerzo de acero (02 unidades) y vigas con refuerzo de PRFV (02 unidades). De acuerdo con las figuras, hemos tomado como muestra patrón las vigas reforzadas con acero convencional (12mm) dándole un peso del 100% con la finalidad de compararlos con las vigas con PRFV de refuerzo.

Gráfico 2: Carga máxima para la edad de 28 días PRFV \varnothing 12mm y Acero \varnothing 12mm



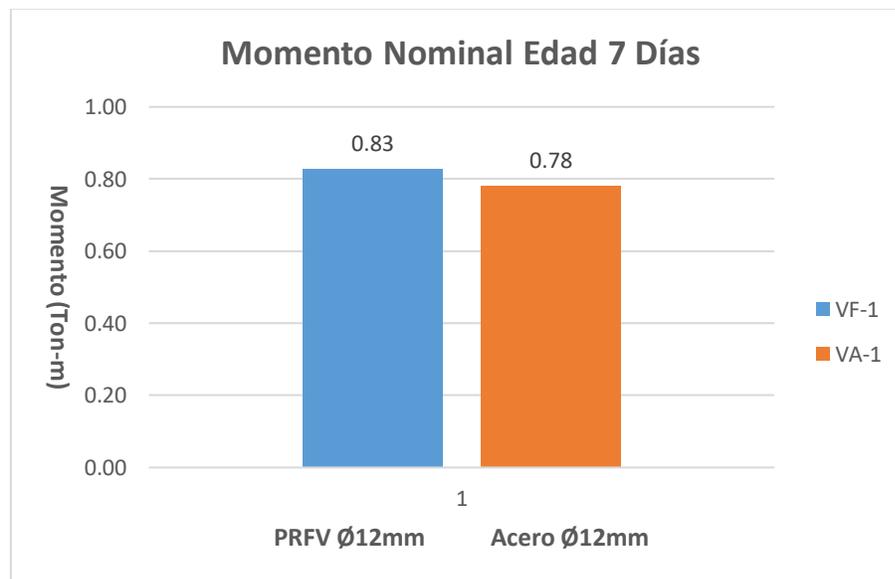
Fuente: elaboración propia

Observamos en el grafico N° 2, que la viga con PRFV \varnothing 12mm soportó una carga máxima de 2.29 ton. a comparación del acero que soporto 2.42 ton, por lo que el acero supero en un 5.68% más carga que la viga con refuerzo de PRFV \varnothing 12mm.

Respecto al segundo objetivo específico: Evaluar los momentos nominales flexionantes en las vigas reforzadas con varillas de fibra de vidrio, Lima, 2023.

A través del ensayo a flexión en vigas y teniendo los registros de variación de las cargas actuantes, se pudieron obtener los momentos nominales flexionantes considerando para ello la tercera parte del producto resultantes de la carga aplicada por la longitud la luz de viga. Se trabajaron con las vigas de ambos especímenes para las edades de 7, 14 y 28 días. Con los datos arrojados analizamos el análisis del comportamiento mecánico de la viga reforzada con PRFV

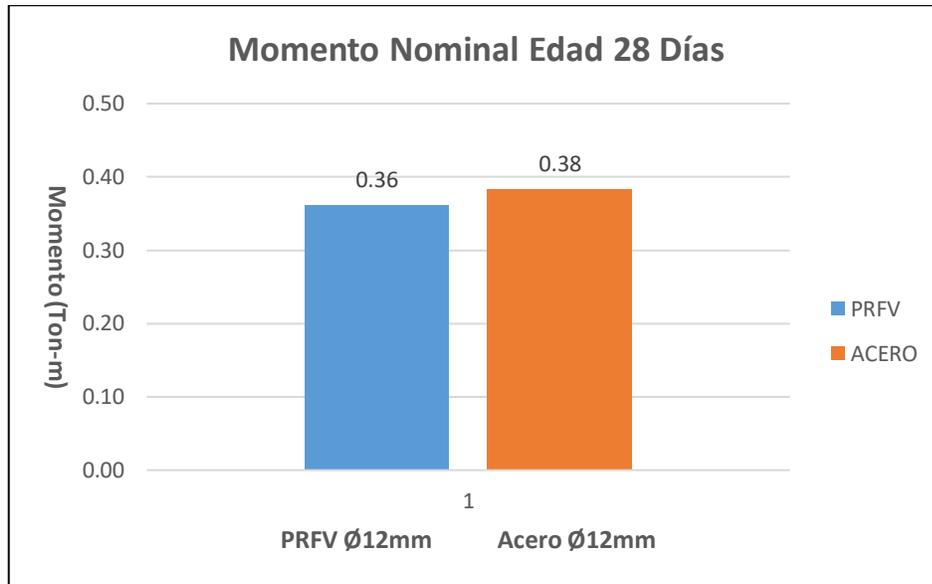
Gráfico 3: Momento nominal para los 7 días. PRFV Ø12mm y Acero Ø12mm



Fuente: elaboración propia

Observamos que para el grafico N° 3, la viga con PRFV \varnothing 12mm de refuerzo, soportó un Momento Nominal de 0.83 ton-m. y el acero \varnothing 12mm de 0.78 ton-m, analizando se tiene un incremento de un 6.41% más de soporte de momento nominal que la viga con refuerzo de acero \varnothing 12mm, esto debido a su mayor resistencia a la tracción, sin embargo, no tiene fluencia, por lo que se pudo observar en los ensayos la presencia de agrietamientos y a pesar que soporta más carga la varilla de PRFV no sufría ruptura alguna.

Gráfico 4: Momento nominal para la edad de 28 días en PRFV Ø12mm y Acero Ø12mm



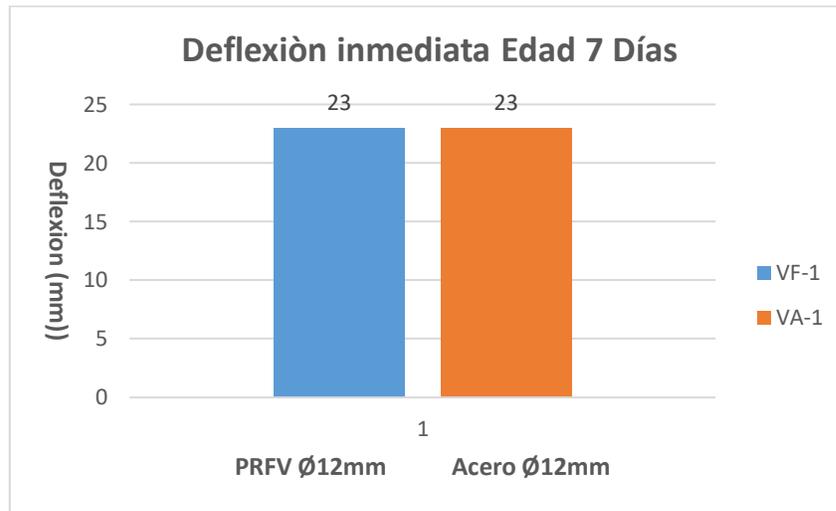
Fuente: elaboración propia

Observamos que para el gráfico N° 4, la viga con PRFV \varnothing 12mm de refuerzo, soportó un Momento Nominal de 0.36 ton-m. y el acero \varnothing 12mm de 0.38 ton-m, por lo que el acero superó en un 5.56% más momento nominal que la viga con refuerzo de PRFV \varnothing 12mm.

Respecto al tercer objetivo específico: Evaluar las deformaciones en vigas de concreto reforzado con varillas de fibra de vidrio, Lima, 2023.

A través del ensayo a flexión en vigas, se analizaron las deformaciones a través del registro de las deflexiones inmediatas, considerando para ello, las variaciones de las cargas experimentadas cada 1 mm de deflexión, esta acción sirvió para analizar el comportamiento físico en vigas reforzadas con varillas de fibra de vidrio (12 mm) y en vigas reforzadas con varillas de acero convencional (12 mm). Se trabajó con las vigas de ambos especímenes para las edades de 7, 14 y 28 días.

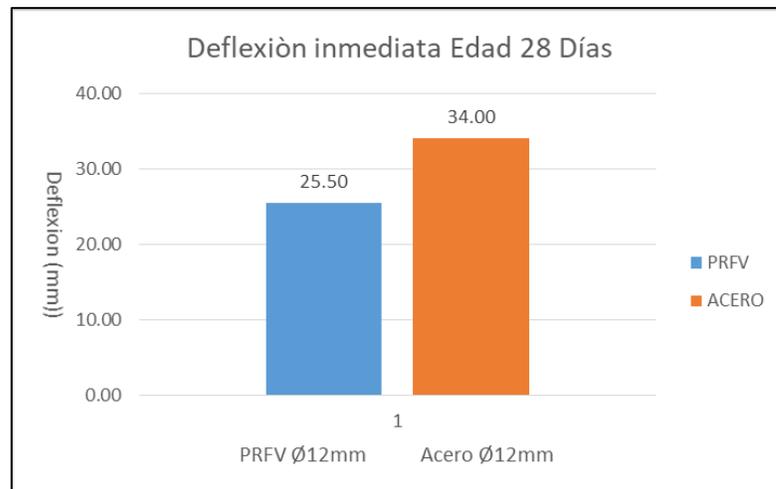
Gráfico 5: Deflexión inmediata para la edad de 7 días PRFV Ø12mm y Acero Ø12mm



Fuente: elaboración propia

Observamos que del gráfico N° 5, tanto para las vigas reforzadas con varillas de fibra de vidrio como las reforzadas con acero, las deflexiones arrojadas se encuentran en un promedio de 23 mm para cada una, considerando que soportaron una carga máxima de 5.29 ton y 5.00 ton respectivamente.

Gráfico 6: Comparación de Deflexión inmediata para la edad de 28 días



Fuente: elaboración propia

Observamos en el grafico N° 6, que las vigas reforzadas con varillas de fibra de vidrio obtuvieron en promedio 25.5 mm de deflexión, un valor menor a las deflexiones registradas en las vigas de acero en un orden de 34 mm, considerando que soportaron una carga máxima de 2.29 ton y 2.42 ton respectivamente, lo cual representa un 25% de diferencia. Encontrándose además estos valores dentro del rango de deflexiones permitidas para elementos de viga de acuerdo al ACI 211.1. Ver anexos.

Seguidamente presentamos el consolidado del registro de datos obtenidos en los ensayos a flexión, donde se puede apreciar el comportamiento mecánico y físico de las vigas reforzadas con PRFV versus las vigas patrón, tal como se presenta a continuación:

Tabla 7 Datos de Cargas Máximas, Momentos Nominales y Deflexiones de Vigas

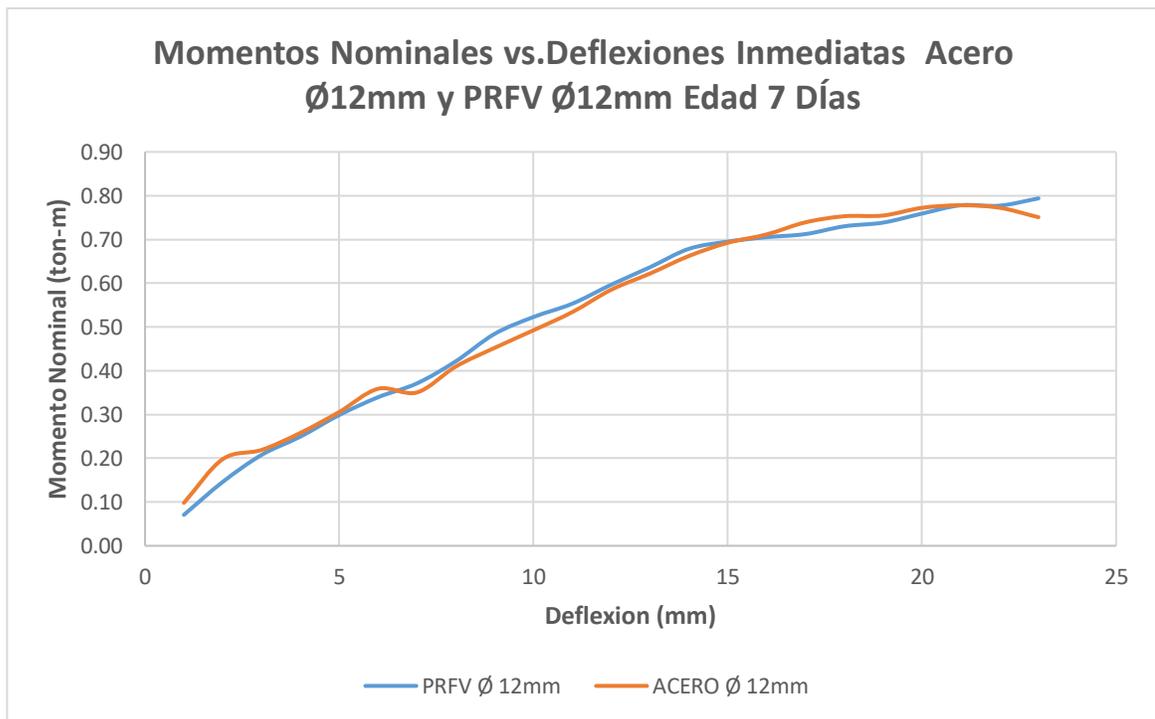
Nombre	Edad	Tipo de refuerzo	Carga máxima	Promedio de carga máxima	Momento nominal	Promedio de Momento nominal	Deflexión	Promedio de deflexión	Tipo de falla
VF:RFV VA: Acero	días		Ton	Ton	Ton-m	Ton-m	mm	mm	
VF-1	7	Ø12mm	5.29	5.29	0.84	0.83	23	23	Flexión
VA-1	7	Ø12mm	5.00	5.00	0.79	0.78	23	23	Flexión
VF-2	14	Ø12mm	2.06	2.46	0.33	0.39	23	22.00	Flexión
VF-3	14	Ø12mm	2.85		0.45		21		Flexión
VA-2	14	Ø12mm	2.68	2.68	0.42	0.21	22	22.00	Flexión
VA-3	14	Ø12mm			0.00		22		Flexión
VF-4	28	Ø12mm	2.28	2.29	0.36	0.36	17	25.50	Flexión
VF-5	28	Ø12mm	2.29		0.36		34		Flexión
VA-5	28	Ø12mm	2.19	2.42	0.35	0.38	34	34.00	Flexión
VA-5	28	Ø12mm	2.65		0.42		34		Flexión

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la Tabla N° 7, apreciamos que para los 10 especímenes de vigas utilizadas todas presentaron el tipo de falla por flexión, no obteniendo fallas del tipo cortante, por tanto, todas las vigas fueron aceptadas para los análisis en cuanto a

la capacidad de carga, momento nominal y las deflexiones inmediatas. Asimismo, para la Viga VA-3 el resultado de carga máxima fue descartada puesto que el resultado arrojado difiere en un 100% a la continuidad de resultados útiles para los análisis. Asimismo, para un mejor panorama, analizaremos el comportamiento físico mecánico en las muestras estudiadas considerando los momentos nominales y las deflexiones inmediatas

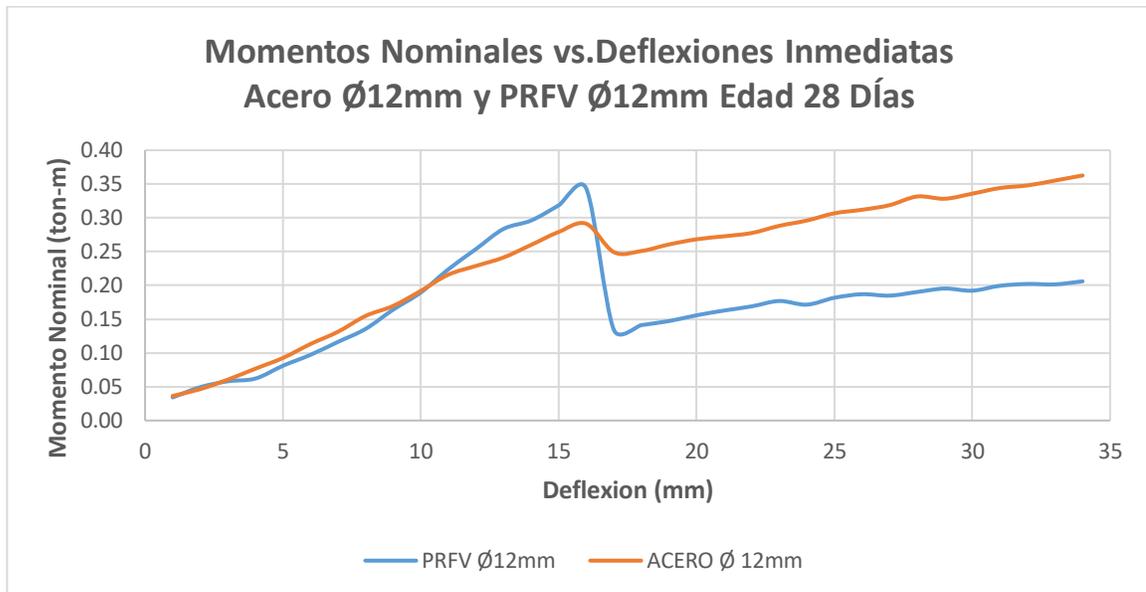
Gráfico 7: Momentos Nominales versus Deflexiones en PRFV Ø12mm y Acero Ø12mm



Fuente: elaboración propia

El gráfico N° 7 nos muestra que a pesar de que la varilla de fibra de vidrio posee un módulo de elasticidad bajo en comparación con el acero convencional, se puede apreciar que, a los 7 días, ambos materiales tienen un similar comportamiento y similar pendiente. Asimismo, se aprecia que el momento nominal máximo alcanzado por el PRFV es de 0.83 ton/m superior a los 0.78 ton/m del acero los cuales generaron una deflexión máxima de 23 mm.

Gráfico 8: Momentos Nominales vs Deflexiones en PRFV Ø12mm y Acero Ø12mm 28 días



Fuente: elaboración propia

El gráfico N° 8, nos muestra que a pesar de que PRFV tienen un módulo de elasticidad bajo en comparación con el acero convencional, se puede apreciar que, a los 28 días, las vigas con refuerzo de varilla de fibra de vidrio soportan mayor momento nominal que las vigas reforzada con acero tomando como referencia el momento máximo antes del cambio de pendiente, el cual registra una deflexión de 16 mm para ambos tipos de muestras. Sin embargo, al final de la prueba fueron las vigas con refuerzo de acero las que soportaron mayor momento nominal a pesar de que las varillas de fibra de vidrio soportan mayor fuerza a la tracción.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se desprende que para el día 28 de los ensayos, las vigas reforzadas con PRFV registran menor carga y momento nominal que las vigas con refuerzo de acero. Asimismo, referente a las deflexiones las vigas con refuerzo de PRFV obtuvieron en promedio 25.5 mm representando un 25% menor que la deflexión en vigas de acero de Ø 12 mm.

Teniendo los resultados completos de los ensayos en laboratorio, se puede analizar

en un panorama más amplio el comportamiento físico mecánico de las vigas con PRFV Ø 12 mm y las vigas de acero con Ø 12 mm, considerando para esto, los análisis en cuanto a la influencia de capacidad de carga, momento nominal flexionante y las deformaciones a través de las deflexiones inmediatas. Para el día 7 de las pruebas se observó que las vigas de PRFV soportaron un 5.80% mayor carga que las vigas con refuerzo de acero, además en referencia a los momentos nominales también superó en un rango de 6.41% a las vigas con refuerzo convencional. Asimismo, la deflexión obtenida para el día 28 en las vigas de PRFV superó en un 10.87% a la deflexión obtenida en el día 7, en cambio en las vigas de acero convencional la deflexión fue en aumento en un rango de 32.35%.

Para todos los casos en estudio, se tomaron como muestra patrón las vigas reforzadas con acero convencional (12mm) dándole un peso del 100% con la finalidad de compararlos con las vigas con PRFV de refuerzo.

V. DISCUSIÓN

Para el primer objetivo específico se planteó analizar la determinación con la que influyen las cargas en el comportamiento mecánico de las vigas de concreto reforzadas con varillas de fibra de vidrio, usando para este caso la comparación con las vigas con acero convencional, esto en base los aportes de Barnuevo (2022) quien sostiene que a la edad de 7 días de prueba las vigas de PRFV de \varnothing 12mm, soportaron un 30.8% más carga que las vigas con refuerzo de acero de 3/8". Considerando ello, en nuestra investigación verificamos que existe coincidencia con lo obtenido por Barnuevo (2022), puesto a la edad de 7 días de estudio la viga con refuerzo longitudinal de varillas de fibra de vidrio de \varnothing 12mm y transversal de \varnothing 6mm de acero, soportó una carga máxima de 5.29 ton. a comparación del acero que soporto 5.00 ton, obteniendo un incremento de un 5.8% más carga que la viga con refuerzo de acero, considerándose para ambos casos la disposición de cargas en los tercios del tramo de las vigas en estudio.

Asimismo, para los 28 días de prueba la viga con PRFV \varnothing 12mm soportó una carga máxima de 2.29 ton. a comparación del acero que soporto 2.42 ton, por lo que el acero superó en un 5.68% más carga que la viga con refuerzo de PRFV \varnothing 12mm, lo obtenido es concordante con los resultados que obtuvo Barnuevo (2022), el cual indicó que para los 28 días las vigas armadas con varillas de fibra de vidrio de \varnothing 12mm soportaron un 4.1% menos carga que las vigas armadas con acero de \varnothing 12mm, en esa misma línea Penalillo (2022) indicó que a los 28 días las vigas reforzadas con varilla de fibra de vidrio de \varnothing de 3/4" y 1/2" soportaron una carga de 14,000 kg y 12,000 kg respectivamente cifras por debajo de los 17,000kg y 15,000kg de vigas reforzadas con acero de similares diámetros, por otro lado Murayari (2020) concluye que las vigas armadas con varillas de fibra de vidrio tuvieron una disminución de carga en un 25% que las vigas reforzadas con acero. Sin embargo, de todos los resultados obtenidos por los citados autores existe la coincidencia con el presente estudio referido a que el porcentaje de carga con los que superan las vigas armadas con varilla de fibra de vidrio no superan el 50% de diferencia, considerándose un resultado bastante conservador y aceptable pudiendo realizar funciones estructurales de manera segura. Esta variación está

relacionada al comportamiento elastoplástico del acero estructural ya que cuando ocurre el desarrollo de la fluencia esto le permite soportar incrementos de carga hasta el límite de capacidad de fluencia del acero, que por el contrario las varillas de fibra de vidrio se comportan de manera elástica pero lineal durante toda la fase de operación lo cual consideramos una diferencia sustancial con el acero, tal como lo menciona Cristian et.al. (2022). Estos resultados se ven influenciados por el tipo de refuerzo que utilizó cada investigador, sin embargo, todos coinciden que las varillas de fibra de vidrio no logran una ductibilidad como el acero para continuar soportando cargas y mayores deformaciones.

Para el segundo objetivo específico, se planteó evaluar los momentos flexionantes en el comportamiento mecánico de las vigas de concreto reforzadas con varillas de fibra de vidrio, precisando que para el día 28, las vigas armadas con varillas de fibra de vidrio de \varnothing 12mm de refuerzo, soportó un Momento Nominal de 0.36 ton-m. y el acero \varnothing 12mm de 0.38 ton-m, por lo que el acero superó en un 5.56% más momento nominal que la viga con refuerzo de fibra de vidrio \varnothing 12mm lo que hace que esta diferencia hallada en porcentaje es bastante aceptable. Esto fue informado de manera similar por Barnuevo (2022) el cual indica que al pasar los 28 días las vigas con refuerzo de PRFV soportaron un 5% menos de momento nominal que las vigas con refuerzo de \varnothing 3/8" y un 4.1% menos momento nominal que las reforzadas con \varnothing 1/2", por consiguiente no logró que demostrara su hipótesis el cual indicaba que las vigas con refuerzo de varillas de fibra de vidrio soportaban un 20% más momentos flexionantes que las vigas de hacer convencional de diámetros \varnothing 3/8" y \varnothing 1/2". Asimismo, Murayari (2020) señaló una disminución de los momentos flexionantes generados en las vigas armadas con varillas de fibra de vidrio en un rango del 25% respecto a las vigas reforzadas con acero. En esa misma línea Cristian et.al. (2022), indicó en su estudio que las vigas reforzadas con fibra de vidrio (GFRP) soportaron cargas más bajas y registraron mayores deformaciones dentro de los estados de límite de servicio en comparación de las vigas reforzadas con acero, pese a ello aclara que con la distribución hecha en los especímenes se pudieron realizar funciones estructurales de manera segura.

Sin embargo, nuestros resultados no concuerdan con lo obtenido por Poma (2021), el cual precisa que las vigas reforzadas con varilla de fibra de vidrio presentan mayores niveles de resistencia última que las vigas reforzadas con acero convencional, considerando que esta data mencionada refiere a un estudio analítico.

Para el tercer objetivo específico se planteó evaluar si se desarrollará una reducción de deformaciones a través de las deflexiones inmediatas que afecten el comportamiento físico en las vigas de concreto reforzado con varillas de fibra de vidrio. Se verificó que, a los 7 días de prueba, las deflexiones arrojadas para las vigas reforzadas con varilla de fibra de vidrio $\varnothing 12\text{mm}$ y las vigas reforzadas con acero convencional de $\varnothing 12\text{mm}$ se encuentran en un promedio de 23 mm para cada una, encontrándose, estos valores para este caso dentro del rango de deflexiones permitidas para elementos de viga de acuerdo al ACI 211.1. Asimismo, a la edad de 28 días, la deflexión obtenida en las vigas reforzadas con varilla de fibra de vidrio $\varnothing 12\text{mm}$ superó en un 10.87% a la deflexión obtenida en el día 7, en cambio en las vigas de acero convencional la deflexión fue en aumento en un rango de 32.35% haciendo el comparativo, se obtuvo una deflexión promedio de 25.5 mm para las vigas reforzadas con varilla de fibra de vidrio y para las vigas con refuerzo de acero, se obtuvo una deflexión promedio de 34 mm representando una disminución del 25% a favor de las vigas armadas con varillas de fibra de vidrio. Estos resultados reafirman lo obtenido por Cristian et.al. (2022) el cual dentro de su estudio indica que las deflexiones máximas obtenidas para los grupos de REF (vigas reforzadas con acero) y los grupos GFRP (vigas reforzadas con polímero de fibra de vidrio) fueron 33.7mm y 32.24mm respectivamente, afirmando que las vigas del grupo GFRP sufrieron una deformaron de 4.33% menos que las vigas del grupo REF. Asimismo, Barnuevo (2022) precisa que para los 7 días de prueba, las vigas con refuerzo de varillas de fibra de vidrio $\varnothing 12\text{mm}$ obtuvieron un 11.40% menos deflexión que las vigas de acero convencional de $\varnothing 3/8"$, además para los 28 días de prueba las vigas con refuerzo de varillas de fibra de vidrio de $\varnothing 12\text{mm}$ tiene deflexiones de un 12.9% menos que las vigas con armadura de acero. En esa

misma línea Murayari (2020) concluye que se registró una reducción de 8mm de diferencia en las deformaciones de vigas de concreto reforzadas con fibra de vidrio y las vigas reforzadas con acero. Sin embargo, estos resultados no concuerdan con Poma (2021) el cual indicó que para un momento de 0.3 ton. Las vigas de acero convencionales sufrieron una deformación de 0.018u mientras que las vigas reforzadas con varillas de fibra de vidrio sufrieron una deformación máxima de 0.05u. considerándose una mayor deformación de casi 3 veces a la de las vigas de acero.

Por consiguiente, la deflexión mayor que ocurre en las vigas con armadura de acero se debe a su fluencia, puesto que la viga desarrolla más deformación, aunque no se incremente la carga, lo que no ocurre con las vigas reforzadas con fibra de vidrio, puesto que tiene un comportamiento elástico lineal hasta la falla de la viga, lo cual provoca un aumento de su deformación como consecuencia de su bajo módulo de elasticidad tal como lo sostienen todos los investigadores citados en el presente estudio.

El ensayo a flexión se desarrolló de manera exitosa puesto que todas las muestras registraron el tipo de falla por flexión registrados en su tercio central, no existiendo falla por cortante lo cual hacía que la muestra se desechara toda vez que se presente este tipo de falla.

VI. CONCLUSIONES

Con respecto al objetivo general, se logró determinar el comportamiento mecánico y físico de las vigas de concreto mediante la incorporación de varillas de fibra de vidrio, cabe precisar que las vigas con refuerzo de fibra de vidrio y con refuerzo de acero tienen un desempeño similar en cuanto a los ensayos de esfuerzos a flexión, diferenciándose en su resistencia y sus deformaciones, obteniendo que las vigas con acero convencional son más resistentes que las vigas con armadura de fibra de vidrio, sin embargo son las vigas con fibra de vidrio las que registran menores deformaciones que las vigas de acero. Los resultados obtenidos para las vigas armadas con fibra de vidrio fueron bastante conservadores en cuanto a la capacidad de carga y momento nominal cuya diferencia de valores obtenidos no superan el 10%.

Con respecto al primer objetivo específico, se logró determinar la influencia de las cargas en el comportamiento mecánico de las vigas de concreto reforzado con varillas de fibra de vidrio en comparación a las vigas de concreto armado convencional, obteniendo que aplicando las cargas en los tercios de la luz de viga, las muestras con refuerzo de fibra de vidrio soportaron un 5.8% más carga que la viga con refuerzo de acero a los 7 días de prueba, sin embargo a los 28 días fueron las vigas con acero que soportaron un 5.68% más carga que la viga con refuerzo de fibra de vidrio. Estos resultados se ven influenciados por las propiedades del acero, que a comparación de las varillas de fibra de vidrio logran una ductilidad apreciable lo que les permite continuar soportando más carga.

Con respecto al segundo objetivo específico, se logró determinar y evaluar los momentos nominales en el comportamiento mecánico de las vigas reforzadas con varillas de fibra de vidrio, en comparación a las vigas de concreto armado convencional, donde, las muestras con refuerzo de fibra de vidrio resisten un 5.56% más momento que la viga con refuerzo de acero a los 7 días de prueba, sin embargo, a los 28 días fueron las vigas con acero que soportaron un 5.0% más

momento que la viga con refuerzo de fibra de vidrio, siendo este un efecto directamente proporcional a la cantidad de carga resistida.

Con respecto al tercer objetivo específico, se logró determinar y evaluar el comportamiento físico en las muestras considerando sus deformaciones en la aplicación de los ensayos en flexión, teniendo como indicador las deflexiones inmediatas, apreciándose una reducción de un 12.9% menos que las vigas con armadura de acero. Esto ocurre porque el acero debido a su fluencia desarrolla más deformación, aunque no se incremente la carga, lo que no ocurre con las vigas reforzadas con fibra de vidrio, puesto que tiene un comportamiento elástico lineal hasta la falla de la viga.

VII. RECOMENDACIONES

Como recomendación general, se recomienda realizar más pruebas para confirmar las deducciones aquí descritas, porque con ello permitirá realizar una mejor apreciación de las capacidades de las varillas de fibra de vidrio y justificar el auge que están tomando por sus ventajas estructurales y no estructurales en otros países y de esta manera poder tener la seguridad y confiabilidad de su uso en elementos estructurales. Asimismo, este tipo de refuerzos pueden ofrecer una ventaja adicional que es su alta resistencia química y a la corrosión, resistencia que no ofrece el acero convencional especialmente en zonas húmedas y salinas, además su empleo presupone una disminución de costos por mencionar el traslado de material, reducción de los tiempos de ejecución, mano de obra, mayor durabilidad de la estructura y disminución de trabajos que conllevan su mantenimiento.

Respecto a la influencia de cargas en el comportamiento mecánico del concreto, se recomienda tener en consideración la selección adecuada de las varillas de fibra de vidrio teniendo en cuenta su capacidad máxima de tracción cuando son sometidas a cargas, buscando de esta manera que se logre aceptar primero la falla del concreto antes que fallen las varillas de fibra de vidrio.

Respecto a los momentos nominales, se mencionó que la resistencia que puedan lograr las varillas de fibra de vidrio dependerá directamente de su capacidad última de resistencia a las cargas, por lo que se recomienda realizar una selección adecuada del material considerando la capacidad suficiente para contrarrestar estos momentos lo que conllevaría a incrementar áreas más grandes como refuerzo por flexión.

Respecto a las deformaciones, el aporte que tiene las varillas de fibra de vidrio en cuanto la reducción de deflexiones en elementos sometidos a flexión es un factor a recomendar para que su uso se tome en cuenta y ser considerado como material

de refuerzo interno en elementos estructurales en alternancia para el acero, considerándose una óptima resistencia y buena servicialidad. Además, el aplicar la mezcla fibra de vidrio y acero como refuerzo longitudinal y transversal respectivamente, tuvo como resultado un mejor comportamiento mecánico y físico para las muestras estudiadas.

REFERENCIAS

- A.C.I. 440.5. (2008). ACI 440.5-2008 Specification for Construction with Fiber-Reinforced Polymer Reinforcing Bars. American Concrete Institute.
- A.C.I.440.1R.-15. (2015). ACI 440.1R-15 Guide for the Design and Construction of Structural Concrete Reinforced with Fiber-Reinforced Polymer (FRP) Bars. American Concrete Institute.
- ABBASS, W; Khan, M. I; Mourad, S. (2018). Evaluation of mechanical properties of steel fiber reinforced concrete with different strengths of concrete. *Construction and Building Materials*, 168, 556-569, doi:10.1016 / j. conbuildmat.2018.02.164.
- AKBARI, J., & Abed, A. (2020). Experimental evaluation of effects of steel and glass fibers on engineering properties of concrete: Engineering properties of concrete. *Frattura ed Integrità Strutturale*, 14(54), 116-127.
- Amaya-Alarcón, S., & Ramírez-Zapata, M. Á. (2019). Evaluación del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras.
- American Concrete Institute 318. (2019). Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural. Michigan, USA: Comité ACI 318. Obtenido de <https://www.udocz.com/pe/read/53414/aci-318-19-espanol>, Layang, S., & Wiratno, W. (2020). Compressive and modulus of elasticity of concrete using iron fibers. *Journal of Physics: Conference Series*, 1469. doi:10.1088/1742-6596/1469/1/012036
- Barnuevo Miranda, W. M. (2023). Análisis del comportamiento de las varillas de fibra de vidrio y acero al esfuerzo a flexión de vigas de concreto simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo, Lima 2022.
- BING Fu, K.C. Liu, J.F. Chen, J.G. Teng, Concrete reinforced with macro fibres

recycled from waste GFRP, *Construction and Building Materials*, Volume 310, (2021), 125063, ISSN 0950-0618, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.125063>

CARBONEY, J. A. A., & HERNÁNDEZ, J. A. S. (2022). Evaluación comparativa de vigas reforzadas mediante armaduras electrosoldadas y varillas de PRFV= Comparative evaluation of concrete beams reinforced with welded wire truss and gfrp bars.

CHAPIUK, O. (2023). Adhesion of composite fiberglass and metal rebar with dense concrete. *Lecture Notes in Civil Engineering*, 299, 47–60. https://doi.org/10.1007/978-3-031-17385-1_5

DÍAZ NARVÁEZ, Víctor Patricio. (2006). Metodología de la investigación científica y bioestadística. Santiago de Chile: RIL, 2006.

DÍAZ Pérez, I. D. C., & VEGA Aguilar, A. (2021). Diseño de tanques de hormigón armado con barras de polímero reforzado con fibras de vidrio. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 42(2), 3-13.

Díaz Pérez, I., & Wainshtok Rivas, H. R. (21-25 de Noviembre de 2016). Diseño de Viga Continua de Hormigón Armada con Barras de Polímeros Reforzados con Fibras de Vidrio (PRFV). https://www.researchgate.net/publication/322642216_DISENO_DE_VIGA_CONTINUA_DE_HORMIGON_ARMADA_CON_BARRAS_DE_POLIMEROS_REFORZADOS_CON_FIBRAS_DE VIDRIO_PRFV_CONTINUOUS_BEAM_DESIGN_OF_REINFORCED_CONCRETE_WITH_GLASS_FIBER_REINFORCED_POLYMERS_BARS_GFRP

E.060. (2009). Norma E.060 Concreto Armado del Reglamento Nacional de Edificaciones. Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción –SENCICO.

E.070. (2006). Norma E.070 Albañilería del reglamento Nacional de Edificaciones. Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción – SENCICO.

EDRIS, W. F. (2021). Mechanical properties of translucent concrete using plexiglass bars and fiberglass. *Civil Engineering and Architecture*, 9(2), 293–300. <https://doi.org/10.13189/cea.2021.090203>

Espíndola Farias, Cristian, Lodeti Pessi, Sarah, Wanderlind, Augusto, Henrique Piva, Jorge, & Pavei Antunes, Elaine Guglielmi. (2022). Flexural behavior of concrete beams reinforced with glass fiber reinforced polymer and steel bars. *Revista de la construcción*, 21(3), 506-522. <https://dx.doi.org/10.7764/rdlc.21.3.506>

Espíndola Farias, Cristian, Lodeti Pessi, Sarah, Wanderlind, Augusto, Henrique Piva, Jorge, & Pavei Antunes, Elaine Guglielmi. (2022). Flexural behavior of concrete beams reinforced with glass fiber reinforced polymer and steel bars. *Revista de la construcción*, 21(3), 506-522. <https://dx.doi.org/10.7764/rdlc.21.3.506>

FARIAS, C., PESSI, S., Wanderlind, A., Piva, J. H., & Pavei, E. (2022). Flexural behavior of concrete beams reinforced with glass fiber reinforced polymer and steel bars. *Revista De La Construcción. Journal of Construction*, 21(3), 506–522. <https://doi.org/10.7764/RDLC.21.3.506>

GARCIA CHAMBILLA, B. F. (2017). Efecto de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Puno.

GARCÍA CHUMACERO, Juan Martín. (2020) Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto adicionando viruta de aluminio secundario, Lambayeque.

HERNÁNDEZ, Ricardo; FERNÁNDEZ, Carlos; BAPTISTA, Pilar. Diseño de investigación. México: ediciones Mc. Graw hi, 2014.

http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-

- J. Akbari, and A. Abed, (2020). "Experimental evaluation of effects of steel and glass fibers on engineering properties of concrete", *Frattura ed Integrità Strutturale*, vol. 54, pp. 116-127, <https://doi.org/10.3221/IGF-ESIS.54.08>
- MARTÍNEZ González, J. J., WAINSHOTOK Rivas, H. R., & CÓRDOVA López, L. F. (2018). Diseño del muro del malecón habanero armado con polímeros reforzados con fibras de vidrio. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 39(2),31-45.
- Maxi Cueva, A., & Mamani Quispe, M. (2021). Implementación de la fibra de vidrio, en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, Cusco-2021.
- MEDIYANTO, A., SANTOSA, B., & PURWANTO, E. (2019). Recovery compressive strength aluminum fiber lightweight concrete (with part of a roof tiles as coarse aggregate) after burning with a variation of water curing time. *IOP Conference Series: Earth and Environmental*, 235, 012053. doi:10.1088 / 1755-1315 / 235/1/012053
- Murayari Ramirez, G. A. (2020). Estudio del comportamiento a flexión de vigas de concreto reforzadas con barras de fibra de vidrio, Lima 2019.
- MYDIN, M. A. O. (2023). ENGINEERING PROPERTIES OF LIGHTWEIGHT FOAMED CONCRETE STRENGTHEN WITH FIBREGLASS NETTING. *Jurnal Teknologi*, 85(3), 165–173. <https://doi.org/10.11113/jurnalteknologi.v85.16756>
- NIEBLES, J. E. C. (2021). Determinación analítica del comportamiento mecánico de elementos de concreto reforzados con barras de polímero y fibra de vidrio.
- Penadillo Pilco, H. R. (2022). Estudio de las propiedades mecánicas en vigas de concreto armado de $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ incorporando varillas de fibra de vidrio, Lima 2022.
- Pichardo, N. C., & Tovar, P. W. (2020). Estudio comparativo estructural de una sección circular de concreto armado con barras de fibra de vidrio (GFRP) en lugar de barras de acero expuesto a la corrosión por cloruros en la costa peruana [Tesis de licenciatura, Universidad de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Institucional. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/182>

- Poma Martel, C. D. (2021). Análisis Comparativo de vigas Reforzadas con Varillas de Fibra [Tesis de licenciatura,Univesidad Cesar Vallejo]. Repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/59381>
- Razan H. Al Marahla, Muhammad K. Shehzad, Emilio Garcia-Taengua, Flexural and deflection behaviour of synthetic fibre reinforced concrete beams reinforced with glass fibre reinforced polymers bars under sustained service load, Structures, Volume 54,
- Sánchez Hdez, Juan A.. (2019). EVALUACIÓN DE LOS CRITERIOS DE DISEÑO DE VIGAS DE CONCRETO SUBREFORZADAS CON VARILLAS DE PRFV (EVALUATION OF THE DESIGN CRITERIA OF SUBREFORZED CONCRETE BEAMS WITH GFRP RODS).
- SUIWEI, P., DE PENG, C., XIULING, C., GENWANG, G., DANYANG, S., & Chunlin, L. (2020). Experimental study on the workability and stability of steel slag self compacting concrete. Applied Sciences (Switzerland), 1291. doi:10.3390 / app10041291
- TOPÇU, İlker Bekir; UYGUNOĞLU, Tayfun. GFRP Çubukların Özellikleri ve Prefabrik Altyapı Elemanlarında Kullanımı. El-Cezeri, (2020), vol. 7, no 1, p. 169-178
- Vahidpour, M., Kheyroddin, A. & Kioumarsi, M. Experimental Investigation on Flexural Capacity of Reinforced Concrete Beams Strengthened with 3D-Fiberglass, CFRP and GFRP. Int J Concr Struct Mater 16, 18 (2022). <https://doi.org/10.1186/s40069-022-00508-w>
- Vega Díaz, A. L. (2023). Influencia de las varillas de fibra de vidrio en las propiedades físico-mecánicas del concreto reforzado.
- VILLAMUDRIA RIVERA, S. (2014). Modificación del hormigón al ser reforzado con fibra de vidrio AR.

ANEXOS

ANEXO N° 1

Matriz de Operacionalización

Título: Análisis del comportamiento físico y mecánico de vigas de concreto reforzado con varillas de fibra de vidrio, Lima 2023

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable independiente: Varillas de fibra de vidrio	Las varillas de fibra de vidrio están compuestas por dos elementos, una matriz de resina que actúa como aglutinante y la fibra de vidrio en sí, conocido también como polímero reforzado de fibra de vidrio (PRFV). Estas últimas brindan durabilidad y resistencia al elemento que lo componen, y la resina actúa como un agente resistente a la corrosión (Pichardo, 2020)	Las varillas de fibra de vidrio se analizarán en función de su dimensión, característica y propiedades.	Características y propiedades de la barra de fibra de vidrio	Diámetro (mm, pulg) sección transversal (mm ² , cm ²) módulo de elasticidad (Gpa, kg/cm ²) resistencia a la tracción (Mpa, kg/cm ²)	Razón
Variable dependiente: Comportamiento mecánico y físico del concreto	Corresponde a una característica propia de un componente o material sólido, que al ser sometido a esfuerzos externos ofrece resistencia, hasta cierto punto donde falla. El resultado más alto que pueda alcanzar el material es la resistencia que tiene el componente o material, Sánchez (2021).	A través de ensayos de laboratorio verificaremos su comportamiento mecánico y físico mediante ensayos de flexión en las vigas	Capacidad de cargas Momentos nominales Deformaciones	Cargas variables (Ton) Momento nominal (Ton-m) Fisuración y deflexiones	

Fuente: elaboración de los autores

ANEXO N° 2

Matriz de Consistencia

Título: Análisis del comportamiento físico y mecánico de vigas de concreto reforzado con varillas de fibra de vidrio, Lima 2023

PROBLEMAS Problema General	OBJETIVOS	HIPÓTESIS Hipótesis General	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
	Objetivo General					
¿Cómo será el comportamiento mecánico y físico que presentará las vigas de concreto reforzadas con varillas de fibra de vidrio?	Analizar el comportamiento mecánico y físico de las vigas de concreto mediante la incorporación de varillas de fibra de vidrio.	Cuando se incorporan las varillas de fibra de vidrio como refuerzo del concreto, existe un efecto notable en sus capacidades mecánicas y físicas.	Variable independiente: Varillas de fibra de vidrio	Características y propiedades de la barra de fibra de vidrio	Diámetro (mm, pulg),	Observación, análisis documental, formatos, fichas de recolección de datos, documentos normativos y ensayos de laboratorio
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas			Módulo de elasticidad	
¿Cómo influirán las cargas en el comportamiento mecánico de vigas de concreto reforzado con varillas de fibra de vidrio, Lima, 2023?	Determinar la influencia de las cargas en el comportamiento mecánico de vigas de concreto reforzado con varillas de fibra de vidrio, Lima, 2023.	Se desarrollará un incremento de cargas en las vigas de concreto reforzadas con varillas de fibra de vidrio, Lima, 2023			Resistencia a la tracción (Mpa, kg/cm ²)	
¿Cómo se desarrollarán los momentos flexionantes en vigas de concreto reforzadas con varillas de fibra de vidrio, Lima, 2023? ¿Cómo se generarán las deformaciones en las vigas de concreto reforzado con varillas de fibra de vidrio, Lima, 2023?	Evaluar los momentos nominales flexionantes en las vigas reforzadas con varillas de fibra de vidrio, Lima, 2023. Evaluar las deformaciones en las vigas de concreto reforzado con varillas de fibra de vidrio.	Se desarrollarán incrementos de momentos flexionantes en las vigas de concreto reforzadas con varillas de fibra de vidrio, Lima, 2023. Se desarrollará una reducción de deformaciones en las vigas de concreto reforzado con varillas de fibra de vidrio, Lima, 2023.	Variable dependiente: Comportamiento físico y mecánico del concreto	Capacidad de cargas Momentos flexionantes Deformaciones	Cargas variables (Ton) Momento nominal (Ton-m) Fisuración y deflexiones	Observación, análisis documental, formatos, fichas de recolección de datos, documentos normativos y ensayos de laboratorio Reporte del ensayo de Resistencia a la flexión, NTP 339.079:2012, ASTM C293

Fuente: elaboración de los autores

ANEXO 3. Aspectos Administrativos

Recursos y presupuesto

Recursos humanos

En la presente investigación se cuenta con:

- Investigador 1: Camacuare Benavente, José Luis
- Investigador 2: Tipiani Rodríguez, Humberto Gustavo
- Correo: jcamacuareb@ucvvirtual.edu.pe
- Correo: htipianir@ucvvirtual.edu.pe
- Asesor de metodología: Dr. Fernández Díaz, Carlos Mario
- Jurado evaluador:
- Jurado evaluador:

ANEXO 4. Presupuesto

Presupuesto de investigación

- El proyecto de investigación es autofinanciado, por lo que fue realizado con propios recursos de los investigadores.

Entidad financiadora	Monto	Porcentaje
Recursos propios	S/ 7,000.00 soles	100%

El presente proyecto de investigación fue autofinanciado, cuyo costo fue realizado por recursos propios de los investigadores, presentamos los sustentos presupuestales que conllevaron a realizar el presente estudio.

ANEXO 5. Financiamiento

Cotización de Ensayos de Laboratorio



COTIZACION

De:
Ingeniería Geotécnica y Control de Calidad S.A.C.
RUC: 20602979190
Jr. Hurtado de Mendoza 280
Urb. Santa Luzmila etapa I - Comas - Lima
Central: 01-7293710
WhatsApp: +51997069600 / +51982795382
Laboratorio: laboratorio@ingeocontrol.com.pe
Consultoría y estudios: jgutierrez@ingeocontrol.com.pe
Venta de equipos: ventas@ingeocontrol.com.pe
Servicio técnico: soporte@ingeocontrol.com.pe

número de COTIZACION	L485-23
fecha de COTIZACION	25 de septiembre de 2023
Válido hasta	25 de octubre de 2023
Total	S/1,845.52

Para:
JOSE LUIS CAMACUARE BENAVENTE

DNI: 40774517
Celular: 992717392
steven27777@hotmail.com

Sirva la presente para alcanzar nuestra cotización por los servicios solicitados.

Tiempo de entrega: 35 días

Forma de pago: 35% adelanto, 35% a la mitad del servicio y 30% a la entrega de informes

Insumos necesarios: El solicitante deberá proporcionar los insumos siguientes en las cantidades indicadas

Cemento: 4 bolsas

Agregado fino: 8 bolsas x 40 kg c/u

Agregado grueso: 8 bolsas x 40 kg c/u

Estructura interna: Armado o habilitación a cargo del solicitante

CONSIDERACIONES:

- Al adquirir los servicios de INGEOCONTROL S.A.C. el solicitante tiene el pleno conocimiento que nuestra empresa cuenta con certificación internacional ISO 9001:2015, homologación de nuestros sistemas de calidad, seguridad y salud ocupacional, medio ambiente, responsabilidad social y empresarial por la certificadora HODELPE. Los servicios de asesoría en métodos de ensayo, entrega de copias no controladas de normas ASTM e informes de ensayo en físico son parte de nuestros entregables cada vez que estos sean solicitados previa programación.

- El cliente tiene el derecho previa coordinación, a presenciar sus ensayos durante la ejecución de los mismos, en el caso de ausencia del cliente nuestro personal realizará un registro fotográfico y será enviado al cliente a través de WhatsApp.

Todos nuestros equipos de ensayo cuentan con certificados de calibración vigentes emitidos por laboratorios de metrología acreditados por INACAL y/o ONAC como organismos de nivel I ante la ILIAF para garantizar mediante su trazabilidad la precisión de la medición de nuestros equipos.

Cantidad	Servicio	Costo	Subtotal
1	DISEÑO DE MEZCLAS - COMPROBADO con Agregados u Hormigón con o sin aditivo. (Incluye ensayos físicos: A. Granulométrico, P. Específico, P. Unitario, C. de Humedad), Incluye ensayos de control (slump, PUC, curado bajo condiciones de Laboratorio no incluye insumos.) ACI 211.1-22	S/450.00	S/450.00
10	Flexión en prismas al tercio central, módulo de rotura con lectura de deformación ASTM C78/C293	S/60.00	S/600.00
6	Compresión de probetas de concreto endurecido, costo por unidad, incluye curado (7, 14 y 28 días) ASTM C39/C39M-20	S/15.00	S/90.00

Código: INGEO-SGC-F-008, Versión 03, Fecha 14/12/2022

Page 1/2

Cuenta de deducciones BN: 00-059-106031

TÉRMINOS Y CONDICIONES:

SERVICIOS DE CONSULTORÍA Y ENSAYOS: <https://ingeocontrol.com.pe/terminos-condiciones>

Una vez aceptada nuestra cotización envíe la orden de servicio u orden de compra a los siguientes correos:

SERVICIOS DE CONSULTORÍA O LABORATORIO: jgutierrez@ingeocontrol.com.pe / laboratorio@ingeocontrol.com.pe

VENTAS: ventas@ingeocontrol.com.pe

SERVICIO TÉCNICO: soporte@ingeocontrol.com.pe

ANEXO 6. Compra de materiales para ensayos de Laboratorio



JSR INGENIERIA, INVERSIONES E INMOBILIARIA
Mz P1 - Lote 24 Urb. El Alamo - Comas C:927716151

RUC: 20610389491

PRESUPUESTO DE OBRA

PRESUPUESTO JSR01-2023
CLIENTE: INGEOCONTROL
DIRECCION: SANTA LUZMILA - COMAS
CEL: 997069600
COTIZACION
RUC: 20602979190

FECHA: 12/09/2023

Item	Descripción	Unid	Metrado	P.U	SUBTOTAL
MATERIALES					
1.00	CEMENTO SOL	BOL	10	S/29.50	S/295.00
2.00	ARENA GRUESA	SACO	35	S/6.00	S/210.00
3.00	PIEDRA CHANCADA	SACO	20	S/7.00	S/140.00
4.00	CONFITILLO	SACO	8	S/7.00	S/56.00

TOTAL **S/ 701.00**
+IGV

*NOTA PRECIO FACTURADO Y PUESTO EN OBRA

ANEXO 7. Boleta de servicios de Ensayos de Laboratorio



INGEOCONTROL S.A.C.

PRINCIPAL » HURTADO DE MENDOZA N° 280 -
COMAS - LIMA - LIMA

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS - CONTROL DE CALIDAD
- LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES -
TOPOGRAFÍA Y GEODESIA

RUC 20602979190

BOLETA DE VENTA ELECTRÓNICA

BB01-0000071

DOCUMENTO DNI 40774517
CLIENTE CAMACUARE BENAVENTE JOS E LUIS
DIRECCIÓN SIN DIRECCIÓN

FECHA EMISIÓN 27/09/2023
FECHA VENCIMIENTO 27/09/2023
MONEDA SOLES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.	UNIDAD	P. UNIT.	TOTAL
SE-01	SERVICIO DE ENSAYOS EN LABORATORIO SEGUN COTIZACIÓN L485-23	1.00	UNIDADES	1845.22	1845.22
SON MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y CINCO Y 22/100 SOLES					
			GRAVADO	S/	1,563.75
			I.G.V. 18%	S/	281.47
			TOTAL	S/	1,845.22

USUARIO JGUTIERREZ - 27/09/2023 02:50 PM
CONDICIÓN DE PAGO CONTADO
CUENTAS BANCARIAS Cuenta corriente BBVA Continental Soles: 0011-0174-0100045491-06
Código de cuenta Interbancario (CCI): 011-174-000100045491-06
Cuenta de detracciones Banco de la Nación soles: 00-059-106031

Autorizado mediante resolución N° 034-005-0010431/SUNAT
Representación impresa de la BOLETA DE VENTA ELECTRÓNICA
Para consultar el comprobante visita www.keyfacil.com
Resumen DAKI3ESpobyMf/1cRbQwUZVjIDo=



Una vez aceptado este documento realizar el pago correspondiente y enviar copia de voucher indicando el número de proforma al correo administracion@ingeocontrol.com.pe con copia a cobranzas@ingeocontrol.com.pe
INGEOCONTROL agradece su preferencia.
www.ingeocontrol.com.pe

KeyFacil™

Comprobante emitido a través de www.keyfacil.com

ANEXO 8. Compra de Varillas de Acero y otros materiales



INKAMAT S.A.C.
 AV. UNIVERSITARIA MZA. B LOTE. 30 ASC. LOS SAUCES
 Carabayllo - Lima - Lima
 Tel: 930247982 / 947380177

RUC: 20608983156
C001-00000227

CLIENTE: JOSE LUIS CAMACUARE BENAVENTE

DIRECCIÓN: PROLONG.BUSTAMANTE Y RIVERO MZ,J4 LT.8, LIMA - LIMA - CARABAYLLO

DNI: 40774517

FECHA EMISIÓN: 05/10/2023

ATENDIDO POR: JUAN CARLOS

MONEDA: SOLES

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	P. UNIT.	SUBTOTAL
5	UNIDAD	VARILLA FIERRO 12MM ACR ARE	36.00	180.00
15	UNIDAD	VARILLA FIERRO 1/4 (6MM) ACR ARE	9.80	147.00
3	UNIDAD	ALAMBRE RECOCIDO 16	6.00	18.00
2	UNIDAD	TORTOL 1/2	3.00	6.00
2	UNIDAD	NORTON DISCO CORTE 41/2	5.00	10.00
1	UNIDAD	EUROTOOLS LLAVE AMOLADORA	10.00	10.00
1	UNIDAD	AMOLADORA 1/2	100.00	100.00
1	UNIDAD	RUMI ALICATE N8	12.00	12.00
1	UNIDAD	TRUPER MARTILLO 14 ONZ	25.00	25.00
1	UNIDAD	SEPARADOR DE CONCRETO	80.00	80.00
2	UNIDAD	GUANTES ROJO TODO USO	5.00	10.00
SON: QUINIENTOS NOVENTA Y OCHO CON 00/100 SOLES			TOTAL S/	598.00

Firma Vendedor

Firma Cliente

Gracias por su preferencia, vuelva pronto...!
 Representación impresa de la Cotización - www.facel.pe



ANEXO 9. Compra de Varillas de Fibra de Vidrio



PROFORMA INVOICE

Date: September 1st, 2023

SHIPPER: Hengshui Aoliande Trading Co., Ltd. SALER: Belén Gao TEL: 008615732170898 CEL: 008615732170898 EMAIL: belen@aldfrp.com ADDRESS: No.1056 South yingbin street,Jizhou district, Hengshui City, Hebei 053200 China				Consignee: Planos Ingenieus, Ingenieros y Arquitectos Buyer: José Luis Camacuare Benavente Tel: 0051 992 717 392 Email: steven27777@hotmail.com Address: Av. TUPAC AMARU, Jr. Ramon Castilla No.130A, P.J. RAÚL PORRAS BARRENECHEA, Distrito de Carabayllo, Lima-Peru	
PI. Number: ALD-GSJ-220801 PRICE TERMS: DAP Lima, Peru					
No.	Size (mm)	Length (mm)	Quantity (pieces)	Unit price (USD/piece)	Total price (USD)
1	DN12	1200	25	0.72	450
2	DN10	1200	25	0.5	435
3	DN6	1200	33	0.2	1,200
4	DN6	100'150	110	0.3	1,160
Total EXW price (USD)					70.1
Shipping cost (USD)					430
Total DAP Lima city, Peru (USD)					500.1
Remarks: 1. Delivery time: 7-10 days from the date of receipt of advanced payment. 2. Payment term: TT 100% for small order before shipping. 3. HS code: 3916909000					

ADD:No.1056 South Yingbin Street,Jizhou district,Hengshui City,Hebei 053200 China
 Website:www.jjubofrp.com E-mail:belen@aldfrp.com



衡水奥联德贸易有限公司
HENGSHUI AOLIANDE TRADING CO.,LTD

Please make payment to our Bank with details as follows:	
Beneficiary account number:	100001 31433866
Swift code:	CHASSGSGXXX or CHASSGSG
Beneficiary country/region:	Singapore
Beneficiary name:	Hengshui Aoliande Trading Co., Ltd.
Beneficiary address:	8 Shenton Way, #45-01, AXA Tower, Singapore 068811
Beneficiary bank:	JPMorgan Chase Bank N.A., Singapore Branch
Beneficiary bank address:	168 Robinson Road, Capital Tower 17-00, Singapore 068912
Bank code:	7153
Branch code:	001
Remark:	148030227001024575

ADD:No.1056 South Yingbin Street,Jizhou district,Hengshui City,Hebei 053200 China
Website:www.jiubofrp.com E-mail:belen@aldfrp.com

ANEXO 10. Cronograma de ejecución

Nº	Actividades	"Análisis del comportamiento físico y mecánico de vigas de concreto reforzadas con varillas de fibra de vidrio, Lima 2023".																					
		Semanas																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	18	19	
1	Recolección de la los antecedentes	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■												
2	Desarrollo del DPI		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■										
3	Elaboración artículo de investigación	■	■	■	■	■	■																
4	Informe de DPI		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■									
5	Sustentación de DPI									■				■									
6	Elaboración de instrumentos y validación											■	■										
7	Verificación del costo de materiales para ensayos										■	■	■	■									
8	Compra de varillas de acero y fibra de vidrio													■	■	■	■	■					
9	Implementación de los ensayos probetas y vigas															■	■	■	■				
10	Prueba de flexión de las vigas de acero y vigas de fibra de vidrio																		■	■	■	■	■
11	Recolección de información de las fichas																			■	■	■	■

ANEXO 11. Uso de Normas para este Proyecto de Investigación

- NTP E.060
- Asentamiento/ revenimiento: NTP 339.035 / ASTM C143M.
norma ASTM C143M (2012),
- Temperatura: NTP 339.184 / ASTM C1064
(Reglamento Nacional de Edificaciones, 2023)
- Contenido de aire del concreto: ASTM C231
Metodología de presión.
- Ensayos mecánicos del concreto
Compresión axial. NTP 339.034/ASTM C39.
- Tracción diametral del concreto ASTM C496.
- Prueba de flexión en el concreto:
ASTM C78M- NTP 330.078/ ASTM C293M- NTP 339.079.
- Elasticidad del concreto ASTM C469, Módulo Young
- Las muestras y sus ensayos por fuerza deben tomarse de acuerdo por NTP 339.036:2017
- Las muestras y ensayos de resistencia, serán creadas, movilizadas y curadas en circunstancias normales y controladas de acuerdo por la NTP 339.033:2015, y NTP 339.034:2015.
- Las probetas y sus ensayos por resistencia serán de acuerdo con la NTP 339.036:2017.
- Para alcanzar el efecto de la resistencia de concreto en las muestras, serán cumplidas estrictamente por las normas de ensayo NTP 339.036:2017, NTP 339.033:2015, NTP 339.034:2015 y NTP 339.077.
- La ficha de registro de los ensayos, la información está establecido en la NTP 339.114:2016.
- Ensayo de laboratorio para medir la resistencia al esfuerzo a la Compresión del Concreto: Norma Técnica Peruana 339.034 CONCRETO.
- Ensayo de laboratorio para medir la resistencia a la Flexión en vigas de Concreto: Norma Técnica Peruana 339.078/339.079 CONCRETO.

ANEXO N° 12

Análisis estadístico de resultados de prueba de hipótesis con SPSS

Contrastación de hipótesis para VAR_PRFV4

Para esta investigación se ha realizado la prueba de normalidad con la finalidad de determinar el uso de la prueba estadística que se va a usar.

Hipótesis 01: ¿Se desarrollará un incremento de la capacidad de cargas en las vigas de concreto reforzadas con varillas de fibra de vidrio, Lima 2023?

Prueba de normalidad de la variable: Comportamiento mecánico del concreto (Capacidad de carga).

1. Planteamiento de Normalidad: Hipótesis Nula (H_0) y Alternativa (H_1)
 H_0 : Datos de la variable Comportamiento mecánico del concreto (Capacidad de carga) tienen normalidad.
 H_1 : La variable Comportamiento mecánico del concreto (Capacidad de carga) no tiene normalidad.
2. Nivel de significancia: $\alpha=0.05$ (5%)
3. Elección de la Prueba estadística: si $n>50$ (Kolmogorov- Smirnov), si $n<50$ (Shapiro-Wilk), para este caso $n=3$ muestras por lo que se utiliza Shapiro Wilk.

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
VAR_PRFV	,253	3	.	,964	3	,637
CAR_VFV4	,364	3	.	,801	3	,116

a. Corrección de significación de Lilliefors

4. Regla de decisión:
 $p \leq 0.05$ (se rechaza la hipótesis nula), para este caso $0.116 > 0.05$; por lo tanto; se acepta la H_0 .

5. Conclusión: Los datos de la variable Comportamiento mecánico del concreto (Capacidad de carga) tienen normalidad con un nivel de significancia mayor al 5%, por ello se utiliza Correlación de Pearson.

Correlación “r” de Pearson:

1. Planteamiento del problema:

H₀: La variable comportamiento mecánico del concreto (Capacidad de carga) NO está relacionada con la inclusión de las varillas con PRFV.

H₁: La variable comportamiento mecánico del concreto (Capacidad de carga) SI está relacionada con la inclusión de las varillas con PRFV.
2. Nivel de significancia: $\alpha=0.05$ (5%)
3. Elección de la Prueba estadística: n=3 muestras (Correlación “r” de Pearson).

		Correlaciones	
		VAR_PRFV	CAR_VFV4
VAR_PRFV	Correlación de Pearson	1	-,715
	Sig. (bilateral)		,493
	N	3	3
CAR_VFV4	Correlación de Pearson	-,715	1
	Sig. (bilateral)	,493	
	N	3	3

4. Regla de decisión:

Si $p > \alpha$, entonces se acepta H₀, caso contrario el H₁.

Por lo que $0.493 > 0.05$, se acepta la H₀.

- 5. Conclusión:** Existe evidencia estadística de que la variable comportamiento mecánico del concreto (Capacidad de carga) NO está relacionada con la inclusión de las varillas con PRFV de manera directa con la inclusión de PRFV (r= -0.715). Esto se debe a que a la edad de 7 días las vigas con PRFV soportaron mayor carga que a los 14 y 28 días de prueba, por lo que aumentando la sección de varillas se puede obtener una relación directa

Hipótesis 02: ¿Se desarrollará un incremento de momentos flexionantes en las vigas de concreto reforzadas con varillas de fibra de vidrio, Lima 2023?

Prueba de normalidad de la variable: Comportamiento mecánico del concreto (MN).

1. Planteamiento de hipótesis Nula (H_0) y Alternativa (H_1):
 - H_0 : Datos de la variable comportamiento mecánico del concreto (MN) tiene normalidad.
 - H_1 : La variable Comportamiento mecánico del concreto (MN) no tiene normalidad.
2. Nivel de significancia: $\alpha=0.05$ (5%)
3. Elección de la Prueba estadística: si $n>50$ (Kolmogorov- Smirnov), si $n<50$ (Shapiro-Wilk), para este caso $n=3$ muestras por lo que se utiliza Shapiro Wilk.

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
VAR_PRFV	,253	3	.	,964	3	,637
MN_VFV4	,367	3	.	,794	3	,100

a. Corrección de significación de Lilliefors

4. Regla de decisión:
 - $p \leq 0.05$ (se rechaza la hipótesis nula).
 - Para MN_VFV4: $0.100 > 0.05$; por lo tanto; se acepta la H_0 .
5. Conclusión: Los datos de la variable Comportamiento mecánico y físico del concreto (MN y DF) tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%, por ello se utiliza Correlación de Pearson.

Correlación "r" de Pearson:

1. Planteamiento del problema:
 - H_0 : La variable Comportamiento mecánico y físico del concreto (MN) NO está relacionada con la inclusión de las varillas con PRFV.

H₁: La variable Comportamiento mecánico y físico del concreto (MN) SI está relacionada con la inclusión de las varillas con PRFV.

2. Nivel de significancia: $\alpha=0.05$ (5%)
3. Elección de la Prueba estadística: n=3 muestras (Correlación “r” de Pearson).

		Correlaciones		
		VAR_PRFV	MN_VFV4	DF_VFV4
VAR_PRFV	Correlación de Pearson	1	-,721	-,945
	Sig. (bilateral)		,488	,212
	N	3	3	3
MN_VFV4	Correlación de Pearson	-,721	1	,454
	Sig. (bilateral)	,488		,700
	N	3	3	3

4. Regla de decisión:

Si $p > \alpha$, entonces se acepta H₀, caso contrario el H₁.

Para MN_VFV4: $0.488 > 0.05$; por lo tanto; se acepta la H₀.

5. Conclusión:

Conclusión para MN_VFV4: Existe evidencia estadística de que la variable Comportamiento mecánico y físico del concreto (MN) NO está relacionada de manera directa con la inclusión de las varillas con PRFV ($r = -0.721$). Esto se debe a que a la edad de 7 días las vigas con PRFV soportaron mayor carga que a los 14 y 28 días de prueba, por consiguiente, obtuvieron más momento nominal flexionante, por lo que aumentando la sección de varillas se puede obtener una relación directa.

Hipótesis 03: ¿Se desarrollará una reducción de deformaciones en las vigas de concreto reforzado con varillas de fibra de vidrio, Lima 2023?

Prueba de normalidad de la variable: Comportamiento físico-mecánico del concreto (CAR_VF4, MN y DF).

1. Planteamiento de hipótesis Nula (H_0) y Alternativa (H_1):
 H_0 : Datos de la variable Comportamiento físico-mecánico del concreto (CAR_VF4, MN y DF) tiene normalidad.
 H_1 : La variable Comportamiento físico-mecánico del concreto (CAR_VF4, MN y DF) no tiene normalidad.
2. Nivel de significancia: $\alpha=0.05$ (5%)
3. Elección de la Prueba estadística: si $n>50$ (Kolmogorov- Smirnov), si $n<50$ (Shapiro-Wilk), para este caso $n=3$ muestras por lo que se utiliza Shapiro Wilk.

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
VAR_PRFV	,253	3	.	,964	3	,637
MN_VFV4	,367	3	.	,794	3	,100
CAR_VFV4	,364	3	.	,801	3	,116
DF_VFV4	,385	3	.	,750	3	,06

a. Corrección de significación de Lilliefors

4. Regla de decisión:
 $p \leq 0.05$ (se rechaza la hipótesis nula).
Para CAR_VFV4: $0.116 > 0.05$; por lo tanto; se acepta la H_0 .
Para MN_VFV4: $0.100 > 0.05$; por lo tanto; se acepta la H_0 .
Para DF_VFV4: $0.06 > 0.05$; por lo tanto, se acepta la H_0 .
5. Conclusión: Los datos de la variable Comportamiento físico-mecánico del concreto (CAR_VF4, MN y DF) tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%, por ello se utiliza Correlación de Pearson.

Correlación “r” de Pearson:

6. Planteamiento del problema:
 H_0 : La variable Comportamiento físico-mecánico del concreto (CAR_VF4, MN y DF) NO está relacionada con la inclusión de las varillas con PRFV.

H₁: La variable Comportamiento físico-mecánico del concreto (CAR_VF4, MN y DF) SI está relacionada con la inclusión de las varillas con PRFV.

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

8. Elección de la Prueba estadística: n=3 muestras (Correlación “r” de Pearson).

		Correlaciones			
		VAR_PRFV	CAR_VFV4	MN_VFV4	DF_VFV4
VAR_PRFV	Correlación de Pearson	1	-,715	-,721	-,945
	Sig. (bilateral)		,493	,488	,212
	N	3	3	3	3
CAR_VFV4	Correlación de Pearson	-,715	1	1,000**	,446
	Sig. (bilateral)	,493		,005	,705
	N	3	3	3	3
MN_VFV4	Correlación de Pearson	-,721	1,000**	1	,454
	Sig. (bilateral)	,488	,005		,700
	N	3	3	3	3
DF_VFV4	Correlación de Pearson	-,945	,446	,454	1
	Sig. (bilateral)	,212	,705	,700	
	N	3	3	3	3

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

4. Regla de decisión:

Si $p > \alpha$, entonces se acepta H₀, caso contrario el H₁.

Para CAR_VFV4: $0.493 > 0.05$; por lo tanto; se acepta la H₀.

Para MN_VFV4: $0.488 > 0.05$; por lo tanto; se acepta la H₀.

Para DF_VFV4: $0.212 > 0.05$; por lo tanto; se acepta la H₀.

5. Conclusiones:

Conclusión para CAR_VFV4: Existe evidencia estadística de que la variable Comportamiento físico-mecánico del concreto (CAR_VF4, MN y DF) NO está relacionada de manera directa con la inclusión de las varillas con PRFV ($r = -0.715$).

Conclusión para MN_VFV4: Existe evidencia estadística de que la variable Comportamiento físico-mecánico del concreto (CAR_VF4, MN y DF) NO está relacionada de manera directa con la adición de CHSM ($r = -0.721$).

Conclusión para DF_VFV4: Existe evidencia estadística de que la variable Comportamiento físico-mecánico del concreto (CAR_VF4, MN y DF) NO está relacionada de manera directa con la inclusión de las varillas con PRFV ($r = -0.945$).

Cabe recalcar que el bajo módulo de elasticidad de las varillas de PRFV afecta directamente la rigidez de la estructura, lo que hizo más susceptibles en su capacidad de carga, momentos flexionantes y desplazamientos verticales.

Contrastación de hipótesis para VAR_PRFV5

Para esta investigación se ha realizado la prueba de normalidad con la finalidad de determinar el uso de la prueba estadística que se va a usar.

Hipótesis 01: ¿Se desarrollará un incremento de la capacidad de cargas en las vigas de concreto reforzadas con varillas de fibra de vidrio, Lima 2023?

Prueba de normalidad de la variable: Comportamiento mecánico del concreto (Capacidad de carga).

1. Planteamiento de Normalidad: Hipótesis Nula (H_0) y Alternativa (H_1)
 H_0 : Datos de la variable Comportamiento mecánico del concreto (Capacidad de carga) tienen normalidad.
 H_1 : La variable Comportamiento mecánico del concreto (Capacidad de carga) no tiene normalidad.
2. Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$ (5%)
3. Elección de la Prueba estadística: si $n > 50$ (Kolmogorov- Smirnov), si $n < 50$ (Shapiro-Wilk), para este caso $n = 3$ muestras por lo que se utiliza Shapiro Wilk.

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
VAR_PRFV	,253	3	.	,964	3	,637
CAR_VFV5	,315	3	.	,891	3	,356

a. Corrección de significación de Lilliefors

4. Regla de decisión:

$p \leq 0.05$ (se rechaza la hipótesis nula), para este caso $0.356 > 0.05$; por lo tanto; se acepta la H_0 .

5. Conclusión: Los datos de la variable Comportamiento mecánico del concreto (Capacidad de carga) tienen normalidad con un nivel de significancia mayor al 5%, por ello se utiliza Correlación de Pearson.

Correlación “r” de Pearson:

1. Planteamiento del problema:

H_0 : La variable comportamiento mecánico del concreto (Capacidad de carga) NO está relacionada con la inclusión de las varillas con PRFV.

H_1 : La variable comportamiento mecánico del concreto (Capacidad de carga) SI está relacionada con la inclusión de las varillas con PRFV.

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

3. Elección de la Prueba estadística: $n = 3$ muestras (Correlación “r” de Pearson).

Correlaciones

		VAR_PRFV	CAR_VFV5
VAR_PRFV	Correlación de Pearson	1	,621
	Sig. (bilateral)		,573
	N	3	3
CAR_VFV5	Correlación de Pearson	,621	1
	Sig. (bilateral)	,573	
	N	3	3

4. Regla de decisión:

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

Por lo que $0.621 > 0.05$, se acepta la H_0 .

- 5. Conclusión:** Existe evidencia estadística de que la variable comportamiento mecánico del concreto (Capacidad de carga) NO está relacionada con la inclusión de las varillas con PRFV de manera directa con la inclusión de PRFV ($r = -0.715$). Esto se debe a que a la edad de 7 días las vigas con PRFV soportaron mayor carga que a los 14 y 28 días de prueba, por lo que aumentando la sección de varillas se puede obtener una relación directa

Hipótesis 02: ¿Se desarrollará un incremento de momentos flexionantes en las vigas de concreto reforzadas con varillas de fibra de vidrio, Lima 2023?

Prueba de normalidad de la variable: Comportamiento mecánico del concreto (MN).

- Planteamiento de hipótesis Nula (H_0) y Alternativa (H_1):
 H_0 : Datos de la variable comportamiento mecánico del concreto (MN) tiene normalidad.
 H_1 : La variable Comportamiento mecánico del concreto (MN) no tiene normalidad.
- Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$ (5%)
- Elección de la Prueba estadística: si $n > 50$ (Kolmogorov- Smirnov), si $n < 50$ (Shapiro-Wilk), para este caso $n = 3$ muestras por lo que se utiliza Shapiro Wilk.

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
VAR_PRFV	,253	3	.	,964	3	,637
MN_VFV5	,314	3	.	,893	3	,363

a. Corrección de significación de Lilliefors

4. Regla de decisión:

$p \leq 0.05$ (se rechaza la hipótesis nula).

Para MN_VFV4: $0.363 > 0.05$; por lo tanto; se acepta la H_0 .

5. Conclusión: Los datos de la variable Comportamiento mecánico y físico del concreto (MN y DF) tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%, por ello se utiliza Correlación de Pearson.

Correlación “r” de Pearson:

1. Planteamiento del problema:

H_0 : La variable Comportamiento mecánico y físico del concreto (MN) NO está relacionada con la inclusión de las varillas con PRFV.

H_1 : La variable Comportamiento mecánico y físico del concreto (MN) SI está relacionada con la inclusión de las varillas con PRFV.

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

3. Elección de la Prueba estadística: $n = 3$ muestras (Correlación “r” de Pearson).

Correlaciones

		VAR_PRFV	MN_VFV5
VAR_PRFV	Correlación de Pearson	1	,619
	Sig. (bilateral)		,575
	N	3	3
MN_VFV5	Correlación de Pearson	,619	1
	Sig. (bilateral)	,575	
	N	3	3

4. Regla de decisión:

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

Para MN_VFV4: $0.619 > 0.05$; por lo tanto; se acepta la H_0 .

5. Conclusión:

Conclusión para MN_VFV5: Existe evidencia estadística de que la variable Comportamiento mecánico y físico del concreto (MN) NO está relacionada de manera directa con la inclusión de las varillas con PRFV ($r = -0.721$). Esto se debe a que a la

edad de 7 días las vigas con PRFV soportaron mayor carga que a los 14 y 28 días de prueba, por consiguiente, obtuvieron más momento nominal flexionante, por lo que aumentando la sección de varillas se puede obtener una relación directa.

Hipótesis 03: ¿Se desarrollará una reducción de deformaciones en las vigas de concreto reforzado con varillas de fibra de vidrio, Lima 2023?

Prueba de normalidad de la variable: Comportamiento físico-mecánico del concreto (CAR_VF4, MN y DF).

1. Planteamiento de hipótesis Nula (H_0) y Alternativa (H_1):
 - H_0 : Datos de la variable Comportamiento físico-mecánico del concreto (CAR_VF4, MN y DF) tiene normalidad.
 - H_1 : La variable Comportamiento físico-mecánico del concreto (CAR_VF4, MN y DF) no tiene normalidad.
2. Nivel de significancia: $\alpha=0.05$ (5%)
3. Elección de la Prueba estadística: si $n>50$ (Kolmogorov- Smirnov), si $n<50$ (Shapiro-Wilk), para este caso $n=3$ muestras por lo que se utiliza Shapiro Wilk.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
VAR_PRFV	,253	3	.	,964	3	,637
CAR_VFV5	,315	3	.	,891	3	,356
MN_VFV5	,314	3	.	,893	3	,363
DF_VFV5	,228	3	.	,982	3	,742

a. Corrección de significación de Lilliefors

4. Regla de decisión:
 - $p \leq 0.05$ (se rechaza la hipótesis nula).
 - Para CAR_VFV5: $0.356 > 0.05$; por lo tanto; se acepta la H_0 .
 - Para MN_VFV4: $0.363 > 0.05$; por lo tanto; se acepta la H_0 .
 - Para DF_VFV4: $0.742 > 0.05$; por lo tanto; se acepta la H_0 .

5. Conclusión: Los datos de la variable Comportamiento físico-mecánico del concreto (CAR_VFV5, MN y DF) tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%, por ello se utiliza Correlación de Pearson.

Correlación “r” de Pearson:

6. Planteamiento del problema:

H₀: La variable Comportamiento físico-mecánico del concreto (CAR_VFV5, MN y DF) NO está relacionada con la inclusión de las varillas con PRFV.

H₁: La variable Comportamiento físico-mecánico del concreto (CAR_VF5, MN y DF) SI está relacionada con la inclusión de las varillas con PRFV.

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

8. Elección de la Prueba estadística: n=3 muestras (Correlación “r” de Pearson).

Correlaciones

		VAR_PRFV	CAR_VFV5	MN_VFV5	DF_VFV5
VAR_PRFV	Correlación de Pearson	1	,621	,619	,948
	Sig. (bilateral)		,573	,575	,207
	N	3	3	3	3
CAR_VFV5	Correlación de Pearson	,621	1	1,000**	,839
	Sig. (bilateral)	,573		,002	,366
	N	3	3	3	3
MN_VFV5	Correlación de Pearson	,619	1,000**	1	,837
	Sig. (bilateral)	,575	,002		,368
	N	3	3	3	3
DF_VFV5	Correlación de Pearson	,948	,839	,837	1
	Sig. (bilateral)	,207	,366	,368	
	N	3	3	3	3

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

6. Regla de decisión:

Si $p > \alpha$, entonces se acepta H₀, caso contrario el H₁.

Para CAR_VFV5: $0.621 > 0.05$; por lo tanto; se acepta la H₀.

Para MN_VFV5: $0.619 > 0.05$; por lo tanto; se acepta la H₀.

Para DF_VFV5: $0.948 > 0.05$; por lo tanto, se acepta la H₀.

7. Conclusión:

Conclusión para CAR_VFV5: Existe evidencia estadística de que la variable Comportamiento físico-mecánico del concreto (CAR_VFV5, MN y DF) NO está relacionada de manera directa con la inclusión de las varillas con PRFV ($r = -0.715$).

Conclusión para MN_VFV5: Existe evidencia estadística de que la variable Comportamiento físico-mecánico del concreto (CAR_VFV5, MN y DF) NO está relacionada de manera directa con la adición de CHSM ($r = -0.721$).

Conclusión para DF_VFV5: Existe evidencia estadística de que la variable Comportamiento físico-mecánico del concreto (CAR_VFV5, MN y DF) NO está relacionada de manera directa con la inclusión de las varillas con PRFV ($r = -0.945$).

Cabe recalcar que el bajo módulo de elasticidad de las varillas de PRFV afecta directamente la rigidez de la estructura, lo que hizo más susceptibles en su capacidad de carga, momentos flexionantes y desplazamientos verticales.

ANEXO N° 13

Ficha técnica de recolección de datos

REPORTE DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

I. DATOS GENERALES

Nombre del laboratorio	
Solicitado por:	
Nombre del proyecto	
Nombre del ensayo:	
Fecha de ensayo:	

II. DISEÑO DE MEZCLA DE LA MUESTRA:

Materiales	Procedencia del material	Dosificación (kg)
Cemento		
Agua		
Arena		
Piedra		
Óxido de grafeno		

Proporción:	
Tipo de muestra:	
Presentación de muestra:	
F ^o de diseño:	

VI. MÉTODO(S) DEL ENSAYO A APLICAR:

--

III. RESULTADO:

Código de muestra	Edad de curado (días)	Dosificación (%)	Ubicación de la falla	Luz libre	Modulo rotura (Kg/cm ²)	Resistencia promedio (kg/cm ²)

IV. OBSERVACIONES:

--

FICHA TÉCNICA N° 03
INDICADOR: CONTENIDO DE AIRE
TESISTAS

D1	=	CONCRETO PATRON	+	0.00 % FIBRA DE VIDRIO
D2	=	CONCRETO PATRON	+	0.50 % FIBRA DE VIDRIO
D3	=	CONCRETO PATRON	+	1.00 % FIBRA DE VIDRIO
D4	=	CONCRETO PATRON	+	1.50 % FIBRA DE VIDRIO

FECHA:.....

CONCRETO	% FIBRA DE VIDRIO	RESULTADOS DEL CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO FRESCO			Foto: Olla de Washington
		Muestra	Presión (psf). (%)	Promedio en %	
D1	0.00%	1			
		2			
		3			
D2	0.50%	1			
		2			
		3			
D3	1.00%	1			
		2			
		3			
D4	1.50%	1			
		2			
		3			

OBSERVACIONES:.....

EXPERTO 01		CALIFICACION (0-1)	FIRMA
NOMBRE:	Faustino Epimaco Angeles Laveriano	1	
CIP:	62402		

ANEXO N° 14

Ficha de Validación

VALIDACIÓN DE CONTENIDO DE FICHA DE REGISTRO PARA LA VARIABLE Comportamiento físico y mecánico del concreto

INSTRUCCIÓN: A continuación, se le hace llegar el instrumento de recolección de datos (Ficha de registro) que permitirá recoger la información en la presente investigación: Análisis del comportamiento físico y mecánico del concreto con barras de fibra de vidrio, Lima 2023. Por lo que se le solicita que tenga a bien evaluar el instrumento, haciendo, de ser caso, las sugerencias para realizar las correcciones pertinentes. Los criterios de validación de contenido son:

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

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

MATRIZ DE VALIDACIÓN DE FICHA DE REGISTRO DE LA VARIABLE COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO DEL CONCRETO

Definición de la variable: Corresponde una característica propia de un material sólido que al ser sometido a esfuerzos externos ofrece resistencia hasta donde falla o se destruye (Sánchez, 2021)

Dimensión	Indicador	Elemento	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observación
Propiedades físicas	Trabajabilidad	Reporte de ensayo de asentamiento	/	/	/	/	
	Contenido de aire	Reporte de ensayo de contenido de aire	/	/	/	/	
Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión	Reporte de ensayo de resistencia a la compresión	/	/	/	/	
	Resistencia a la flexión	Reporte de ensayo de resistencia a la flexión	/	/	/	/	

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Reporte de ensayo de resistencia a la compresión Reporte de ensayo de resistencia a la flexión Reporte de ensayo de asentamiento Reporte de ensayo de contenido de aire
Objetivo del instrumento	Recolectar los datos según los ensayos de laboratorio realizados a las muestras de concreto para determinar el comportamiento físico y mecánico del concreto
Nombres y apellidos del experto	Ing. Faustino Epimaco Ángeles Laveriano
Documento de identidad	06132962
Años de experiencia en el área	20
Máximo Grado Académico	Titulado
Nacionalidad	Peruana
Institución	Independiente
Cargo	Consultor
Número telefónico	996673571
Firma	
Fecha	16 /06 / 2023

Nombre del instrumento	Reporte de ensayo de resistencia a la compresión Reporte de ensayo de resistencia a la flexión Reporte de ensayo de asentamiento Reporte de ensayo de contenido de aire
Objetivo del instrumento	Recolectar los datos según los ensayos de laboratorio realizados a las muestras de concreto para determinar el comportamiento físico y mecánico del concreto
Nombres y apellidos del experto	Ing. ANTIDIO WILMER PINAO ATANACIO
Documento de identidad	10042465
Años de experiencia en el área	23
Máximo Grado Académico	Titulado
Nacionalidad	Peruana
Institución	Independiente
Cargo	Consultor
Número telefónico	999331281
Firma	
Fecha	16 /06 / 2023

Nombre del instrumento	Reporte de ensayo de resistencia a la compresión Reporte de ensayo de resistencia a la flexión Reporte de ensayo de asentamiento Reporte de ensayo de contenido de aire
Objetivo del instrumento	Recolectar los datos según los ensayos de laboratorio realizados a las muestras de concreto para determinar el comportamiento físico y mecánico del concreto
Nombres y apellidos del experto	Ing. Alfredo Antonio Valencia Cuadros
Documento de identidad	07013221
Años de experiencia en el área	23
Máximo Grado Académico	Titulado
Nacionalidad	Peruana
Institución	Independiente
Cargo	Consultor
Número telefónico	944222315
Firma	 CIP 61301
Fecha	16 /06 / 2023

ANEXO N° 15. ENSAYOS DE LABORATORIO

Informe Análisis Granulométrico Agregado Fino

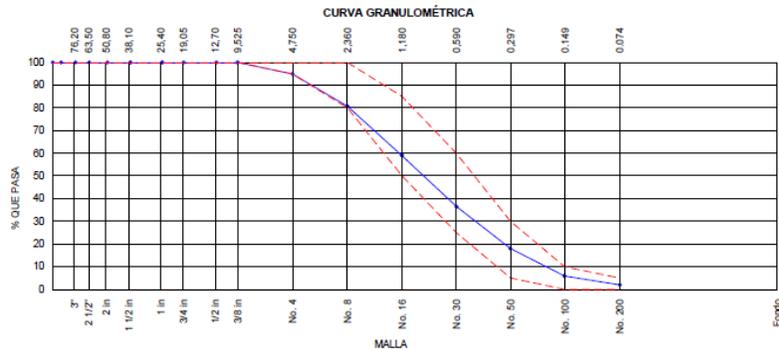
	REPORTE DE ENSAYO		Código	INGEO-LAB-F-AG06
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136		Versión	02
			Fecha	23/09/2022
			Página	1 de 1

Proyecto : Análisis del comportamiento físico y mecánico de las vigas de concreto reforzadas con varillas de fibra de vidrio, Lima 2023 Registro N°: L23-116-02
 Solicitante : José Luis Camacuaire B. / Humberto Tipiani R. Muestreado por : Solicitante
 Cliente : José Luis Camacuaire B. / Humberto Tipiani R. Ensayado por : R. Leyva
 Ubicación de Proyecto : Lima Fecha de Ensayo : 7/10/2023
 Material : Agregado Fino Turno : Diurno

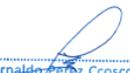
Código de Muestra : ---
 Procedencia : Cantera Trapiche
 N° de Muestra : ---
 Progresiva : ---

AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA

ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		Masa Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4 in'	100.00 mm						
3 1/2 in	90.00 mm						
3 in	75.00 mm						
2 1/2 in	63.00 mm						
2 in	50.00 mm						
1 1/2 in	37.50 mm						
1 in	25.00 mm						
3/4 in	19.00 mm						
1/2 in	12.50 mm						
3/8 in	9.50 mm				100.00	100.00	100.00
No. 4	4.75 mm	26.8	5.03	5.03	94.97	95.00	100.00
No. 8	2.36 mm	75.7	14.20	19.23	80.77	80.00	100.00
No. 16	1.18 mm	116.6	21.88	41.11	58.89	50.00	85.00
No. 30	600 µm	119.2	22.36	63.47	36.53	25.00	60.00
No. 50	300 µm	98.6	18.50	81.97	18.03	5.00	30.00
No. 100	150 µm	64.7	12.14	94.10	5.90	0.00	10.00
No. 200	75 µm	20.7	3.87	97.98	2.02	0.00	5.00
< No. 200	< No. 200	10.8	2.02	100.00	0.00	-	-
						MF	3.05
						TMN	---



El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-63, ver. 1 del 7/05/2018.

INGEOCONTROL SAC		
<p>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante</p>	<p style="text-align: center;">REVISADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <div style="text-align: center;">  Lidia Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C. </div>	<p style="text-align: center;">AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <div style="text-align: center;">  Arnaldo Pérez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico </div>

Informe Análisis Granulométrico Agregado Grueso

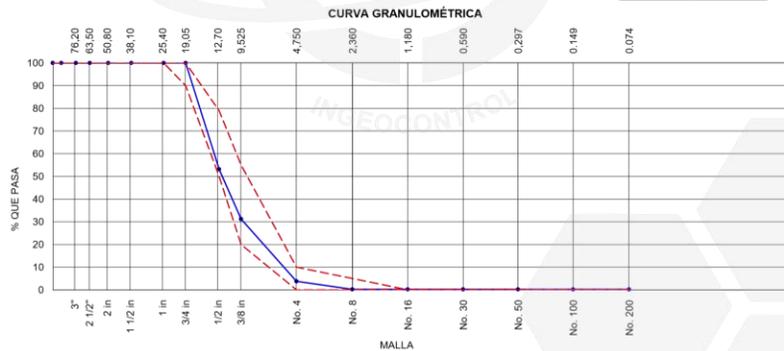
	REPORT DE ENSAYO	Código	INGEO-LAB-F-AG07
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136-19	Versión	02
		Fecha	23/09/2022
		Página	1 de 1

Proyecto : Análisis del comportamiento físico y mecánico de las vigas de concreto reforzadas con varillas de fibra de vidrio, Lima 2023 **Registro N°:** L23-116-03
Solicitante : José Luis Camacuare B. / Humberto Tipiani R. **Muestreado por:** Solicitante
Cliente : José Luis Camacuare B. / Humberto Tipiani R. **Ensayado por:** R. Leyva
Ubicación de Proyecto : Lima **Fecha de Ensayo:** 7/10/2023
Material : Agregado Grueso **Turno:** Diurno

Código de Muestra : ---
Procedencia : Cantera Trapiche
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---

AGREGADO GRUESO ASTM C33/C33M - 18 - HUSO # 67

ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		Masa Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4 in'	100.00 mm						
3 1/2 in	90.00 mm						
3 in	75.00 mm						
2 1/2 in	63.00 mm						
2 in	50.00 mm						
1 1/2 in	37.50 mm						
1 in	25.00 mm						
3/4 in	19.00 mm				100.00	90.00	100.00
1/2 in	12.50 mm	1342.8	46.89	46.89	53.11	50.00	79.00
3/8 in	9.50 mm	627.9	21.92	68.81	31.19	20.00	55.00
No. 4	4.75 mm	786.5	27.46	96.27	3.73	0.00	10.00
No. 8	2.36 mm	100.4	3.51	99.77	0.23	0.00	5.00
No. 16	1.18 mm					0.00	0.00
No. 30	600 µm					0.00	0.00
No. 50	300 µm					0.00	0.00
No. 100	150 µm					0.00	0.00
No. 200	75 µm					0.00	0.00
< No. 200	< No. 200	6.5	0.23	100.00	0.00	-	-
						MF	6.64
						TMN	1/2 in



El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-63, ver. 1 del 7/05/2018.

INGEOCONTROL SAC

AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico
--	--	---

Informe Contenido de Humedad Agregado Fino y Grueso

	REPORTE DE ENSAYO		Código	INGEO-LAB-F-AG01
	CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS ASTM C566-19		Versión	02
			Fecha	23/09/2022
			Página	1 de 1
Proyecto	: Análisis del comportamiento físico y mecánico de las vigas de concreto reforzadas con varillas de fibra de vidrio, Lima 2023		Registro N°:	L23-116-01
Cliente	: José Luis Camacuare B. / Humberto Tipiani R.		Muestreado por :	Solicitante
Solicitante	: José Luis Camacuare B. / Humberto Tipiani R.		Ensayado por :	R. Leyva
Ubicación del Proyecto	: Lima		Fecha de Ensayo:	7/10/2023
Material	: Agregados		Turno :	Diuño
Código de Muestra	: ---		Profundidad:	--- m
Sondaje / Calicata	: ---		Norte:	---
N° de Muestra	: ---		Este:	---
Progresiva	: ---		Cota:	---

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CANTERA
1	Masa del Recipiente	g	937.8	Trapiche
2	Masa del Recipiente + muestra húmeda	g	3509.0	
3	Masa del Recipiente + muestra seca	g	3480.8	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	1.11	

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CANTERA
1	Masa del Recipiente	g	242.9	Trapiche
2	Masa del Recipiente + muestra húmeda	g	791.9	
3	Masa del Recipiente + muestra seca	g	776.0	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	3.0	

INGEOCONTROL SAC		
<p>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante</p>	<p>REVISADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>..... Lidia Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.</p>	<p>AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>..... Arnaldo Pérez Coscco CIP: 190140 Gefente Técnico</p>

Informe Peso Unitario Suelto y Compactado Agregado Fino

	REPORTE DE ENSAYO	Código	INGEO-LAB-F-AG10
	DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS ASTM C29 / C29M - 17a	Versión	02
		Fecha	26/09/2022
		Página	1 de 1

Proyecto : Análisis del comportamiento físico y mecánico de las vigas de concreto reforzadas con varillas de fibra de vidrio, Lima 2023 Solicitante : José Luis Camacuare B. / Humberto Tipiani R. Atención : José Luis Camacuare B. / Humberto Tipiani R. Ubicación de Proyecto : Lima Material : Agregado Fino	Registro N°: L23-116-06 Muestreado por : Solicitante Ensayado por : R. Ieyva Fecha de Ensayo: 7/10/2023 Tumo: Diumo
---	--

Código de Muestra : --
Procedencia : Cantera Trapiche
N° de Muestra : --
Progresiva : --

PESO UNITARIO SUELTO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Masa de molde (kg)	1.623	1.623	
Volumen de molde (m3)	0.002809	0.002809	
Masa de molde + muestra suelta (kg)	5.707	5.710	
Masa de muestra suelta (kg)	4.084	4.087	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1454	1455	1454

PESO UNITARIO COMPACTADO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Masa de molde (kg)	1.623	1.623	
Volumen de molde (m3)	0.002809	0.002809	
Masa de molde + muestra compactado (kg)	6.366	6.371	
Masa de muestra suelta (kg)	4.743	4.748	
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m3)	1689	1690	1689

(*) El presente documento reemplaza al doc. AR-FO-101, ver. 1 del 30/04/2018.

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante	REVISADO POR Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

Calle Hurtado de Mendoza N° 280, Urb. Santa Luzmila - Comas - Lima - Lima - Central telefónica: (01) 7483255 Cel.: 997 070 406
www.ingeocontrol.com.pe / laboratorio@ingeocontrol.com.pe

Informe Peso Unitario Suelto y Compactado Agregado Grueso

	REPORTE DE ENSAYO		Código	INGEO-LAB-F-AG10
	DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS ASTM C29 / C29M - 17a		Versión	02
			Fecha	26/09/2022
			Página	1 de 1
Proyecto	: Análisis del comportamiento físico y mecánico de las vigas de concreto reforzadas con varillas de fibra de vidrio, Lima 2023		Registro N°:	L23-116-07
Solicitante	: José Luis Camacuare B. / Humberto Tiplani R.		Muestreado por :	Solicitante
Atención	: José Luis Camacuare B. / Humberto Tiplani R.		Ensayado por :	R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: Lima		Fecha de Ensayo:	7/10/2023
Material	: Agregado Grueso		Turno:	Diurno
Código de Muestra	: —			
Procedencia	: Cantera Trapiche			
N° de Muestra	: —			
Progresiva	: —			

PESO UNITARIO SUELTO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Masa de molde (kg)	1.623	1.623	
Volumen de molde (m3)	0.002809	0.002809	
Masa de molde + muestra suelta (kg)	5.282	5.292	
Masa de muestra suelta (kg)	3.659	3.669	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1303	1306	1304

PESO UNITARIO COMPACTADO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Masa de molde (kg)	1.623	1.623	
Volumen de molde (m3)	0.002809	0.002809	
Masa de molde + muestra compactado (kg)	5.746	5.758	
Masa de muestra suelta (kg)	4.123	4.135	
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m3)	1468	1472	1470

(*) El presente documento reemplaza al doc. AR-FO-101, ver. 1 del 30/04/2018.

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Perez Coscco CJP: 190140 Gerente Técnico

Peso Específico y Absorción de Agregado Fino

	REPORTE DE ENSAYO		Código	INGEO-LAB-F-AG08
	DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ASTM C128-15		Versión	02
			Fecha	23/09/2022
			Página	1 de 1
Proyecto	: Análisis del comportamiento físico y mecánico de las vigas de concreto reforzadas con varillas de fibra de vidrio, Lima 2023		Registro N°:	L23-116-04
Solicitante	: José Luis Camacuare B. / Humberto Tipiani R.		Muestreado por :	Solicitante
Atención	: José Luis Camacuare B. / Humberto Tipiani R.		Ensayado por :	R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: Lima		Fecha de Ensayo:	7/10/2023
Material	: Agregado Fino		Turno:	Diuino
Código de Muestra	: ---			
Procedencia	: Cantera Trapiche			
N° de Muestra	: ---			
Progresiva	: ---			

IDENTIFICACIÓN		1	2	PROMEDIO
A	Masa Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)	500.1	500.0	
B	Masa Frasco + agua	643.8	643.9	
C	Masa Frasco + agua + muestra SSS	956.5	957.1	
D	Masa del Mat. Seco	491.8	491.9	
Pe Bulk (Base seca) o gravedad específica de masa = D/(B+A-C)		2.62	2.63	2.629
Pe Bulk (Base Saturada) o gravedad específico SSS = A/(B+A-C)		2.67	2.68	2.673
Pe Aparente (Base seca) o gravedad específico aparente = D/(B+D)		2.75	2.75	2.749
% Absorción = 100*(A-D)/D)		1.7	1.6	1.7

(*) El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-67, ver.1 del 30/04/2018

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO	Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Ccoscco CP: 190140 Gerente Técnico

Gravedad Especifica y Absorción de Agregado Grueso

	REPORTE DE ENSAYO	Código	INGEO-LAB-F-AG09
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y LA ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS ASTM C127-15	Versión	03
		Fecha	27/01/2023
		Página	1 de 1

Proyecto	: Análisis del comportamiento físico y mecánico de las vigas de concreto reforzadas con varillas de fibra de vidrio, Lima 2023	Registro N°:	LZ3-116-05
Solicitante	: José Luis Camacuare B. / Humberto Tipiani R.	Muestreado por :	Solicitante
Atención	: José Luis Camacuare B. / Humberto Tipiani R.	Ensayado por :	R. Ieyva
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo:	7/10/2023
Material	: Agregado Grueso	Turno:	Diuino

Código de Muestra : --
 Procedencia : Cantera Trapiche
 N° de Muestra : --
 Progresiva : --

DATOS		A	B
1	Masa de la muestra sss	2043.2	2056.3
2	Masa de la muestra sss sumergida	1324.4	1330.6
3	Masa de la muestra secada al homo	2021.8	2035.7

RESULTADOS	1	2	PROMEDIO
Gravedad Especifica de Masa	2.813	2.805	2.809
Gravedad Especifica de Masa S.S.S	2.842	2.834	2.838
Gravedad Especifica de Aparente	2.899	2.887	2.893
Porcentaje de Absorción (%)	1.1	1.0	1.036

El presente documento reemplaz al doc. AE-FO-78 , ver. 1 del 30/04/2018.

INGEOCONTROL SAC		
<p>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante</p>	<p>REVISADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <div style="text-align: center;">  ----- Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C. </div>	<p>AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <div style="text-align: center;">  ----- Arnaldo Perez Coscco CP: 190140 Gerente Técnico </div>

Diseño de Mezcla Método ACI 211.1

	REPORTE DE INFORME	Código	INGEO-LAB-F-C007
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO	Versión	03
	REFERENCIA ACI 211.1-22	Fecha	18-07-2023
		Página	1 de 1

Proyecto	: Análisis del comportamiento físico y mecánico de las vigas de concreto reforzadas con varillas de fibra de vidrio, Lima 2023	Registro N°:	L23-116-08
Solicitante	: José Luis Camacuare B. / Humberto Tiplani R.	Realizado por :	R. Leyva
Atención	: José Luis Camacuare B. / Humberto Tiplani R.	Revisado por :	L. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Elaboración :	10/10/2023
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	Fc de diseño:	210 kg/cm ²
Procedencia	: Cantera Trapiche	Asentamiento:	5 in a 6 in
Cemento	: Cemento Sol Tipo I	Código de mezcla:	D1210J

- | | |
|---|--|
| <p>1. RESISTENCIA A LA COMPRESION
F_c = 210 kg/cm² F_{cr} = 280 kg/cm²</p> <p>2. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R a/cle = 0.57</p> <p>3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 223 L</p> <p>4. CONTENIDO DE AIRE TOTAL
Aire = 2.5%</p> | <p>5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
Cemento 391 kg = 9.2 Bolsas x m³</p> <p>6. ADICIONES
No aplica</p> <p>7. ADITIVOS
No aplica</p> <p>8. FIBRAS
No aplica</p> |
|---|--|

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U.S. seco	P.U.C. seco	TMN
Cemento Sol Tipo I	3110 kg/m ³	0.1258 m ³						
Agua	1000 kg/m ³	0.2230 m ³						
Aire atrapado ≈ 2.5%	---	0.0250 m ³						
Agregado Grueso	2809 kg/m ³	0.2776 m ³	1.1%	1.0%	6.64	1304	1470	1/2
Agregado fino	2629 kg/m ³	0.3486 m ³	3.0%	1.7%	3.05	1454	1689	---
Volumen de pasta		0.3738 m ³						
Volumen de agregados		0.6262 m ³						

<p>10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SATURADOS SUPERFICIALMENTE SECOS</p> <table border="1"> <tr> <td>Agregado Grueso</td> <td>44.3%</td> <td>≈ 0.2776 m³</td> <td>≈ 780 kg</td> </tr> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>55.7%</td> <td>≈ 0.3486 m³</td> <td>≈ 917 kg</td> </tr> </table> <p>11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD</p> <table border="1"> <tr> <td>Agregado Grueso</td> <td>788 kg</td> </tr> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>944 kg</td> </tr> </table>	Agregado Grueso	44.3%	≈ 0.2776 m ³	≈ 780 kg	Agregado fino	55.7%	≈ 0.3486 m ³	≈ 917 kg	Agregado Grueso	788 kg	Agregado fino	944 kg	<p>14. RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMPONENTE</th> <th>PESO SSD</th> <th>PESO SECO</th> <th>PESO HÚMEDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento Sol Tipo I</td> <td>391 kg</td> <td>391 kg</td> <td>391 kg</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>200 L</td> <td>223 L</td> <td>211 L</td> </tr> <tr> <td>Agregado Grueso</td> <td>780 kg</td> <td>772 kg</td> <td>788 kg</td> </tr> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>917 kg</td> <td>901 kg</td> <td>944 kg</td> </tr> <tr> <td colspan="3">PUT</td> <td>2334 kg</td> </tr> </tbody> </table>	COMPONENTE	PESO SSD	PESO SECO	PESO HÚMEDO	Cemento Sol Tipo I	391 kg	391 kg	391 kg	Agua	200 L	223 L	211 L	Agregado Grueso	780 kg	772 kg	788 kg	Agregado fino	917 kg	901 kg	944 kg	PUT			2334 kg
Agregado Grueso	44.3%	≈ 0.2776 m ³	≈ 780 kg																																		
Agregado fino	55.7%	≈ 0.3486 m ³	≈ 917 kg																																		
Agregado Grueso	788 kg																																				
Agregado fino	944 kg																																				
COMPONENTE	PESO SSD	PESO SECO	PESO HÚMEDO																																		
Cemento Sol Tipo I	391 kg	391 kg	391 kg																																		
Agua	200 L	223 L	211 L																																		
Agregado Grueso	780 kg	772 kg	788 kg																																		
Agregado fino	917 kg	901 kg	944 kg																																		
PUT			2334 kg																																		

<p>12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD</p> <table border="1"> <tr> <td>Agua</td> <td>211 L</td> </tr> </table> <p>13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA</p> <table border="1"> <tr> <td>CEM</td> <td>A.F.</td> <td>A.G.</td> <td>AGUA</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>: 2.5</td> <td>: 2.3</td> <td>: 22.9 L</td> </tr> </table>	Agua	211 L	CEM	A.F.	A.G.	AGUA	1	: 2.5	: 2.3	: 22.9 L	<p>15. TANDA DE PRUEBA MÍNIMA</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMPONENTE</th> <th>PESO HÚMEDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento Sol Tipo I</td> <td>14.48 kg</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>7.80 L</td> </tr> <tr> <td>Agregado Grueso</td> <td>29.17 kg</td> </tr> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>34.92 kg</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: right;">0.037 m³</td> </tr> <tr> <td>Stump obtenido pulg.</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Temperatura °C</td> <td>22.6</td> </tr> </tbody> </table>	COMPONENTE	PESO HÚMEDO	Cemento Sol Tipo I	14.48 kg	Agua	7.80 L	Agregado Grueso	29.17 kg	Agregado fino	34.92 kg	0.037 m³		Stump obtenido pulg.	5	Temperatura °C	22.6
Agua	211 L																										
CEM	A.F.	A.G.	AGUA																								
1	: 2.5	: 2.3	: 22.9 L																								
COMPONENTE	PESO HÚMEDO																										
Cemento Sol Tipo I	14.48 kg																										
Agua	7.80 L																										
Agregado Grueso	29.17 kg																										
Agregado fino	34.92 kg																										
0.037 m³																											
Stump obtenido pulg.	5																										
Temperatura °C	22.6																										

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el Solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL
- * Los valores presentados en el presente diseño pueden variar ligeramente en obra por cambios en la granulometría del agregado, correcciones por humedad y absorción, la limpieza de los agregados, el cambio de tipo de cemento y/o proporción de aditivo.
- * El presente documento reemplaza al formato: AE-FO-93, versión 2 , del 27/09/2022.

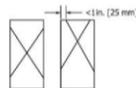
INGEOCONTROL SAC		
<p>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p>	<p>REVISADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>L. Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.</p>	<p>AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>Arnaldo Ferber Ccoscco C.I.F: 190140 Gerente Técnico</p>

Informe Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas

	REPORTE DE ENSAYO		Código	INGEO-LAB-F-CO08
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN		Versión	02
			Fecha	10/10/2022
			Página	1 de 1
Proyecto	Análisis del comportamiento físico y mecánico de las vigas de concreto reforzadas con varillas de fibra de vidrio, Lima 2023		Registro N°:	L23-116-11
Solicitante	Jose Luis Camacure / Humberto Tiplani		Muestreado por:	Solicitante
Cliente	Jose Luis Camacure / Humberto Tiplani		Ensayado por:	R. Leyva
Ubicación de Proyecto	---		Fecha de Ensayo:	17/10/2023
Fecha de emisión	18/10/2023		Turno:	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes cilíndricos 6" x 12"			
F'c de diseño	: 210 kg/cm ²			
Progresiva	: ---			

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-21

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	F'c	% F'c
PATRON M-1	10/10/2023	17/10/2023	7	15.08	30.15	2	2.00	45421.0	254 kg/cm ²	210 kg/cm ²	121.1%
PATRON M-2	10/10/2023	17/10/2023	7	15.14	30.09	5	1.99	44031.0	245 kg/cm ²	210 kg/cm ²	116.5%



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in (25 mm)



Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo

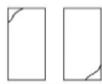


Tipo 3
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguir el Tipo 1

Fuente: ASTM C39



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



Tipo 6
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntagudo

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11

L/D	1.75	1.53	1.25	1.00
Factor	0.98	0.98	0.93	0.87

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

Fuente: ASTM C39

Coefficient of Variation ^a	Acceptable Range ^b of Individual Cylinder Strength	
	2 cylinders	3 cylinders
150 by 300 mm (6 by 12 in.) Laboratory conditions	2.4%	6.6%
Field conditions	2.9%	8.0%
100 by 200 mm (4 by 8 in.) Laboratory conditions	3.2%	9.0%

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el Solicitante.
 - * En caso que las muestras no cumplan con la relación altura / diámetro, se utilizara el factor de corrección de esfuerzo
- El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-101, ver. 1, del 19/04/2020

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante	REVISADO POR Nombre y firma:  Lilia Mejía Angeles JEFE DE LABORATORIO	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

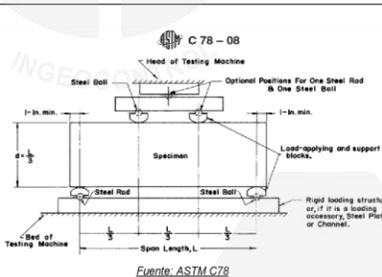
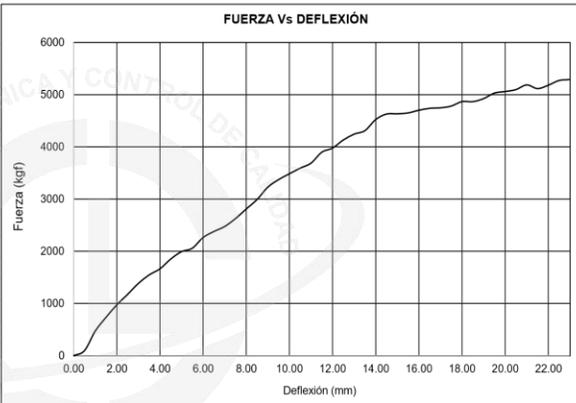
Informe de los 7 días de la Viga de Concreto con PRFV de Refuerzo $\phi 12\text{mm}$, VF-1

	INFORME	Código	INGEO-LAB-F-C017
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL REFORZADO	Versión	02
		Fecha	30-09-2023
		Página	1 de 1
PROYECTO	: Análisis del comportamiento físico y mecánico de las vigas de concreto reforzadas con varillas de fibra de vidrio, Lima 2023	REGISTRO N°:	L23-116-10
SOLICITANTE	: Jose Luis Camacuare B / Humberto Tipiani R.	REALIZADO POR :	R. Leyva
CÓDIGO DE PROYECTO	: Jose Luis Camacuare B / Humberto Tipiani R.	REVISADO POR :	L. Melgar
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Lima	FECHA DE ENSAYO :	17/10/2023
FECHA DE EMISIÓN	: 20/10/2023	TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Viga de 0.15 x 0.20 x 1.10m		
Fc de diseño	: 210 kg/cm ²		

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (REF. ASTM C78)

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	ALTURA cm	LUZ LIBRE cm	FUERZA HASTA LA PRIMERA FISURA (kgf)	FUERZA MÁXIMA (kgf)	DEFLEXIÓN A LA PRIMERA FISURA (mm)	UBICACIÓN DE FALLA
Viga de concreto con Acero de refuerzo de 12 mm	10/10/2023	17/10/2023	20.0	95.0	1992	5515	5	TERCIO CENTRAL

DEFLEXIÓN (mm)	FUERZA (kgf)	DEFLEXIÓN (mm)	FUERZA (kgf)
1.00	471	18.00	4867
2.00	973	19.00	4923
3.00	1384	20.00	5060
4.00	1663	21.00	5187
5.00	1992	22.00	5181
6.00	2263	23.00	5292
7.00	2474	24.00	
8.00	2810	25.00	
9.00	3228	26.00	
10.00	3485	27.00	
11.00	3688	28.00	
12.00	3977	29.00	
13.00	4243	30.00	
14.00	4523	31.00	
15.00	4633	32.00	
16.00	4701	33.00	
17.00	4748	34.00	



MR (esclai) = 19.9 kg/cm²
 MR (máximo) = 55.2 kg/cm²

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal de INGENEOCONTROL
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENEOCONTROL
- * Este formato reemplaza al AE-FO-124 versión 1 de fecha 30-04-2018

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGENEOCONTROL S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico

Informe de los 7 días de la Viga de Concreto con Acero de Refuerzo $\phi 12\text{mm}$, VA-1

	INFORME	Código	INGEO-LAB-F-CO17
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL REFORZADO	Versión	02
		Fecha	30-09-2023
		Página	1 de 1

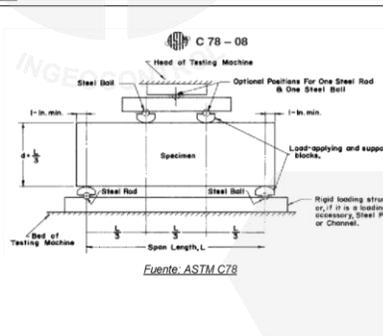
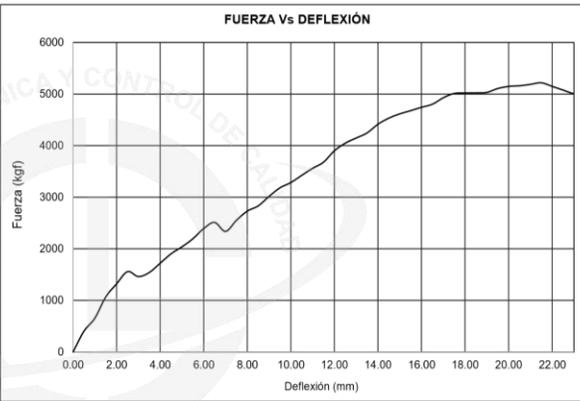
PROYECTO : Análisis del comportamiento físico y mecánico de las vigas de concreto reforzadas con varillas de fibra de vidrio, Lima 2023 REGISTRO N°: L23-116-09
SOLICITANTE : Jose Luis Camacuare B / Humberto Tiplani R. REALIZADO POR : R. Leyva
CÓDIGO DE PROYECTO : Jose Luis Camacuare B / Humberto Tiplani R. REVISADO POR : L. Melgar
UBICACIÓN DE PROYECTO : Lima FECHA DE ENSAYO : 17/10/2023
FECHA DE EMISIÓN : 20/10/2023 TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido
Presentación : Viga de 0.2 x 0.15 x 0.95m (H*A*L)
Fc de diseño : 210 kg/cm²

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (REF. ASTM C78)

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	ALTURA cm	LUZ LIBRE cm	FUERZA HASTA LA PRIMERA FISURA (kgf)	FUERZA MÁXIMA (kgf)	DEFLEXIÓN A LA PRIMERA FISURA (mm)	UBICACIÓN DE FALLA
Viga de concreto con Acero de refuerzo de 12 mm	10/10/2023	17/10/2023	20.0	95.0	2038	5218	5	TERCIO CENTRAL

DEFLEXIÓN (mm)	FUERZA (kgf)	DEFLEXIÓN (mm)	FUERZA (kgf)
1.00	654	18.00	5020
2.00	1320	19.00	5031
3.00	1460	20.00	5148
4.00	1720	21.00	5187
5.00	2038	22.00	5149
6.00	2392	23.00	5005
7.00	2336	24.00	
8.00	2730	25.00	
9.00	3015	26.00	
10.00	3283	27.00	
11.00	3560	28.00	
12.00	3900	29.00	
13.00	4147	30.00	
14.00	4414	31.00	
15.00	4615	32.00	
16.00	4743	33.00	
17.00	4927	34.00	



MR (inicial) = 20.4 kg/cm²
MR (máximo) = 52.2 kg/cm²

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal de INGENIOCONTROL
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENIOCONTROL
- * Este formato reemplaza al AE-FO-124 versión 1 de fecha 30-04-2018

INGENIOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGENIOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGENIOCONTROL S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Ccoscco C/P: 190140 Gerente Técnico

Informe de los 14 días de la Viga de Concreto con PRFV de Refuerzo $\phi 12\text{mm}$, VF-2

	INFORME	Código	INGEO-LAB-F-C017
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL REFORZADO	Versión	02
		Fecha	30-09-2023
		Página	1 de 1

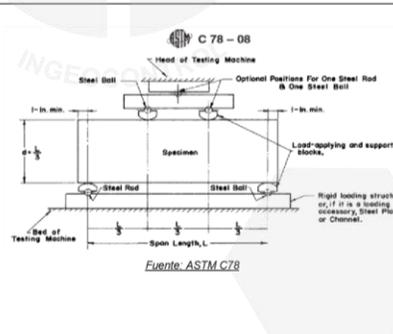
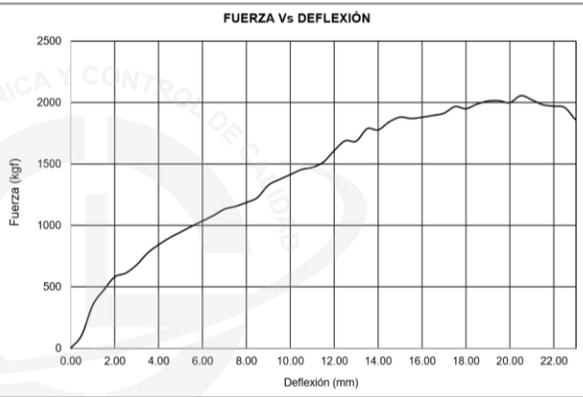
PROYECTO	: Análisis del comportamiento físico y mecánico de las vigas de concreto reforzadas con varillas de fibra de vidrio , Lima 2023	REGISTRO N°:	L23-116-14
SOLICITANTE	: Jose Luis Camacuare B / Humberto Tipiani R.	REALIZADO POR :	R. Leyva
CÓDIGO DE PROYECTO	: Jose Luis Camacuare B / Humberto Tipiani R.	REVISADO POR :	L. Melgar
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Lima	FECHA DE ENSAYO :	24/10/2023
FECHA DE EMISIÓN	: 27/10/2023	TURNO :	Diurno

Tipo de muestra	: Concreto endurecido
Presentación	: Viga de 0.15 x 0.20 x 1.10m
Fc de diseño	: 210 kg/cm ²

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (REF. ASTM C78)

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	ALTURA cm	LUZ LIBRE cm	FUERZA HASTA LA PRIMERA FISURA (kgf)	FUERZA MÁXIMA (kgf)	DEFLEXIÓN A LA PRIMERA FISURA (mm)	UBICACIÓN DE FALLA
Viga de concreto con Acero de refuerzo de 12 mm VF-2	10/10/2023	24/10/2023	20.0	95.0	945	2056	5	TERCIO CENTRAL

DEFLEXIÓN (mm)	FUERZA (kgf)	DEFLEXIÓN (mm)	FUERZA (kgf)
1.00	350	18.00	1950
2.00	580	19.00	2012
3.00	678	20.00	1999
4.00	842	21.00	2022
5.00	945	22.00	1970
6.00	1036	23.00	1860
7.00	1132	24.00	
8.00	1186	25.00	
9.00	1327	26.00	
10.00	1413	27.00	
11.00	1472	28.00	
12.00	1609	29.00	
13.00	1685	30.00	
14.00	1777	31.00	
15.00	1881	32.00	
16.00	1880	33.00	
17.00	1913	34.00	



MR (parcial) = 9.5 kg/cm²
 MR (máximo) = 20.6 kg/cm²

OBSERVACIONES:

- Muestras elaboradas y curadas por el personal de INGENIOCONTROL
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENIOCONTROL
- Este formato reemplaza al AE-FO-124 versión 1 de fecha 30-04-2018

INGENIOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGENIOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR Nombre y firma:  Luis Melgar Argentes JEFE DE LABORATORIO INGENIOCONTROL S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Cosocco C#: 190140 Gerente Técnico

Informe de los 14 días de la Viga de Concreto con PRFV de Refuerzo $\phi 12\text{mm}$, VF-3

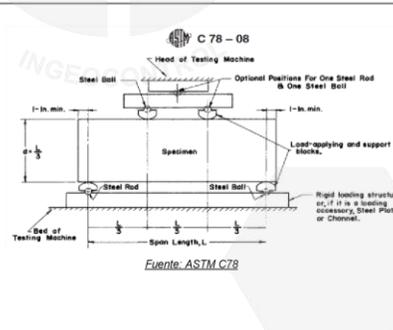
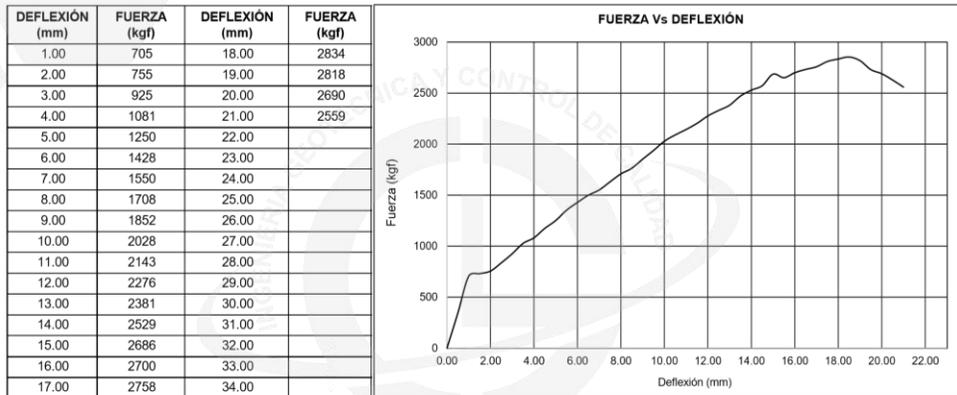
	INFORME	Código	INGEO-LAB-F-C017
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL REFORZADO	Versión	02
		Fecha	30-09-2023
		Página	1 de 1

PROYECTO : Análisis del comportamiento físico y mecánico de las vigas de concreto reforzadas con varillas de fibra de vidrio, Lima 2023 REGISTRO N°: L23-116-15
SOLICITANTE : Jose Luis Camacuare B / Humberto Tiplani R. REALIZADO POR : R. Leyva
CÓDIGO DE PROYECTO : Jose Luis Camacuare B / Humberto Tiplani R. REVISADO POR : L. Melgar
UBICACIÓN DE PROYECTO : Lima FECHA DE ENSAYO : 24/10/2023
FECHA DE EMISIÓN : 27/10/2023 TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido
Presentación : Viga de 0.15 x 0.20 x 1.10m
Fc de diseño : 210 kg/cm²

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (REF. ASTM C78)

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	ALTURA cm	LUZ LIBRE cm	FUERZA HASTA LA PRIMERA FISURA (kgf)	FUERZA MÁXIMA (kgf)	DEFLEXIÓN A LA PRIMERA FISURA (mm)	UBICACIÓN DE FALLA
Viga de concreto con Acero de refuerzo de 12 mm VF-3	10/10/2023	24/10/2023	20.0	95.0	1250	2854	5	TERCIO CENTRAL



MR (inicial) = 12.5 kg/cm²
MR (máximo) = 28.5 kg/cm²

OBSERVACIONES:

- Muestras elaboradas y curadas por el personal de INGENIOCONTROL
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENIOCONTROL
- Este formato reemplaza al AE-FO-124 versión 1 de fecha 30-04-2018

INGENIOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGENIOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR Nombre y firma:  LUIS MELGAR ANGÉLES JEFE DE LABORATORIO INGENIOCONTROL S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Cosco CIP: 190140 Gerente Técnico

Informe de los 14 días de la Viga de Concreto con Acero de Refuerzo $\phi 12\text{mm}$, VA-2

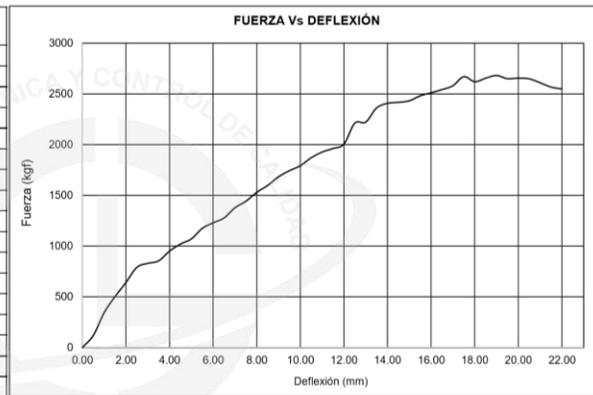
	INFORME	Código	INGEO-LAB-F-CO17
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL REFORZADO	Versión	02
		Fecha	30-09-2023
		Página	1 de 1

PROYECTO	: Análisis del comportamiento físico y mecánico de las vigas de concreto reforzadas con varillas de fibra de vidrio, Lima 2023	REGISTRO N°:	L23-116-12
SOLICITANTE	: Jose Luis Camacuare B / Humberto Tiplani R.	REALIZADO POR :	R. Leyva
CÓDIGO DE PROYECTO	: Jose Luis Camacuare B / Humberto Tiplani R.	REVISADO POR :	L. Melgar
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Lima	FECHA DE ENSAYO :	24/10/2023
FECHA DE EMISIÓN	: 27/10/2023	TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Viga de 0.2 x 0.15 x 0.95m (H*A*L)		
F'c de diseño	: 210 kg/cm ²		

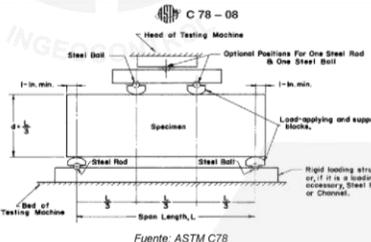
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (REF. ASTM C78)

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	ALTURA cm	LUZ LIBRE cm	FUERZA HASTA LA PRIMERA FISURA (kgf)	FUERZA MÁXIMA (kgf)	DEFLEXIÓN A LA PRIMERA FISURA (mm)	UBICACIÓN DE FALLA
Viga de concreto con Acero de refuerzo de 12 mm VA-2	10/10/2023	24/10/2023	20.0	95.0	1070	2682	5	TERCIO CENTRAL

DEFLEXIÓN (mm)	FUERZA (kgf)	DEFLEXIÓN (mm)	FUERZA (kgf)
1.00	343	18.00	2620
2.00	641	19.00	2682
3.00	829	20.00	2656
4.00	950	21.00	2610
5.00	1070	22.00	2549
6.00	1229	23.00	
7.00	1377	24.00	
8.00	1529	25.00	
9.00	1683	26.00	
10.00	1792	27.00	
11.00	1927	28.00	
12.00	2005	29.00	
13.00	2222	30.00	
14.00	2407	31.00	
15.00	2432	32.00	
16.00	2511	33.00	
17.00	2580	34.00	







MR (inicial) = 10.7 kg/cm²

MR (máximo) = 26.8 kg/cm²

Fuente: ASTM C78

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal de INGEOCONTROL
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
- * Este formato reemplaza al AE-FO-124 versión 1 de fecha 30-04-2018

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	Nombre y firma:  L. Melgar Angles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Ccosocco CIP: 190140 Gerente Técnico

Informe de los 14 días de la Viga de Concreto con Acero de Refuerzo $\phi 12\text{mm}$, VA-3

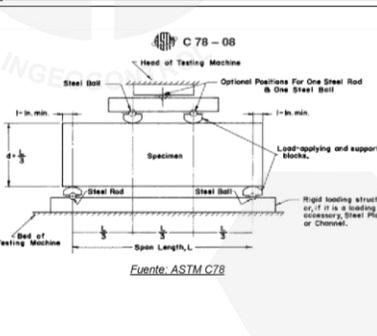
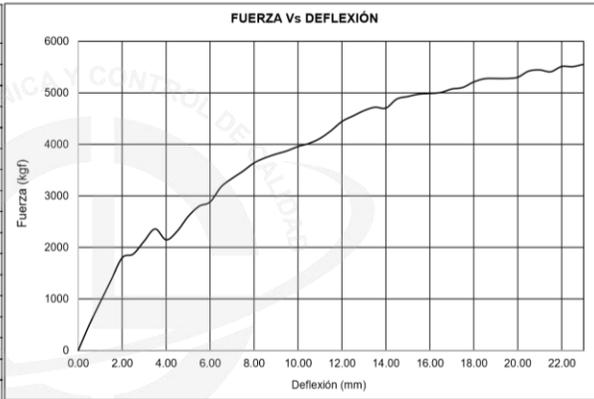
	INFORME	Código	INGEO-LAB-F-C017
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL REFORZADO	Versión	02
		Fecha	30-09-2023
		Página	1 de 1

PROYECTO	: Análisis del comportamiento físico y mecánico de las vigas de concreto reforzadas con varillas de fibra de vidrio, Lima 2023	REGISTRO N°:	L23-116-13
SOLICITANTE	: Jose Luis Camacuare B / Humberto Tiplani R.	REALIZADO POR :	R. Leyva
CÓDIGO DE PROYECTO	: Jose Luis Camacuare B / Humberto Tiplani R.	REVISADO POR :	L. Meigar
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Lima	FECHA DE ENSAYO :	24/10/2023
FECHA DE EMISIÓN	: 27/10/2023	TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Viga de 0.2 x 0.15 x 0.95m (H*A*L)		
Fc de diseño	: 210 kg/cm ²		

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (REF. ASTM C78)

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	ALTURA cm	LUZ LIBRE cm	FUERZA HASTA LA PRIMERA FISURA (kgf)	FUERZA MÁXIMA (kgf)	DEFLEXIÓN A LA PRIMERA FISURA (mm)	UBICACIÓN DE FALLA
Viga de concreto con Acero de refuerzo de 12 mm VA-3	10/10/2023	24/10/2023	20.0	95.0	2598	5573	5	TERCIO CENTRAL

DEFLEXIÓN (mm)	FUERZA (kgf)	DEFLEXIÓN (mm)	FUERZA (kgf)
1.00	935	18.00	5212
2.00	1799	19.00	5278
3.00	2121	20.00	5302
4.00	2146	21.00	5444
5.00	2598	22.00	5511
6.00	2881	23.00	
7.00	3338	24.00	
8.00	3639	25.00	
9.00	3811	26.00	
10.00	3958	27.00	
11.00	4114	28.00	
12.00	4444	29.00	
13.00	4653	30.00	
14.00	4703	31.00	
15.00	4928	32.00	
16.00	4987	33.00	
17.00	5074	34.00	



MR (inicial) = 26.0 kg/cm²
 MR (máximo) = 55.7 kg/cm²

- OBSERVACIONES:**
- * Muestras elaboradas y curadas por el personal de INGENIOCONTROL
 - * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENIOCONTROL
 - * Este formato reemplaza al AE-FO-124 versión 1 de fecha 30-04-2018

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR Nombre y firma:  Lita Meigar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGENIOCONTROL S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Ccoscco CIP: 190140 Jefe Técnico

Informe de los 28 días de la Viga de Concreto con PRFV de Refuerzo $\phi 12\text{mm}$, VF-4

	INFORME	Código	INGEO-LAB-F-CO17
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL REFORZADO	Versión	02
		Fecha	30-09-2023
		Página	1 de 1

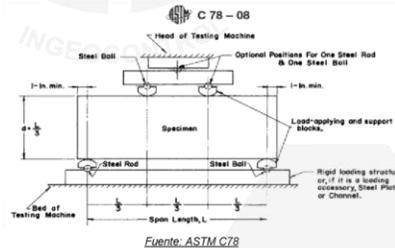
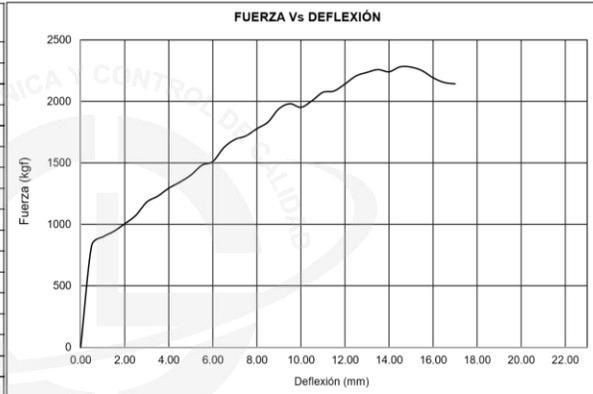
PROYECTO : Análisis del comportamiento físico y mecánico de las vigas de concreto reforzadas con varillas de fibra de vidrio , Lima 2023 REGISTRO N°: L23-116-18
SOLICITANTE : Jose Luis Camacuare B / Humberto Tipiani R. REALIZADO POR : R. Leyva
CÓDIGO DE PROYECTO : Jose Luis Camacuare B / Humberto Tipiani R. REVISADO POR : L. Melgar
UBICACIÓN DE PROYECTO : Lima FECHA DE ENSAYO : 7/11/2023
FECHA DE EMISIÓN : 08/11/2023 TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido
Presentación : Viga de 0.15 x 0.20 x 1.10m
Fc de diseño : 210 kg/cm²

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (REF. ASTM C78)

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	ALTURA cm	LUZ LIBRE cm	FUERZA HASTA LA PRIMERA FISURA (kgf)	FUERZA MÁXIMA (kgf)	DEFLEXIÓN A LA PRIMERA FISURA (mm)	UBICACIÓN DE FALLA
Viga de concreto con fibra de vidrio de refuerzo de 12 mm VF-4	10/10/2023	7/11/2023	15.0	95.0	1400	2281	5	TERCIO CENTRAL

DEFLEXIÓN (mm)	FUERZA (kgf)	DEFLEXIÓN (mm)	FUERZA (kgf)
1.00	897	18.00	
2.00	1004	19.00	
3.00	1181	20.00	
4.00	1294	21.00	
5.00	1400	22.00	
6.00	1511	23.00	
7.00	1690	24.00	
8.00	1778	25.00	
9.00	1940	26.00	
10.00	1952	27.00	
11.00	2074	28.00	
12.00	2142	29.00	
13.00	2236	30.00	
14.00	2241	31.00	
15.00	2279	32.00	
16.00	2192	33.00	
17.00	2143	34.00	



MR (inicial) = 24.9 kg/cm²
MR (máximo) = 40.6 kg/cm²

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal de INGENIOCONTROL
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENIOCONTROL
- * Este formato reemplaza al AE-FO-124 versión 1 de fecha 30-04-2018

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR Nombre y firma:  LUIS MELGAR ANGELES JEFE DE LABORATORIO INGENIOCONTROL S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Cosacco C.P.: 290140 Gerente Técnico

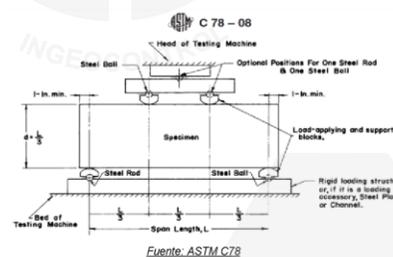
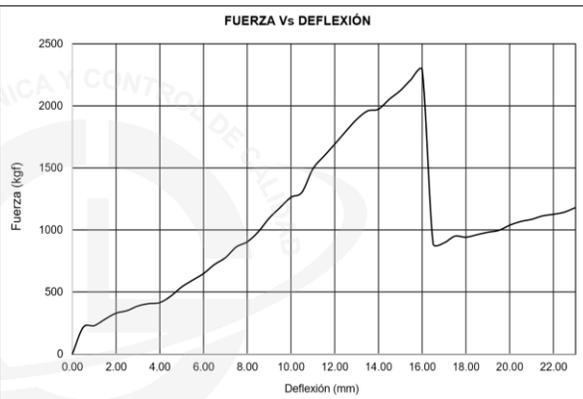
Informe de los 28 días de la Viga de Concreto con PRFV de Refuerzo $\phi 12\text{mm}$, VF-5

	INFORME		Código	INGEO-LAB-F-C017
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL REFORZADO		Versión	02
			Fecha	30-09-2023
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Análisis del comportamiento físico y mecánico de las vigas de concreto reforzadas con varillas de fibra de vidrio, Lima 2023		REGISTRO N°:	L23-116-19
SOLICITANTE	: Jose Luis Camacuare B / Humberto Tiplani R.		REALIZADO POR :	R. Leyva
CÓDIGO DE PROYECTO	: Jose Luis Camacuare B / Humberto Tiplani R.		REVISADO POR :	L. Melgar
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Lima		FECHA DE ENSAYO :	7/11/2023
FECHA DE EMISIÓN	: 08/11/2023		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Viga de 0.15 x 0.20 x 1.10m			
Fc de diseño	: 210 kg/cm ²			

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (REF. ASTM C78)

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	ALTURA cm	LUZ LIBRE cm	FUERZA HASTA LA PRIMERA FISURA (kgf)	FUERZA MÁXIMA (kgf)	DEFLEXIÓN A LA PRIMERA FISURA (mm)	UBICACIÓN DE FALLA
Viga de concreto con fibra de vidrio de 12 mm VF-5	10/10/2023	7/11/2023	20.0	95.0	540	2289	5	TERCIO CENTRAL

DEFLEXIÓN (mm)	FUERZA (kgf)	DEFLEXIÓN (mm)	FUERZA (kgf)
1.00	228	18.00	941
2.00	329	19.00	981
3.00	387	20.00	1038
4.00	414	21.00	1085
5.00	540	22.00	1126
6.00	648	23.00	1179
7.00	776	24.00	1143
8.00	904	25.00	1211
9.00	1094	26.00	1246
10.00	1263	27.00	1232
11.00	1492	28.00	1268
12.00	1691	29.00	1302
13.00	1890	30.00	1281
14.00	1973	31.00	1329
15.00	2123	32.00	1347
16.00	2289	33.00	1343
17.00	896	34.00	1373



MR (inicial) = 5.4 kg/cm²
 MR (máximo) = 22.9 kg/cm²

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal de INGEOCONTROL
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
- * Este formato reemplaza al AE-FO-124 versión 1 de fecha 30-04-2018

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR Nombre y firma:  Lita Melgar Angeres JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Coscco CP: 190140 Gerente Técnico

Informe de los 28 días de la Viga de Concreto con Acero de Refuerzo $\phi 12\text{mm}$, VA-4

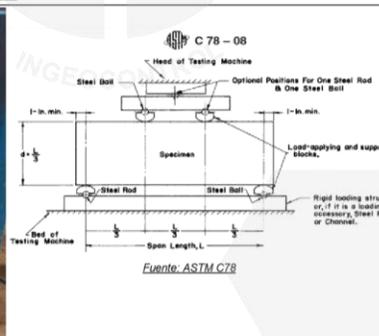
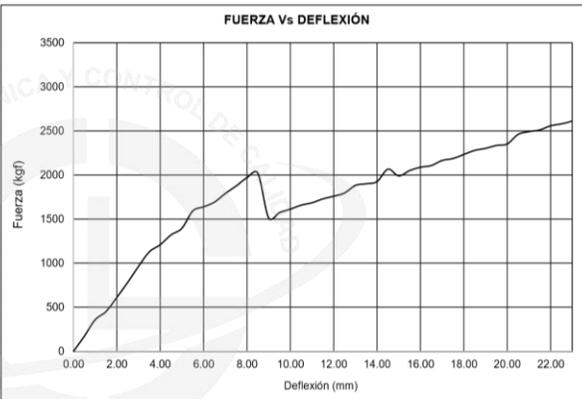
	INFORME	Código	INGEO-LAB-F-CO17
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL REFORZADO	Versión	02
		Fecha	30-09-2023
		Página	1 de 1

PROYECTO	: Análisis del comportamiento físico y mecánico de las vigas de concreto reforzadas con varillas de fibra de vidrio, Lima 2023	REGISTRO N°:	L23-116-20
SOLICITANTE	: Jose Luis Camacuare B / Humberto Tiplani R.	REALIZADO POR :	R. Leyva
CÓDIGO DE PROYECTO	: Jose Luis Camacuare B / Humberto Tiplani R.	REVISADO POR :	L. Meigar
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Lima	FECHA DE ENSAYO :	7/11/2023
FECHA DE EMISIÓN	: 8/11/2023	TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Viga de 0.2 x 0.15 x 0.95m (H*A*L)		
F _c de diseño	: 210 kg/cm ²		

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (REF. ASTM C78)

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	ALTURA cm	LUZ LIBRE cm	FUERZA HASTA LA PRIMERA FISURA (kgf)	FUERZA MÁXIMA (kgf)	DEFLEXIÓN A LA PRIMERA FISURA (mm)	UBICACIÓN DE FALLA
Viga de concreto con Acero de refuerzo de 12 mm VA-4	10/10/2023	7/11/2023	20.0	95.0	2020	3690	5	TERCIO CENTRAL

DEFLEXIÓN (mm)	FUERZA (kgf)	DEFLEXIÓN (mm)	FUERZA (kgf)
1.00	358	18.00	1574
2.00	451	19.00	1613
3.00	612	20.00	1658
4.00	782	21.00	1685
5.00	964	22.00	1729
6.00	1129	23.00	1759
7.00	1209	24.00	1796
8.00	1321	25.00	1882
9.00	1396	26.00	1901
10.00	1592	27.00	1926
11.00	1639	28.00	2066
12.00	1692	29.00	1990
13.00	1790	30.00	2050
14.00	1875	31.00	2088
15.00	1970	32.00	2107
16.00	2020	33.00	2165
17.00	1513	34.00	2187



MR (inicial) = 20.2 kg/cm²
 MR (máximo) = 36.9 kg/cm²

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal de INGENEOCONTROL
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENEOCONTROL
- * Este formato reemplaza al AE-FO-124 versión 1 de fecha 30-04-2018

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR Nombre y firma:  Lita Meigar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGENEOCONTROL S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Cooscco CIP: 190140 Gerente Técnico

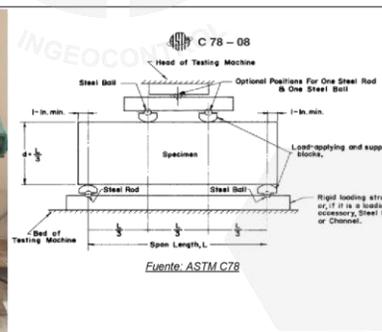
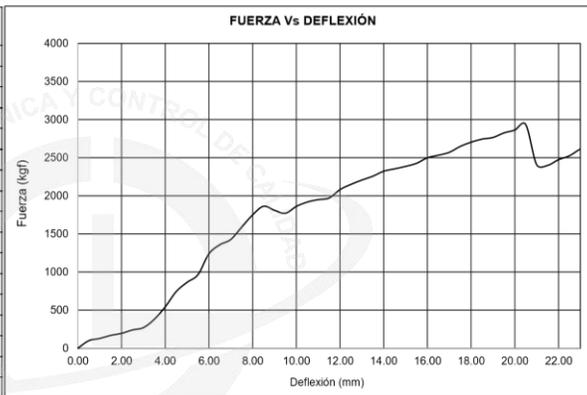
Informe de los 28 días de la Viga de Concreto con Acero de Refuerzo $\phi 12\text{mm}$, VA-5

	INFORME	Código	INGEO-LAB-F-C017
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL REFORZADO	Versión	02
		Fecha	30-09-2023
		Página	1 de 1
PROYECTO	: Análisis del comportamiento físico y mecánico de las vigas de concreto reforzadas con varillas de fibra de vidrio, Lima 2023	REGISTRO N°:	L23-116-21
SOLICITANTE	: Jose Luis Camacuare B / Humberto Tiplani R.	REALIZADO POR :	R. Leyva
CÓDIGO DE PROYECTO	: Jose Luis Camacuare B / Humberto Tiplani R.	REVISADO POR :	L. Meigar
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Lima	FECHA DE ENSAYO :	7/11/2023
FECHA DE EMISIÓN	: 8/11/2023	TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Viga de 0.2 x 0.15 x 0.95m (H*A*L)		
F'c de diseño	: 210 kg/cm ²		

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (REF. ASTM C78)

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	ALTURA cm	LUZ LIBRE cm	FUERZA HASTA LA PRIMERA FISURA (kgf)	FUERZA MÁXIMA (kgf)	DEFLEXIÓN A LA PRIMERA FISURA (mm)	UBICACIÓN DE FALLA
Viga de concreto con Acero de refuerzo de 12 mm VA-5	10/10/2023	7/11/2023	20.0	95.0	1810	4142	5	TERCIO CENTRAL

DEFLEXIÓN (mm)	FUERZA (kgf)	DEFLEXIÓN (mm)	FUERZA (kgf)
1.00	128	18.00	1771
2.00	168	19.00	1861
3.00	195	20.00	1918
4.00	240	21.00	1950
5.00	270	22.00	1971
6.00	380	23.00	2082
7.00	543	24.00	2150
8.00	743	25.00	2207
9.00	865	26.00	2257
10.00	966	27.00	2323
11.00	1239	28.00	2354
12.00	1358	29.00	2386
13.00	1427	30.00	2426
14.00	1590	31.00	2499
15.00	1750	32.00	2532
16.00	1863	33.00	2570
17.00	1810	34.00	2648



MR (inicial) = 18.1 kg/cm²
 MR (maximo) = 41.4 kg/cm²

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal de INGENIOCONTROL
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENIOCONTROL
- * Este formato reemplaza al AE-FO-124 versión 1 de fecha 30-04-2018

INGENIOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGENIOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR Nombre y firma:  L. Meigar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGENIOCONTROL S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

Calle Hurtado de Mendoza N° 280, Urb. Santa Luzmila - Comas - Lima - Lima - Central telefónica: (01) 7483255 Cel.: 997 070 406
 www.ingeocontrol.com.pe / laboratorio@ingeocontrol.com.pe

ANEXO N° 16

Ficha Técnica Cemento Portland



FICHA TÉCNICA CEMENTO SOL

DESCRIPCIÓN:

Tipo I, Cemento Portland de uso general.

BENEFICIOS:

- > Acelerado desarrollo de resistencias iniciales.
- > Óptima trabajabilidad.
- > Permite menor tiempo de desencofrado.
- > Excelente desarrollo de resistencias en shotcrete.
- > Excelente permanencia del slump.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

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

APLICACIONES:

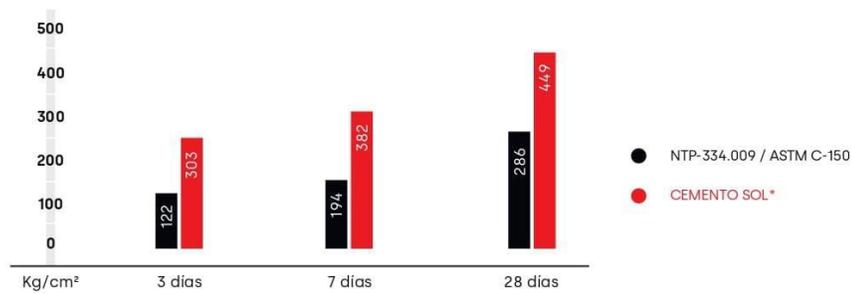
- > Construcciones en general y de gran envergadura cuando no se requieren características especiales o no especifique otro tipo de cemento.
- > Preparación de concretos para cimientos, sobrecimientos, zapatas, vigas, columnas y techado.

FORMATO DE DISTRIBUCIÓN:

- > Bolsas de 42,5 kg: 03 pliegos (02 de papel + 01 film plástico).
- > Bolsas de 25 kg: 03 pliegos (02 de papel + 01 film plástico).
- > Granel: A despacharse en camiones bombonas y *big bags*.

REQUISITOS MECÁNICOS:

COMPARACIÓN RESISTENCIAS NTP-334.009 / ASTM C-150 VS. CEMENTO SOL



* Valores referenciales

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

PARÁMETRO	UNIDAD	CEMENTO SOL	REQUISITOS NTP-334.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	7	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.09	Máximo 0.80
Superficie específica	m ² /kg	323	Mínimo 260
Densidad	g/cm ³	3.13	No específica
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm ²	303	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm ²	382	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm ²	449	Mínimo 285 (*)
TIEMPO DE FRAGUADO			
Fraguado Vicat inicial	min	129	45 a 375
COMPOSICIÓN QUÍMICA			
MgO	%	2.9	Máximo 6.0
SO ₃	%	2.8	Máximo 3.5
Pérdida al fuego	%	2.2	Máximo 3.5
Residuo insoluble	%	0.9	Máximo 1.5
FASES MINERALÓGICAS			
C2S	%	12	No específica
C3S	%	55	No específica
C3A	%	10	No específica
C4AF	%	10	No específica

(*) Requisito opcional

RECOMENDACIONES GENERALES

DOSIFICACIÓN:

- > Utilizar agua, arena y piedra libre de impurezas.
- > Respetar la relación agua-cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- > Para desarrollar la resistencia a la compresión del concreto y evitar grietas, se necesita curar por lo menos durante 7 días.

MANIPULACIÓN:

- > Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- > Usar la vestimenta y epp adecuados: casco, protectores para los ojos, guantes y botas.
- > El contacto con la humedad o con el polvo de cemento sin protección puede causar irritación o daño en la piel.

ALMACENAMIENTO:

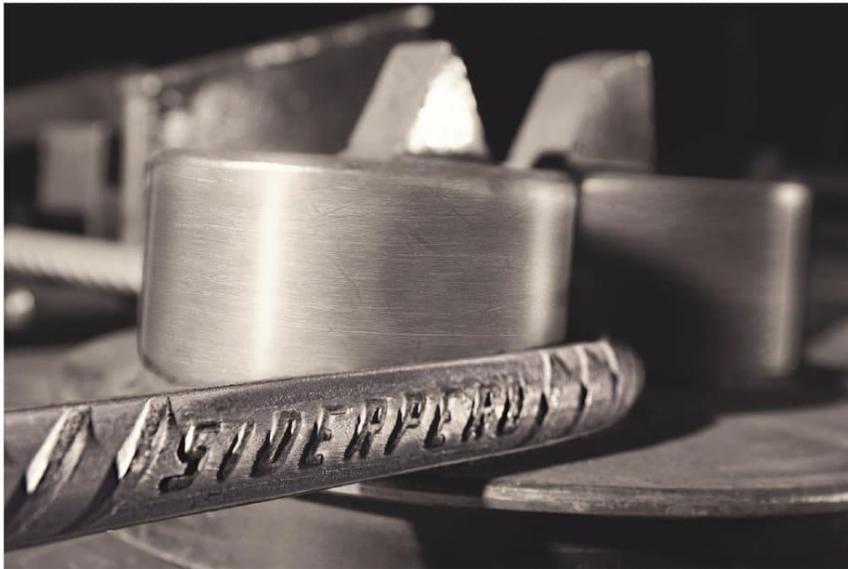
- > Las bolsas con cemento deben ser almacenadas en recintos secos, protegidos de la intemperie, lluvia y humedad.
- > Las bolsas deben ser colocadas sobre parihuelas de madera seca, en áreas niveladas y estables. Posteriormente cubrirlas con mantas de plástico.
- > Apilar como máximo 10 bolsas de cemento y evitar tiempos prolongados de almacenamiento.

ANEXO N° 17

Ficha Técnica acero SiderPeru



BARRAS DE CONSTRUCCIÓN



NTP 341.031 G60
ASTM A615/A615M G60

DESCRIPCIÓN

Las barras de refuerzo, también conocidas como barras corrugadas, son usadas como refuerzo en elementos de concreto armado, por su alta adherencia con el concreto debido a que cuenta con corrugas o resaltes tipo High-Bond.

DOCUMENTOS DE REFERENCIA

NTP 341.031. Grado 60. Norma Técnica Peruana - Barras de acero al carbono, corrugadas, para refuerzo de concreto armado.

ASTM A615/A615M Grado 60. Standard Specification for Deformed and Plain Carbon-Steel Bars for Concrete Reinforcement.

Norma Técnica de Edificaciones – E060. Concreto armado.

COMPOSICIÓN QUÍMICA

El contenido de Fosforo (P) máximo 0.062 % (análisis de producto)

ESPECIFICACIONES DIMENSIONALES Y PESO

Designación de la barra corrugada	Peso métrico nominal kg/m	Dimensiones nominales			Dimensiones resaltes (mm)		
		Diámetro mm	Área sección nominal	Perímetro nominal mm	Espaciamiento promedio máximo	Altura promedio mínimo	Separación (GAP) 12% del perímetro nominal máxima
6 mm	0.220	6.0	28	18.8	4.2	0.24	2.35
8 mm	0.395	8.0	50	25.1	5.6	0.32	3.14
3/8"	0.560	9.5	71	29.9	6.7	0.38	3.60
12 mm	0.888	12.0	113	37.7	8.4	0.48	4.71
1/2"	0.994	12.7	129	39.9	8.8	0.51	4.90
5/8"	1.552	15.9	199	49.9	11.1	0.71	6.1
3/4"	2.235	19.1	284	59.8	13.3	0.97	7.3
1"	3.973	25.4	510	79.8	17.8	1.27	9.7
1 3/8"	7.907	35.8	1006	112.5	25.1	1.80	13.7

Nota1: La variación permisible en el peso métrico no excederá el 6% por debajo del peso nominal.

PROPIEDADES MECÁNICAS

Diámetro nominal (d)	Requisitos de Tracción				Doblado a 180° Diámetro de mandril de doblado
	Límite de fluencia MPa (kgf/mm ²)	Resistencia de tracción MPa (kgf/mm ²) mínimo	Relación RT/LF mínimo	% de alargamiento Lo=200 mm mínimo	
6 mm	420 (42,8) A 540(55,1)	620 (63.2)	1.25	11	3 d
8 mm				14	
3/8"					
12 mm					
1/2"					5 d
5/8"					
3/4"				12	7 d
1"					
1 3/8"					

Nota 2: d = Diámetro nominal de la barra, Lo = Longitud calibrada de la probeta de ensayo.

LONGITUD

Fabricadas en longitudes de nueve (9) metros consideradas como longitudes estándar o normal. Se pueden fabricar en otras longitudes previo acuerdo con el cliente.

VARIACIÓN PERMISIBLE EN LA LONGITUD

La tolerancia en la longitud es de: + 100 mm
- 0 mm

PRESENTACIÓN

Se suministran en rollos o barras rectas en longitudes estándar.

IDENTIFICACIÓN

Las barras, son identificadas mediante marcas laminadas en alto relieve, que indican al fabricante, designación de tamaño, tipo de acero y designación de la fluencia mínima.



ANEXO N° 18

Certificado de Calibración del Comparador de Caratula Analógico

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud

L-27472-004 R0

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Page / Pág 1 de 3

Equipo <i>Instrument</i>	COMPARADOR DE CARATULA	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	INSIZE	
Modelo <i>Model</i>	No. 2309-50	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	0109906	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	No presenta	
Intervalo de Medición <i>Measurement Range</i>	0 mm a 25 mm	
Solicitante <i>Customer</i>	INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	
Dirección <i>Address</i>	MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES	
Ciudad <i>City</i>	LIMA	
Fecha de Calibración <i>Date of Calibration</i>	2022 - 10 - 12	
Fecha de Emisión <i>Date of Issue</i>	2022 - 10 - 19	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	03	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan Certificado

Signatures Authorizing the Certificate


Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología


Tecg. Jaiver Arnulfo López
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-26-F-01 R5.3

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

ANEXO N° 19

Certificado de Calibración de la Máquina de Ensayo a Compresión

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

F-27211-001 R1

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Page / Pág. 1 de 6

Equipo <i>Instrument</i>	MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN	<p>Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	ELE INTERNACIONAL	
Modelo <i>Model</i>	36 - 0690/06	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	180300131 // 1939-1-10045	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	LC-00135	
Capacidad Máxima <i>Maximum Capacity</i>	1200 kN	
Solicitante <i>Customer</i>	INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	
Dirección <i>Address</i>	MZA. A LOTE 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES	
Ciudad <i>City</i>	LIMA - PERÚ	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2022 - 09 - 15	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2022 - 12 - 07	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	06	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrologo Laboratorio de Metrología

Tecg. Francisco Durán Romero
Metrologo Laboratorio de Metrología

LM-PC-05-F-01 R12.0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

ANEXO N° 20

Certificado de Calibración del Sistema de Carga Multiensayo

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co



Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

NA-27473-005 R0

Page / Pág. 1 de 5

Equipo <i>Instrument</i>	SISTEMA DE CARGA MULTIENSAYO	<p>Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	ELE INTERNATIONAL	
Modelo <i>Model</i>	ADR TOUCH	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	1887-1-00082	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	No presenta	
Capacidad Máxima <i>Maximum Capacity</i>	250 kN	
Solicitante <i>Customer</i>	INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	
Dirección <i>Address</i>	MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES	
Ciudad <i>City</i>	Lima - Perú	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2022 - 10 - 14	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2022 - 10 - 21	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	05	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate


Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

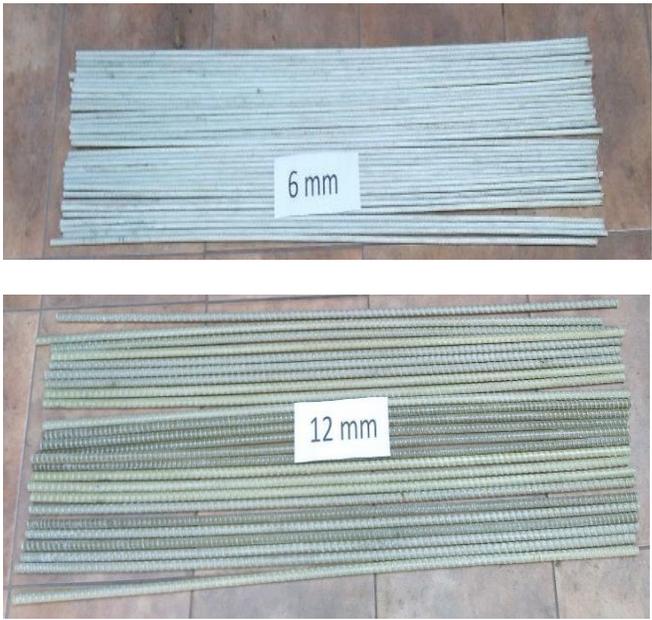
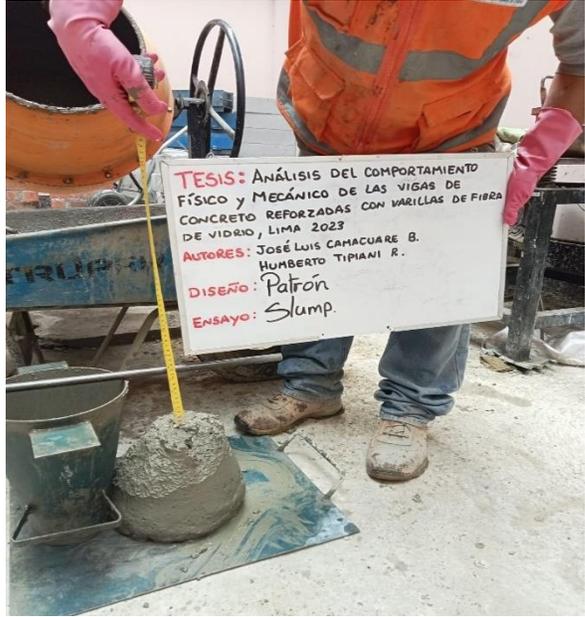

Tecg. William Andrés Molina
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-05-F-01 R12.0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

ANEXO N° 21

Panel Fotográfico

	
<p>Fotografía 01: Varillas de Fibra de Vidrio de 6mm y de 12mm.</p>	<p>Fotografía 02: Varillas de Acero de 12mm.</p>
	
<p>Fotografía 03: Determinación de la Temperatura.</p>	<p>Fotografía 04: Determinación de Slump.</p>



Fotografía 05: Amarres de los estribos de las Vigas de Acero y de Fibra de Vidrio.



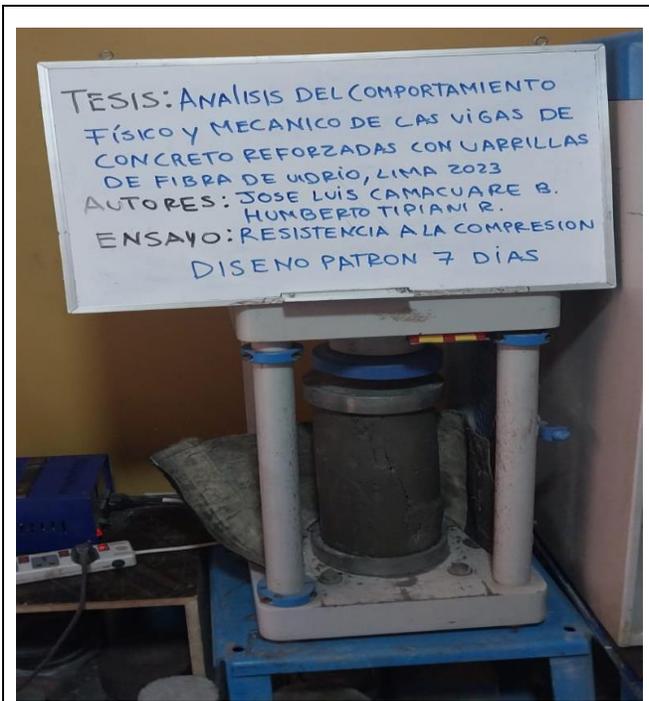
Fotografía 06: Terminado de armado de las Vigas de Acero y de Fibra de Vidrio.



Fotografía 07: Encofrado de la Viga en el Molde con separadores de concreto de 0.025 mml.



Fotografía 08: 5 Vigas de Acero y 5 Vigas de Fibra de Vidrio, después del desencofrado.



Fotografía 09: Ensayo Resistencia a la Compresión Edad 7 días (Patrón 1)



Fotografía 10: Ensayo Resistencia a la Compresión Edad 7 días (Patrón 2)



Fotografía 11: Ensayo Resistencia a la Compresión Edad 14 días (Patrón 3)



Fotografía 12: Ensayo Resistencia a la Compresión Edad 14 días (Patrón 4)



Fotografía 13: Ensayo Resistencia a la Compresión Edad 28 días (Patrón 5)



Fotografía 14: Ensayo Resistencia a la Compresión Edad 28 días (Patrón 6)



Fotografía 15: Viga de Acero Ensayo de Flexión a los 7 días (Viga VF-1)



Fotografía 16: Viga de Acero Ensayo de Flexión a los 7 días (Viga VA-1)



Fotografía 17: Viga de Acero Ensayo de Flexión a los 14 días (Viga VF-2)



Fotografía 18: Viga de Acero Ensayo de Flexión a los 14 días (Viga VA-2)



Fotografía 19: Viga de Acero Ensayo de Flexión a los 14 días (Viga VF-3)



Fotografía 20: Viga de Acero Ensayo de Flexión a los 14 días (Viga VA-3)



Fotografía 21: Viga de Acero Ensayo de Flexión a los 28 días (Viga VF-4)



Fotografía 22: Viga de Acero Ensayo de Flexión a los 28 días (Viga VA-4)



Fotografía 23: Viga de Acero Ensayo de Flexión a los 28 días (Viga VF-5)



Fotografía 24: Viga de Acero Ensayo de Flexión a los 28 días (Viga VA-5)



Fotografía 25: Viga para Ensayar



Fotografía 26: Viga Ensayada



Fotografía 27: Vigas de Acero y Vigas de Varillas de Fibra de vidrio, Falla a Flexión



Fotografía 28: Vigas de Acero y Vigas de Varillas de Fibra de vidrio, Falla a Flexión

ANEXO N° 22.

Resultado de diseño de mezcla y resistencia a la compresión del concreto

Características de los materiales en el diseño de mezcla $f'c=280$ kg/cm². ACI 211.1

Condiciones	Laboratorio	Obra
Vol. de mezcla	0.037 m ³	1 m ³
Componente	Peso húmedo	Peso húmedo
Agregado grueso	29.17	788
Agregado fino	34.92	944
Cemento sol tipo I	14.48	391
Agua	7.80	211
Slump obtenido	5	-
Temperatura	22.6	-

Fuente: elaboración propia

Se hace la precisión referente al slump, cuyo valor obtenido se encuentra dentro del rango de trabajabilidad para vigas, los cuales según el Comité ACI 211 deben registrar un valor mínimo de 2cm y máximo de 10cm.

Dosificación según el tipo de construcción

TIPO DE CONSTRUCCIÓN	Asentamiento (mm)	
	Máximo	Mínimo
Fundaciones, paredes, zapatas reforzadas y muros	80	20
Zapatas simples, caissons y muros de subestructura	80	20
Losas, vigas y paredes reforzadas	100	20
Columnas de edificios	100	20
Pavimentos	80	20
Construcción en masa	50	20

Resistencia compresión probeta a los 7 días $f'c=280$ kg/cm². ASTM C39/C39M-21

N° Probeta	Edad	Diámetro cm	Altura cm	Carga de rotura Kg	Resistencia ensayo Kg/cm ²
M1	7 días	15.08	30.15	45421.0	254
M2	7 días	15.14	30.09	44031.0	245

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a los resultados se aprecia que, a la edad de 07 días, la resistencia al ensayo a compresión de ambas muestras arroja en promedio 249.5 kg/cm².

Resistencia compresión probeta a los 14 días $f'_c=280$ kg/cm². ASTM C39/C39M-21

Nº Probeta	Edad	Diámetro cm	Altura cm	Carga de rotura Kg	Resistencia ensayo Kg/cm²
M3	14 días	15.02	30.15	48745.0	275
M4	14 días	15.16	30.17	46793.0	259

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a los resultados se aprecia que, a la edad de 14 días, la resistencia al ensayo a compresión de ambas muestras arroja en promedio 267 kg/cm² incrementándose en un 7% su capacidad de resistencia.

Resistencia compresión probeta a los 28 días $f'_c=280$ kg/cm². ASTM C39/C39M-21

Nº Probeta	Edad	Diámetro cm	Altura cm	Carga de rotura Kg	Resistencia ensayo Kg/cm²
M3	28 días	15.02	30.02	51622.0	291
M4	28 días	15.04	30.05	55676.0	313

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a los resultados se aprecia que, a la edad de 28 días, la resistencia al ensayo a compresión de ambas muestras arroja en promedio 302 kg/cm² incrementándose en un 7.86% su capacidad de resistencia escogida para la presente investigación.