



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Estudio del comportamiento a flexión de vigas de concreto
reforzadas con barras de fibra de vidrio, Lima 2019.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Murayari Ramirez, George Alex (ORCID: 0000-0002-0403-5249)

ASESOR:

Mg. Ing. Benitez Zúñiga, José Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA - PERÚ

2020

Dedicatoria

Dedico esta tesis a mi familia, en general porque son mi motivo de superación día a día, y son mi motivo de esfuerzo para superarme constantemente de manera continua.

Agradecimiento

Agradezco a mis familiares y amigos por el apoyo constante y sus consejos para poder mejorar como persona y profesional. También agradezco al asesor por su tiempo y su conocimiento brindado para poder encaminar de manera exitosa el desarrollo de la investigación.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras	vi
Resumen	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	29
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	29
3.2. Variables y operacionalización	30
3.3 Población, muestra y muestreo.	30
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	32
3.5 Procedimiento.	34
3.6 Método de análisis de datos.....	35
3.7 Aspectos éticos.....	35
IV. RESULTADOS.....	36
V. DISCUSIÓN.....	58
VI. CONCLUSIONES.....	61
VII. RECOMENDACIONES.....	63
REFERENCIAS	64
ANEXOS.....	68

Índice de tablas

Tabla 1. Propiedades típicas de varios tipos de fibras de refuerzo	24
Tabla 2. Propiedades mecánicas de Aslan 100 barras de fibra de vidrio (tracción, modulo y deformación)	28
Tabla 3. Tabla de validación de datos	33
Tabla 4. Tabla de validación de expertos	33
Tabla 5. Tabla de nivel de confiabilidad.....	33
Tabla 6. Resumen de resultados de los análisis granulométricos de los agregados	40
Tabla 7. Resumen del contenido de humedad evaporable de los agregados	40
Tabla 8. Resumen del peso unitario suelto y compactado de los agregados	42
Tabla 9. Resumen del peso específico y absorción del agregado fino	43
Tabla 10. Resumen del peso específico y absorción del agregado grueso	43
Tabla 11. Resumen de diseño de mezcla $F'c=210$ kg/cm ² requerido, según ACI 211.1	44
Tabla 12. Resumen de rotura de control de probetas cilíndricas $F'c=210$ kg/cm ² , a 7 días	44
Tabla 13. Resumen de rotura de control de probetas cilíndricas $F'c=210$ kg/cm ² , a 14 días.....	45
Tabla 14. Resumen de rotura de control de probetas cilíndricas $F'c=210$ kg/cm ² , a 28 días.....	45
Tabla 15. Resumen de cargas soportados del ensayo a flexión.....	46
Tabla 16. Tabla momento - deflexión para viga patrón 1	48
Tabla 17. Tabla momento - deflexión para viga patrón 2	49
Tabla 18. Tabla momento - deflexión para viga de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio 1	50
Tabla 19. Tabla momento - deflexión para viga de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio 2.....	51
Tabla 20. Resumen de momentos máximos soportados durante el ensayo a flexión	52
Tabla 21. Resumen de las deflexiones máximas desarrolladas en las vigas durante el ensayo a flexión.....	54

Índice de figuras

Figura 1. Corrosión en varillas de acero estructural	2
Figura 2. Varillas oxidadas en estructuras de puentes	2
Figura 3. Corrosión en estructuras de puentes	2
Figura 4. Representación gráfica del diagrama de momento flector de una viga	18
Figura 5. Tipos de rajaduras en vigas de concreto reforzado	21
Figura 6. Curva típica de esfuerzo deformación por tracción de fibras reforzadas; a) carbón (alto módulo), b) carbón (alta resistencia), c) aramida (kevlar 49), d) vidrio-S, e) vidrio-E, f) basalto.....	23
Figura 7. Barras de fibra de vidrio como armadura estructural	27
Figura 8. Detalle de armado de vigas.....	31
Figura 9. Mapa del departamento de Lima	36
Figura 10. Mapa constitucional del Perú	36
Figura 11. Mapa del distrito de San Martín de Porres.....	37
Figura 12. Mapa de Limite geográfica del distrito de San Martín de Porres	38
Figura 13. Marcación de ubicación referencial del laboratorio de ensayo Ingeocontrol	38
Figura 14. Granulometría del agregado fino	39
Figura 15. Granulometría del agregado grueso	39
Figura 16. Contenido de humedad del agregado fino	40
Figura 17. Peso unitario del agregado grueso suelto	41
Figura 18. Peso unitario del agregado grueso compactado	41
Figura 19. Peso unitario del agregado fino compactado.....	41
Figura 20. Peso específico del agregado fino	42
Figura 21. Determinación SLUMP del diseño de mezcla $F'c=210$ kg/cm ²	43
Figura 22. Rotura a compresión de probetas cilíndricas.....	44
Figura 23. Ensayo a flexión en vigas de concreto reforzados.....	46
Figura 24. Lectura de la carga última, durante ensayo a flexión	46
Figura 25. Agrietamiento en vigas de concreto reforzado de acero patrón 1	47
Figura 26. Ensayo a flexión en de concreto reforzado de acero patrón 1, para la determinación de momentos.....	47
Figura 27. Modelo matemático para determinación de momentos.....	48
Figura 28. Caracterización de fallas en las fibras a tensión de la viga	53
Figura 29. Deformímetro, utilizado para la medición de deflexiones en ensayo a flexión.	53
Figura 30. Caracterización del agrietamiento de la sección de viga de concreto reforzado con varillas de acero patrón 1.....	55
Figura 31. Caracterización del agrietamiento de la sección de vigas de concreto reforzado con varillas de acero patrón 2.....	55
Figura 32. Caracterización del agrietamiento de la sección de vigas de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio 1.....	55
Figura 33. Caracterización del agrietamiento de la sección de vigas de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio 2.....	56
Gráfico 1. Comparación de cargas máximas, obtenidos de ensayos a flexión	46
Gráfico 2. Grafica de momento - deflexión de viga de concreto reforzado con varillas de acero - patrón 1	49
Gráfico 3. Grafica de momento - deflexión de viga de concreto reforzado con varillas de acero - patrón 2	50

Gráfico 4. Gráfico de momento - deflexión de vigas de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio 1	51
Gráfico 5. Gráfico de momento - deflexión de vigas de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio 2	52
Gráfico 6. Comparación de momentos resistente de viga de concreto reforzado con varillas de acero vs. viga de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio	53
Gráfico 7. Comparación de deflexiones desarrolladas en vigas de concreto reforzadas con varillas de acero vs. vigas de concreto reforzadas con barras de fibra de vidrio	54
Gráfico 8. Gráfico ancho de grietas de ensayo a flexión en vigas de concreto reforzado con varillas de acero patrón vs. vigas de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio	57
Gráfico 9. Gráfico de cargas soportadas en vigas sin refuerzo, con refuerzo externo de fibra de carbono, con refuerzo interno de acero y refuerzo interno de barras de fibra de vidrio	58
Gráfico 10. Grafica de momentos de ensayo a flexión en vigas de concreto con refuerzo a tensión variable	59
Gráfico 11. Gráfico de deflexiones obtenidas durante ensayo a flexión en vigas de concreto con refuerzo a tensión variable	60

Resumen

El presente informe de investigación tuvo como objetivo general determinar el comportamiento a flexión de vigas de concreto reforzadas con barras de fibra de vidrio, Lima 2019, cuya finalidad era poder determinar el aporte que otorga las barras de fibra de vidrio como refuerzo estructural interno en vigas de concreto reforzado.

En esta investigación aplicada se usó el método experimental con diseño correlacional – causal, realizando la obtención de datos de manera experimental obtenidos por el método de ensayo a flexión en las muestras de estudio, dando a conocer los resultados de las cargas, momentos y deformaciones desarrollados en las muestras de estudio. Se obtuvo como resultado en cuanto a las cargas, momentos y deformaciones desarrollados en las vigas de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio con respecto a los desarrollados en las vigas patrón de un 25%, 25% y 8 mm en las deflexiones. Como conclusión se determinó la pequeña reducción de manera negativa en cuanto a las cargas, momentos y de manera positiva en las deformaciones desarrollados en las vigas de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio con respecto a los desarrollados en las vigas patrón.

Palabras clave: Barras de fibra de vidrio, comportamiento a flexión en vigas de concreto reforzado, cargas, momentos, deformaciones.

Abstract

The general objective of this research report was to determine the bending behavior of concrete beams reinforced with fiberglass bars, Lima 2019, the purpose of which was to determine the contribution that fiberglass bars provide as internal structural reinforcement in reinforced concrete beams.

In this applied research, the experimental method with correlational - causal design was used, obtaining experimental data obtained by the bending test method in the study samples, revealing the results of the loads, moments and deformations developed. in the study samples. It was obtained as a result in terms of the loads, moments and deformations developed in the concrete beams reinforced with fiberglass bars with respect to those developed in the standard beams of 25%, 25% and 8 mm in the deflections. As a conclusion, the small reduction was determined in a negative way in terms of loads, moments and in a positive way in the deformations developed in the concrete beams reinforced with fiberglass bars with respect to those developed in the standard beams.

Keywords: Fiberglass bars, bending behavior in reinforced concrete beams, loads, moments, deformations.

I. INTRODUCCIÓN

En nuestro país es común notar en algunas construcciones los problemas de corrosión que afecta el estado óptimo de las varillas de acero, la cual repercute durante el comportamiento estructural, por lo que la corrosión trae consigo pérdida de secciones de concreto y acero. La necesidad de buscar elementos para refuerzo de elementos de concreto que cuenten con propiedades mejores o similares al acero es un tema de investigación de muchos.

En algunas universidades de Europa se viene mostrando mucho interés en el estudio de nuevos productos que reemplacen al acero, que a través de ensayos experimentales en elementos de concreto obtienen resultados favorables y ventajosos, la cual demuestra que existen productos que pueden ser utilizados en reemplazo de elementos de acero como refuerzo estructural obteniendo mejores características físicas y mecánicas.

Los materiales compuestos durante los últimos cincuenta años, viene en un constante crecimiento y evolución, demostrando tener presencia y, incrementándose cada día más su uso en múltiples sectores, siendo el más destacado actualmente el rubro de las obras civiles y las edificaciones. La rigidez, la resistencia específica, la resistencia a la corrosión, la trabajabilidad, agregando también la posibilidad de adaptarlos para satisfacer ciertos parámetros de diseño; son las magníficas propiedades y bondades con las que cuentan; permitiéndolos obtener atributos muy óptimos frente a otros materiales estructurales comunes.¹

En nuestro país la adopción del uso de nuevas alternativas de refuerzo estructural de elementos de concreto, viene en aumento, y algunas proyectistas y diseñadores estructurales vienen desarrollando estructuras implementando como refuerzo estructural las varillas ya sean de compuestos de plástico o minerales.

¹ (PÉREZ, 2014 pág. S. n)

En nuestro país, algunas empresas ligadas a la construcción e ingeniería en el ámbito local, desean migrar a la aplicación de nuevas alternativas de diseño de elementos de concreto reforzado con materiales compuestos, pero la falta de difusión y/o por carencia de los materiales en nuestro país, son unos retos al momento de decidir dicha aplicación de nuevos productos en sus diseños. Ver figura 1, 2 y 3 los tipos de corrosión que se presentan en elementos de concreto armado.



Figura 1. Corrosión en varillas de acero estructural



Figura 2. Varillas oxidadas en estructuras de puentes



Figura 3. Corrosión en estructuras de puentes

Formulación del problema

Problema general

¿Cómo se comportará a flexión las vigas de concreto reforzadas con barras de fibra de vidrio, Lima 2019?

Problemas específicos

¿Cómo se desarrollará las cargas en vigas de concreto reforzados con barras de fibra de vidrio, Lima 2019?

¿Cómo se desarrollarán los momentos flexionantes en las vigas de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio, Lima 2019?

¿Cómo se generarán las deformaciones en las vigas de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio, Lima 2019?

Como la **justificación del estudio tenemos que** la presente investigación permitirá determina de manera experimental el comportamiento a flexión de una viga reforzada con barras de fibra de vidrio, como alternativa ante el uso del acero como refuerzo estructural de una viga de hormigón. Con los resultados obtenidos se justificará el aporte que otorgará las barras de fibra de vidrio en el comportamiento estructural. Se estará investigando sobre el comportamiento que desarrollará las vigas de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio, en los laboratorios de ensayo de materiales, que permitirá la manipulación de las muestras de vigas a ser estudiadas, para la obtención de resultados de manera experimental el comportamiento ante la acción de cargas verticales de gravedad en un punto de la sección de la viga. La investigación se desarrollará en la ciudad de Lima, por la presencia de laboratorios que nos permitirán el uso de sus instrumentos de medición, para la realización de los estudios experimentales a las muestras de vigas a ser estudiadas.

Objetivo General

Determinar el comportamiento a flexión de vigas de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio, Lima 2019.

Objetivos Específicos

Determinar las cargas que se desarrollan en vigas de concreto reforzados con barras de fibra de vidrio, Lima 2019.

Evaluar los momentos flexionantes en las vigas de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio, Lima 2019.

Evaluar las deformaciones que se generan en vigas de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio, Lima 2019.

Hipótesis General

Se desarrollará un óptimo comportamiento a flexión en las vigas de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio, Lima 2019.

Hipótesis Específicas

Se desarrollará un incremento de las cargas en las vigas de concreto reforzadas con barras de fibra de vidrio, Lima 2019.

Se incrementará los momentos flexionantes generados en las vigas de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio, Lima 2019.

Se desarrollará una reducción de deformaciones en vigas de concreto reforzadas con barras de fibra de vidrio, Lima 2019.

II. MARCO TEÓRICO

Hinostroza (2018), dentro de su tesis para optar el grado profesional de maestro en Ingeniería Civil titulada “***Estudio del comportamiento estructural de vigas de concreto reforzadas con varillas de basalto***”, de la Pontificie Universidad Católica del Perú, cuyo **objetivo** general fue de investigar técnicamente con respecto a las varillas de acero, la aplicación alternativa de las varillas de basalto, ante la aplicación de cargas de gravedad. Aplicando una **metodología**: descriptiva aplicada, finalmente **concluyó** lo siguiente; en cortante: contra la carga cortante, las vigas que fueron reforzadas con varillas de basalto, tuvieron una mejor resistencia; el cortante que se obtuvo en el concreto reforzado con basalto, fue mayor que de una viga reforzada con varillas de acero; la cantidad de reforzamiento transversal (estribos) frente a la cortante fue de 30 para sección reforzada con basalto, y para secciones reforzadas con acero fue de 20. En deflexión: en cuanto a las deflexión inmediata y deflexión diferida que se desarrollan en la varilla de basalto, son mayores, frente a la deflexión que se desarrolla en la varilla de acero. Pero se puede precisar que ambas varillas, cumplen con los requisitos de deflexiones máximas que se puede permitir ante la acción de carga viva.

Peña (2017), dentro de su tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil titulada “***Reforzamiento de vigas de concreto armado con láminas de fibra de carbono en viviendas del proyecto multifamiliar mi vivienda Pariacoto, Breña – Lima 2017***”, de la Universidad Cesar Vallejo, cuyo **objetivo** general fue definir cuanta relación existe entre las vigas reforzadas de concreto armado contra las láminas de fibra de carbono en viviendas del proyecto multifamiliar mi vivienda Pariacoto, Breña – Lima 2017. Aplicando como **metodología**: descriptiva aplicada, finalmente **concluyó** lo siguiente: la resistencia durante el ensayo a compresión en las probetas se incrementó, demostrando la correcta relación que hay entre la lámina de fibra de carbono y el concreto. Se puede notar que hubo una óptima relación entre las vigas de concreto armado reforzadas con láminas de fibra de carbono con su ductilidad, desarrollando una deformación sin perder su capacidad de resistencia. Se comprobó que existe una óptima relación entre el concreto con respecto a la lámina de fibra de carbono, ya que durante los ensayos realizados a los 28 días, se logró un incremento en la resistencia a la flexión con variaciones de

106 kg/cm² entre la viga con refuerzo de lámina de fibra de carbono y la viga sin refuerzo; también se pudo comprobar en el transcurso de los ensayos en las vigas, el desarrollo de fisuras a 45° en las vigas con refuerzo de fibra de carbono, y desarrollo de fisuras de 90° en vigas sin refuerzo; fallando la viga sin refuerzo al tercio medio de la luz, y la viga con refuerzo de fibra de carbono desarrollo una falla por desprendimiento. Las fibras de carbono por ser un material de poco peso en comparación del acero, permite ser manipulado sin problema en obra, y también cuenta con la capacidad de adaptarse a múltiples especificaciones geométricas. Durante las pruebas experimentales a flexión que se realizaron en vigas que fueron reforzadas con láminas de fibra de carbono, las fallas se dieron en el tercio medio y las láminas fallaron por desprendimiento. Durante los ensayos, el concreto experimento fallas de rotura, mientras que las fibras de carbono no sufrieron ninguna alteración.

Martos (2018), dentro de su tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil titulada “***Efecto de la ubicación del puente de adherencia en la resistencia a flexión de vigas simplemente armadas vaciadas en dos etapas***”, de la Universidad Nacional de Cajamarca, cuyo **objetivo** general fue determinar el efecto de la ubicación del puente de adherencia en la resistencia a flexión de vigas simplemente armadas vaciadas en dos etapas. Aplicando una **metodología**: descriptiva aplicada; finalmente **concluyó** se pudo evaluar un incremento de 8% y 1.6% en las resistencias a la flexión en las vigas usando aditivo Sika con respecto al aditivo Chema, en las vigas con aplicación del puente de adherencia por encima del eje neutro. También se pudo evaluar una reducción en 4.8% en la resistencia a la flexión, al emplear el aditivo Chema; y no mostrando algún efecto al emplear el aditivo Sika, en las vigas con aplicación del puente de adherencia en el eje neutro. Sin embargo, se pudo evaluar una reducción de 8% en la resistencia a la flexión, para ambos tipos de aditivos, en las vigas con aplicación del puente de adherencia por debajo del eje neutro.

Vila (2019), dentro de su tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil titulada “***Análisis comparativo del comportamiento estructural en flexión, entre vigas reforzadas con varillas de vidrio frente a las reforzadas con acero***”, de

la Universidad Nacional Federico Villareal, cuyo **objetivo** fue desarrollar un análisis comparativo del comportamiento estructural en flexión, entre vigas reforzadas con varillas de vidrio frente a las reforzadas con acero. Aplicando una **metodología**: descriptiva aplicada; finalmente **concluyó** que el tipo de falla desarrollada en las vigas de concreto reforzada con barras de fibra de vidrio no fueron por rotura última del refuerzo, sino la falla se desarrolló por rotura del concreto, haciendo cumplir la relación entre cuantía / cuantía balanceada >1 . Al hacer uso de las ecuaciones para el análisis a flexión en vigas con refuerzo de acero, reemplazándola con barras de fibra de vidrio, obtenemos momentos internos teóricos muy cercanos a lo propuesto experimentalmente por el autor Almerich (2010). Al realizar el análisis de la tabla N° 18, se observa que las vigas de concreto reforzadas con varillas GFRP durante su ductilidad en tensión, no desarrollan momento de fluencia, haciendo ello imposible de poder generar el momento de ductilidad de manera directa a través de los diagramas de momento curvatura, permitiéndonos buscar otras alternativas de diseño, cuando se pretenda hacer uso a las varillas GFRP como refuerzo. Según los resultados de la tabla N°19, considerando el momento de servicio como referencia, se obtuvo como resultado que los esfuerzos a compresión del concreto en la viga N°01, N°02 y N°03 es de 20.53Tn, 21.35Tn y 19.40Tn, teniendo variaciones de 4% y -6%, de las vigas N°02 y N°3, con respecto a la viga N°01. También se puede determinar con los resultados obtenidos en la tabla N°19, y tomando al momento de servicio como referencia; se obtiene como resultados que los esfuerzos a tensión del concreto en la viga N°01, N°02 y N°03 es de 0.76Tn, 0.20Tn y 0.18Tn; teniendo variaciones de -74% y -76%, de las vigas N°02 y N°03, con respecto a la viga N°01. También se puede definir, que de acuerdo al desarrollo menor de los esfuerzos a compresión y tensión generadas en el concreto de la viga N°3, se soportaron mayores cargas. Analizando los resultados de la tabla N°23 y el gráfico N°10, se puede observar un incremento del 300 % en las deflexiones desarrolladas en las vigas N°02 y N°03, con respecto a la viga N°01; permitiéndonos deducir que para el diseño con refuerzos GFRP, es de mayor interés y tener mayor consideración las deflexiones que las resistencias. Con los resultados analizados del gráfico N°10, la deflexión obtenida a través de la ecuación planteada por Branson y los resultados experimentales realizado por Almerich (2010), en una viga doblemente reforzada con GFRP, son resultados muy cercanos

con diferencias aproximadas entre un método y otro, dando validez al análisis de deflexión presentados en la presente tesis. Según la tabla N°28, el costo beneficio, de los refuerzos de las vigas N°01, N°02 y N°03 tienen un costo de S/. 137.82, S/. 183.04 y S/. 167.97, representando un alza de costo de los refuerzos de las vigas N°02 y N°03 en un 33% y 22% con respecto a la viga N°01. Pero poniendo a los refuerzos de GFRP, en situaciones de agresión directa del salitre y la corrosión, se reducen los costos de mantenimiento con respecto al refuerzo de acero.

Ovitigala (2012), dentro de su tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil titulada “**Comportamiento estructural de vigas de hormigón reforzado con barras de polímero reforzado con fibras de basalto BFRP**”, cuyo **objetivo** fue determinar cuan resistentes son las barras de BFRP en cuanto a su adherencia con el concreto y sus propiedades mecánicas, así como también el comportamiento a flexión y corte en vigas de concreto reforzado con barras de BFRP. Aplicando una **metodología**: descriptiva aplicada; finalmente **concluyó** que en cuanto al comportamiento de las vigas de concreto reforzadas con BFRP sin refuerzo transversal (estribos) para cortante; a través de estudios experimentales para determinar la resistencia al corte, que se realizó en seis vigas reforzadas con BFRP sin estribos, contando con cuantías de refuerzo de BFRP distintos, así como también las relaciones de longitud/peralte con distintas características (a/d); se obtuvo los siguientes resultados: Las fallas que se generan en las muestras de vigas, dependió mucho de las áreas de refuerzo BFRP que se planteó; así como también de la influencia de la longitud y peralte de la sección (a/d). Al incrementar el área de refuerzo de BFRP, la capacidad de corte también demostró un incremento. También se pudo apreciar la reducción a la resistencia al corte, cuando la relación entre la longitud y el peralte (a/d) aumenta.

En cuanto al comportamiento de las vigas de concreto reforzadas con BFRP con refuerzo transversal (estribos) para cortante: A través de estudios experimentales para determinar la resistencia al corte, que se realizó en seis vigas reforzadas con BFRP con estribos, contando con cuantías de refuerzo de BFRP distintos, así como también las relaciones de longitud/peralte con distintas características (a/d); se obtuvo los siguientes resultados: Las vigas reforzadas por corte de FRP, demostraron un mejor comportamiento contra la carga por corte generada. La

resistencia al corte de las vigas no depende únicamente del área longitudinal, sino que también depende mucho del diámetro de las varillas de basalto. Se redujo la resistencia al corte, cuando la relación en su configuración de longitud y peralte de la viga (a/d) aumenta.

Suárez (2018), dentro de su tesis para optar el grado profesional de maestro en Ingeniería Civil titulada “**Rehabilitación a flexión de vigas de concreto reforzado afectadas por corrosión**”, de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, cuyo **objetivo** fue evaluar el comportamiento a flexión de vigas de concreto reforzado afectadas por corrosión, rehabilitadas con diferentes técnicas de transferencia de corte entre concreto nuevo y concreto viejo y reforzados externamente con fibras poliméricas. Aplicando una **metodología**: descriptiva aplicada, finalmente **concluyó** que los sistemas propuestos para la unión del concreto existente y de reparación, demostraron la transferencia de esfuerzos entre las partes, garantizando que el comportamiento del sistema fuera monolítico y que el CFRP aportará en la resistencia final de los elementos estructurales. La adición del sistema FRP a las vigas evidenció el incremento de la resistencia, reducción de las deflexiones y el cumplimiento de la metodología que propone el ACI 440-2R-08. Sin embargo, los elementos estructurales desarrollan menos ductilidad, no siendo recomendable el uso de estas técnicas para elementos que requieran disipación de energía moderada DMO y especial DES. Para evitar la falla por delaminación del FRP y no depender indispensablemente de ensayos aleatorios de la adherencia del concreto, se recomienda el uso de anclajes en U de FRP, que permitan que el reforzamiento longitudinal externo logre desarrollar su máxima capacidad llegando hasta la deformación de rotura. Con base en los resultados obtenidos de los sistemas de transferencia de esfuerzos y de los costos de ejecuciones de los mismos, el uso de un adherente químico o garantizar el perfil de anclaje de 0.07m, son suficientes para garantizar una buena adherencia entre dos concretos colocados en diferentes etapas, en elementos que sean predominantemente sometidos a flexión. Sin embargo, los resultados obtenidos son solamente académicos y únicamente aplicables para este caso de estudio en particular, dado que se requiere más investigaciones al respecto para poder dar un juicio concluyente referente a la transferencia de esfuerzos entre concretos puestos en

diferentes etapas. Es muy importante que antes de llevar a cabo la intervención de una estructura se hagan estudios previos de patologías, de modo que se pueda establecer con mayor precisión el verdadero daño de la estructura producto de la corrosión y posteriormente hacer una evaluación de la real capacidad de los elementos estructurales, que permitan evaluar la metodología más apropiada de reparación en términos de costos, tiempos, tecnología y operatividad de la estructura. Se sugiere que para el desarrollo de futuras investigaciones donde se intenten probar sistemas de transferencia de esfuerzos en vigas que son sometidas principalmente a esfuerzos de flexión, se planteen vigas con secciones transversales menores a las consideradas en esta investigación, preferiblemente con vigas de alturas menores a las relaciones dadas en el capítulo C.13 de Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente. Igualmente, sería interesante incrementar el daño por corrosión el acero en toda la longitud de la viga al igual que la altura de la sección perdida del concreto y probar con interruptores de transferencia entre el concreto existente y de reparación, similares a los que uso Swan (2016).

Gutiérrez (2019), dentro de su tesis para optar el grado profesional de maestro en Ingeniería Civil titulada “***Evaluación del comportamiento bajo cargas cíclicas de conexiones viga-columna de concreto reforzado con reforzamiento anclado con adhesivos***”, de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, cuyo **objetivo** fue evaluar el comportamiento ante cargas cíclicas en el plano de una conexión viga-columna con recrecimiento de sección mediante anclajes de refuerzo (varillas de refuerzo) post instalados utilizando adhesivo para concreto fisurado. Aplicando una **metodología**: descriptiva aplicada, finalmente **concluyó** que el comportamiento observado en los anclajes post instalados fue satisfactorio, debido a que se alcanzaron valores de fuerza que superaron los valores teóricos esperados. Se pudo verificar que a mayor longitud de anclaje de las barras mayor la fuerza obtenida y por lo tanto mejor el comportamiento del adhesivo. En cuanto a resultados se pudo observar que los especímenes con longitudes de anclaje de 30 y 35cm presentaron valores experimentales de fuerza similares y superiores a los de los anclajes con longitud de 25cm presentándose una diferencia de 11%. Si comparamos las fuerzas obtenidas experimentalmente en los especímenes

reforzados con la fuerza teórica calculada obtenemos valores de 28.2% y 39.2% a favor de los valores experimentales de los especímenes de longitud de anclaje 25cm y de 30 y 35cm respectivamente. Con respecto al comportamiento en general de todos los especímenes se puede establecer que los especímenes de mejor comportamiento a nivel de respuesta histerética fueron los monolíticos y los especímenes reforzados con longitud de anclaje de 35cm. Sus comportamientos son similares, ambos presentan curvas histeréticas semejantes con poca degradación de la rigidez y de la resistencia manteniéndose casi constante hasta la falla. La diferencia es que los especímenes monolíticos presentan valores de fuerza y desplazamiento menores que los especímenes reforzados. En cuanto al mecanismo de falla es también similar, ambos presentan falla tipo viga débil columna fuerte, observándose buen comportamiento del refuerzo post instalado y del adhesivo en cuanto se refiere a la unión viga columna reforzada. Al observar el comportamiento de los especímenes reforzados con longitudes de anclaje de 25 y 30cm, es evidente que ambos presentan curvas de histéresis similares en cuanto a que alcanzan valores altos de resistencia, pero presentan bastante degradación de la rigidez y de la resistencia. Lo anterior se evidencia en el mecanismo de falla que presentan, en donde se puede observar que la viga presenta menos fisuras que los especímenes con longitud de anclaje de 35cm y que las barras de anclaje se deslizan del concreto y se produce pérdida de parte del recubrimiento del concreto en la unión. La falla se produce no por la viga sino por la reducción de adherencia entre las barras ancladas y el concreto. En cuanto a los resultados obtenidos mediante pruebas experimentales, se puede concluir que la longitud de anclaje para una barra de refuerzo de diámetro 5/8" que mejor comportamiento presentó fue la de 35cm, se obtuvieron valores de fuerza superiores a los valores teóricos esperados y a los obtenidos con los especímenes monolíticos y el comportamiento histerético de la conexión fue similar a una unión monolítica diseñada de acuerdo al reglamento NSR-10. Es importante señalar que dentro de las indicaciones técnicas y de instalación sugeridas por el fabricante del adhesivo Hilti HIT RE 500 SD se encuentra la de utilizar una longitud de anclaje mínima y máxima para barra de diámetro 5/8" de 7.9cm y 31.8cm respectivamente. Por lo anterior se evidencia que en estos momentos se están utilizando en los proyectos de construcción longitudes de anclaje de barras con adhesivos, menores a las que

hasta el momento se han encontrado experimentalmente en proyectos de investigación y que han presentado un buen comportamiento estructural.

Logreira & Ramírez (2012), dentro de su tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil titulada "***Evaluación del comportamiento de vigas en voladizo de concreto reforzado con fibras metálicas ante cargas dinámicas***", de la Pontificia universidad Javeriana, cuyo **objetivo** fue estudiar cómo se desarrolla el comportamiento de vigas de concreto reforzado con fibras metálicas, ante la aplicación de cargas dinámicas. Aplicando una **metodología**: descriptiva aplicada, finalmente **concluyó** que se incrementó la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad en el concreto, al adicionarse las fibras metálicas. La adición de las fibras metálicas en las vigas en voladizo, mejoran su comportamiento dinámico, con respecto a una viga que carece de adición de algún tipo de fibra. Siendo las mismas fibras metálicas quienes aportan la capacidad de poder disipar energías en la viga. Se pudo apreciar que el comportamiento de todas las vigas ensayadas, mantenían características similares en el rango elástico. Es necesario realizar un análisis económico de elementos estructurales de concreto reforzados con fibras metálicas para saber la estimación de costos que conllevaría la construcción de estos tipos de vigas; así como también por la falta de bibliografías que definan investigaciones con respecto a elementos de concreto reforzada con fibras metálicas.

Webb (2015), within his thesis to opt for the professional degree of Master in Civil Engineering entitled "***Shear resistance of beams with loads close to supports***", from the Polytechnic University of Catalonia, whose **objective** is to make the theoretical compilation of 5 investigations (Cossio & Siess, 1960; Kani, 1969, Kani, 1967; Smith & Vantsiotis 1983; Vollum & Fang, 2014) in order to demonstrate the accuracy of their results. Applying a **methodology**: descriptive applied, finally the following **conclusions** are established: according to the model presented by Mari et al. (2014) during the EC-2 shear tests, using 121 beams as samples to define which model is the most optimal in predicting the shear strength developed in the beams. It was also possible to determine the presence of 43 beam samples that had stowage reinforcement of different dimensions, and 78 beam samples that did not have any transverse reinforcement. As well as, it can be added that it was

possible to develop a finite element model in order to virtually demonstrate the results of the proposed models.

Johansson & Fredberg (2015) within their thesis to opt for the professional title of Master in Civil Engineering entitled "***Structural behavior of prestressed concrete beams during impact loading***", from the Technological University of Chalmers, whose **objective** of this study was through from the FE LS-DYNA software to demonstrate good modeling practices to interpret structural elements of prestressed concrete actuated under dynamic loads, using these models for a better interpretation of the effect that prestress provides in dynamically loaded concrete beams. Applying a **methodology**: descriptive applied, he finally established the following as **conclusions**: A very relevant appreciation in prestressed structures are the cracks that develop in the upper part, due to the positive moment caused by the prestressing. The developed distribution of the cracks in the prestressed elements will be carried out in a constant way, because the moment develops constantly along the section of the beam. Due to lack of experimental investigations in prestressed beams, the results cannot be validated, due to the differences that exist in the representations of the model with respect to multiple experimental samples, therefore, they were not good for comparative performance.

Mohamed (2014), within his thesis to opt for the professional title of Master in Civil Engineering entitled "***Cutting capacity of reinforced concrete beams at high temperatures***", from the University of Western Ontario, whose **objective** is to develop an analytical method capable of to evaluate the cutting capacity in reinforced concrete beams that will be exposed to the action of a fire; developing design parameters for shear resistance, and generating simple equations to mathematically determine the mean temperatures that influence the shear capacity of the beam during exposure to fire. Applying a **methodology**: descriptive applied, the following **conclusions** are finally established: Because concrete is a composite material with optimal mechanical properties as well as excellent resistance to the action of fire, it makes this one of the latest materials in the field of construction; but this should not give the certainty that the concrete will develop this efficiency when triggered by fire. During the design stage, the safety of reinforced concrete

structures during the action of fire effects must be very predominant. Design codes are constantly changing, moving from prescriptive methods to performance-based methods, for this, professionals need rational design methods for the evaluation of the capacity of reinforced concrete elements during the action of a fire. Previous research work focused on the axial and bending capacities of fire-exposed concrete elements and there is a lack of research evaluating the shear capacity of fire-exposed concrete elements.

Shahad & Saad (2018), en su artículo científico titulado "**Reemplazo de armaduras de acero por armaduras de GFRP en las estructuras de concreto**", resume que, se ha confirmado que el polímero reforzado con fibra de vidrio (GFRP) es la solución como un desarrollo importante en la tecnología de concreto reforzado. Síntesis de barras de refuerzo de GFRP utilizando fibras de vidrio longitudinales (material de refuerzo) y resina de poliéster insaturado con 1% de MEKP (material de matriz) mediante proceso manual. Las barras de refuerzo GFRP tienen un diámetro de 12.5 mm (este valor es equivalente a 0.5 pulgadas; es más común en la aplicación de cimientos). Las superficies de GFRP se modifican mediante la inclusión de arena gruesa para aumentar la resistencia de unión de las armaduras con hormigón. Luego, se realizan las caracterizaciones mecánicas del hormigón armado con barras de refuerzo GFRP y se comparan con las barras de refuerzo de acero. La preparación de muestras de concreto (concreto no reforzado, concreto reforzado con GFRP liso, concreto reforzado con GFRP recubierto de arena y concreto reforzado con acero) con una proporción fija de ingredientes (1: 1.5: 3) y una relación 0.5 W / C se realizaron a dos edades de curado (7 y 28) días a temperatura ambiente. El valor de la fracción en volumen de barras de refuerzo de GFRP y acero en el hormigón armado se distribuyó (5% en volumen) por igual con distancias especificadas en el molde. Los resultados muestran que la resistencia a la tracción de las barras de refuerzo GFRP es de 593 MPa y la resistencia a la flexión es de 760 MPa. La resistencia a la compresión dentro de un rango razonable de concreto es de 25.67 MPa. La resistencia a la flexión del hormigón no reforzado es de 3 MPa y el hormigón armado con barras de refuerzo GFRP, especialmente la GFRP RC recubierta de arena, muestra una resistencia a la flexión de 13.5 MPa como resultado de aumentar la unión con el hormigón y una

mayor tensión es de 10.5 MPa a los 28 días que la del hormigón armado de acero a expensas del módulo de flexión.

Hidalgo, Sánchez, Zepeda & Moreno (2018), en su artículo científico titulado **“Evaluación del comportamiento a flexión y de los criterios de diseño de vigas de concreto sub reforzadas con barras de polímeros reforzados con fibra de vidrio”**, resume que, la finalidad de la investigación es de evaluar el comportamiento que se desarrollaran en las muestras y el diseño de vigas de concreto con resistencias normales usados comúnmente en las construcciones en la ciudad de México, reforzados con barras de polímeros reforzados con fibras de vidrio (PRFV), para luego ser sometidos a ensayos experimentales a flexión simple. La finalidad de esta investigación es dar validez a los parámetros presentados en los códigos de diseño del ACI 440.1R para la verificación y diseño de vigas sub reforzadas de concreto. Para la obtención de los resultados se ensayó de manera experimental una viga de concreto reforzado con 4 barras de PRFV de 4 mm de diámetro, para así poder determinar la capacidad a la flexión y comportamiento de la viga. Los resultados del ensayo a flexión supero las expectativas, siendo la resistencia nominal ensayada hasta la falla de la viga superior a lo calculado teóricamente con la metodología presentada. Dichos resultados brindar cierta seguridad al momento de realizar diseños con elementos de concreto reforzados con PRFV, aplicando el código de diseño de ACI 440.1R.

Mohamed (2018), en el artículo científico titulado **“Efecto de las varillas de fibra de vidrio sobre el comportamiento dúctil de vigas de hormigón armado”**, resume que, La ductilidad se puede definir como “la capacidad del material para sufrir grandes deformaciones sin romperse antes de fallar”. El uso de barras de polímero reforzado con fibra de vidrio (GFRP) en lugar de acero en estructuras de hormigón armado es fomentado actualmente por muchos ingenieros estructurales, especialmente por su ligereza y propiedades no corrosivas. El estudio comparó el comportamiento dúctil de vigas armadas con fibra de vidrio a vigas armadas con refuerzo de acero. Un total de dieciocho vigas divididos en seis grupos, cada grupo consta de tres vigas idénticos que fueron probados experimentalmente para investigar su comportamiento dúctil. Otro objetivo de este estudio es evaluar los

métodos existentes utilizados para estimar la ductilidad de las vigas reforzadas con fibra de vidrio. El estudio concluyó que las definiciones convencionales de ductilidad son inapropiadas para la evaluación de la ductilidad de las vigas de concreto reforzado con fibra de vidrio (GFR) porque las GFR no tienen límite de elasticidad. Por lo tanto, existe la necesidad de evaluaciones cuantitativas y cualitativas de la ductilidad cuando se utiliza GFR en elementos de hormigón armado. El factor de deformabilidad y el factor de rendimiento para vigas de acero reforzado tienen la misma tendencia que la ductilidad convencional, especialmente el factor de deformabilidad. Por lo tanto, el factor de deformabilidad puede usarse como un índice de comparación tanto para vigas de acero reforzado como para vigas GFR.

Sayed (2019), en el artículo científico titulado “***Estudio analítico de vigas de hormigón armado probadas bajo cargas cuasi estáticas y de impacto***”, resume que, Durante eventos dinámicos (como las fuerzas de impacto), las estructuras no pueden absorber la energía entrante y puede producirse un colapso catastrófico. Se llevaron a cabo ensayos de impacto y cuasiestáticos en vigas de hormigón armado con y sin polímeros reforzados con fibra de vidrio de tela y rociados externamente. Para la carga de impacto, se utilizó una máquina de impacto de peso de caída totalmente instrumentada con una capacidad de 14,5 kJ. La altura de caída y la velocidad de carga variaron. La capacidad de carga de las vigas de hormigón armado bajo carga de impacto se obtuvo utilizando soportes de yunque instrumentados (sumando las reacciones de soporte). En condiciones de carga cuasiestática, las vigas se probaron en una carga de tres puntos utilizando una máquina de prueba universal Baldwin. El software ABAQUS FEA se utilizó para modelar algunas de las vigas de hormigón armado probadas. Se demostró que la rigidez de las vigas de hormigón armado disminuye al aumentar la altura de caída. También se demostró que la aplicación de polímeros reforzados con fibra de vidrio (con y sin refuerzos mecánicos) y polímeros reforzados con fibra de vidrio en la superficie de las vigas de hormigón armado aumentaba la rigidez. Los resultados obtenidos de manera experimental en los laboratorios son similares con respecto a los resultados obtenidos en software.

Las **estructuras de concreto reforzado o hormigón armado** son un compuesto de hormigón armado con barras o mallas de acero, siendo dicho refuerzo con barras de acero denominado también como armaduras. Los refuerzos también se pueden realizar con fibras; considerando a las fibras plásticas, fibras de vidrio, fibras de acero o haciendo variaciones entre los refuerzos de barras de acero y las fibras, dependiendo características técnicas de aplicación a la que será sometida. El concreto cuenta con cierta similitud con el acero en cuanto a su coeficiente de dilatación, despreciando las tensiones internas que se generen por cambios de temperatura. El hormigón cuando realiza su proceso de fraguado, se contrae y genera presión sobre las barras de acero, permitiéndole alcanzar una fuerte adherencia química. Se puede definir también que, en cuanto a las barras o fibras, suelen contar con resaltes en su superficie, conocidas como corrugas o trefilado, que aportan en cuanto a la adherencia física entre la barra con el hormigón.²

Las vigas sirven como elemento de apoyo para las losas, las cuales las losas transfieren sus cargas a hacia las vigas, también teniendo en cuenta la afectación de otras cargas como su peso propio, peso de las tabiquerías entre otros.³

También las vigas, así como elemento de soporte las losas, permite que las losas distribuyan su peso hacia las vigas, para luego las vigas distribuir dicha carga a los elementos verticales como columnas o muros, dependiendo del sistema estructural dispuesto. Las vigas, en relación con las columnas y/o placas, aportan en la rigidez lateral de una estructura para soportar las fuerzas horizontales inducidas ante la acción de un sismo; cumpliendo una labor sísmica fundamental en una estructura.⁴

Los **tipos de vigas** son definidas como: viga peraltada, denominada así por su característica de tener la altura de su sección mayor que la altura o espesor de la losa, permitiendo dicha característica de la viga ser visible a simple vista diferenciándose de la losa. Las vigas peraltadas se pueden clasificar como invertida, por desarrollar su peralte con dirección hacia la parte superior de la losa; y normal por desarrollar su peralte hacia la parte inferior de la losa, permitiendo

² (PARRALES CANTOS, y otros, 2018 pág. 23)

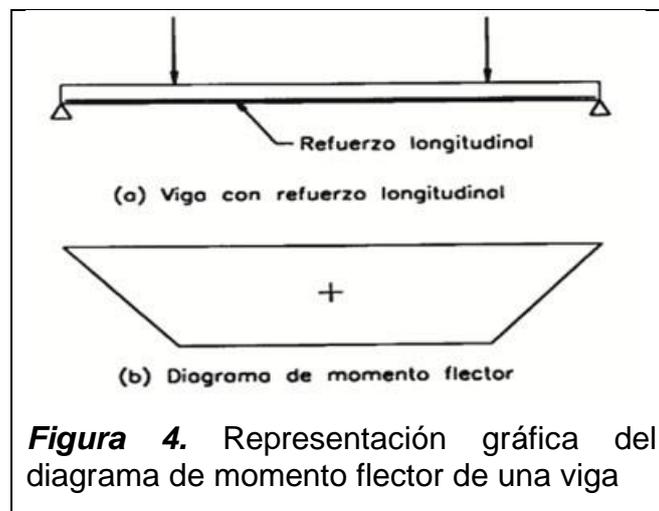
³ (SAN BARTOLOMÉ, 1998 pág. 17)

⁴ (BLANCO BLASCO, 2011 pág. 25)

desarrollar en ambas vigas la misma rigidez y resistencia, tan solo cambiando sus esfuerzos internos. [...]Viga chata, son aquellos tipos de vigas en la cual su peralte se ve sumergido por completo dentro del espesor de la losa.⁵

La **Flexión en vigas de concreto reforzado**; se presenta en todo elemento estructural, cuando este sea inducido a cargas perpendiculares a su plano, siendo dichas cargas externas y transversales, desarrollando esfuerzos de flexión y fuerzas cortante a lo largo de su eje longitudinal.⁶

Para una viga rectangular simplemente apoyada en sus extremos, ante la acción de dos cargas puntuales a su eje longitudinal, genera un diagrama de momento flector como la que se aprecia en la figura 4.⁷



Durante toda la longitud de la sección de viga, se desarrollará una franja superior de compresión y una franja inferior de tracción.

En cuanto a los **tipos de fallas en miembros estructurales sometidos a flexión**, se define tres tipos: Falla por tensión: llamadas también sub-reforzadas, presentando una falla dúctil, al permitir que primeramente fluya al acero antes de que el concreto presente fallas, desarrollando deformaciones excesivas y agrietamiento a lo largo de la viga antes del colapso, para ello la norma peruana

⁵ (BLANCO BLASCO, 2011 pág. 26)

⁶ (BLANCO BLASCO, 2011 pág. 137)

⁷ (HARMSSEN, 2002 pág. 77)

establece ciertos parámetros máximos para la cantidad de acero en tracción. Falla por compresión: es el tipo de falla donde el concreto alcanza su máxima deformación fallando súbitamente, no habiendo permitido al acero desarrollar el estado de fluencia (permanece en el rango elástico). Las secciones de viga con falla a compresión son también denominadas sobre-reforzadas, desarrollando un tipo de falla frágil, la cual no es el tipo de falla recomendable. La resistencia soportada en las secciones sobre-reforzadas son mayores con respecto a las secciones sub-reforzadas, pero el tipo de falla desarrollado no es recomendado. Falla balanceada: se genera en el límite de la deformación unitaria máxima del concreto (0.003), y el inicio de la fluencia del acero; generándose también en este tipo de falla, fracturas frágiles; siendo esta una característica no recomendable.⁸

Para los **elementos sometidos a fuerzas de corte**; a diferencia de elementos estructurales inducidos a flexión, el comportamiento de elementos estructurales inducidos a cortante no está comprendido totalmente; debido a que rara vez las fuerzas cortantes actúan por si sola en los elementos de concreto armado, permitiendo dicha característica imposibilitar la evaluación de todas las interacciones posibles. [...]La fuerza cortante tiende a generar un tipo de falla no dúctil en elementos estructurales, la cual debe ser evitada.⁹

Se diseñarán el elemento, para un cortante último igual a la correspondiente a la sección ubicada a “d” del apoyo, si la reacción del apoyo induce compresión en el elemento, si las cargas están aplicadas en la parte superior de la viga y no hay cargas concentradas entre la cara del apoyo y una sección ubicada a “d” de ella. Las cargas distribuidas que se aplicaran en el tramo AB son transmitidas al apoyo por compresión directa. Por ello, para el diseño de refuerzo transversal no es considerado.¹⁰

En cuanto al **ancho de fisuras en vigas de concreto armado**; existen bibliografías que tratan de evaluar la formación y el ancho de las fisuras que se generan en las vigas, pero dichas teorías pueden no ser tan exactos en cuanto a la determinación

⁸ (HARMSSEN, 2002 pág. 81)

⁹ (BLANCO BLASCO, 2011 pág. 249)

¹⁰ (HARMSSEN, 2002 pág. 136)

del ancho de grieta o fisura generadas por flexión. El ancho de fisuras que se desarrollarán, dependerá directamente de los esfuerzos desarrollados en el acero en tracción; así como también del área efectiva del concreto que envuelve a cada varilla traccionada.¹¹

Para las **rajaduras en vigas de concreto armado**; se generan tres tipos de rajaduras: Rajadura de flexión; son rajaduras verticales que se suelen presentar en los tercios de las luces de vigas y en los apoyos, siendo estos lugares de la viga donde se desarrollaran un incremento de esfuerzos a flexión. En secciones donde los esfuerzos de flexión son mayores, el impacto de la fuerza cortante es mínima a diferencia de los momentos flectores. Rajadura de tracción diagonal: Se generan rara vez en vigas esbeltas. Son propias de zonas en las cuales σ_x , es casi nulo y las tensiones principales se generan a 45° . La acción se genera primeramente en el eje neutro o próximo a él, y se prolonga diagonalmente hacia los bordes de la viga. La fuerza cortante que ocasiona el agrietamiento diagonal es del orden de $0.93\sqrt{f'c} bwd$. Este tipo de grietas se presentan mayormente en vigas de gran peralte y de ancho de tamaño reducido, así como también se suelen presentar en vigas con poco refuerzo transversal. Rajaduras de flexo-tracción: Son tipos de rajaduras que se generan comúnmente en vigas esbeltas. Cuando se producen las primeras grietas generadas por flexión, la sección encargada de resistir los esfuerzos cortantes, se ve reducida. Las rajaduras que tienden a inclinarse, son producidas generalmente en las gargantas, lugar donde existe una concentración de esfuerzos de corte como de compresión. Son comportamientos propios de secciones donde el momento flector es de mucha consideración. La fuerza cortante de agrietamiento diagonal generada es aproximadamente $0.5\sqrt{f'c} bwd$, la cual es menor que la que ocasiona las rajaduras de tracción diagonal. Se puede apreciar también que disminuye en relación al caso anterior. En la figura 5 se muestran los tres tipos de rajaduras que se producen en vigas de concreto reforzado.¹²

¹¹ (BLANCO BLASCO, 2011 pág. 138)

¹² (HARMSSEN, 2002 pág. 130)

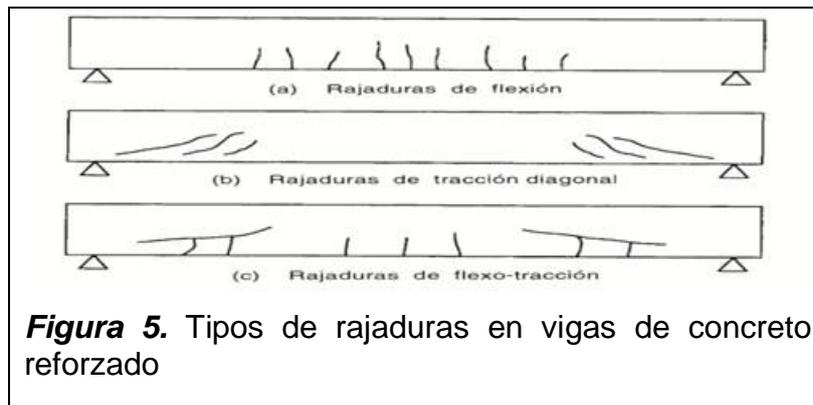


Figura 5. Tipos de rajaduras en vigas de concreto reforzado

En cuanto a las **cargas**; es definido como las fuerzas o los resultantes de los pesos de materiales de construcción, ocupantes y sus respectivas pertenencias, el efecto medio ambiental, cambios dimensionales restringidos y movimientos diferenciales. La carga muerta es el peso propio de la edificación, como el peso de los materiales, dispositivos de servicios, equipos, tabiquería, y otros objetos que pueden ser aplicados a la edificación, las cuales pueden ser de aplicación permanente o sufrir una variación en su magnitud. La carga viva es todo la carga movable que soporta la edificación, como pueden ser el peso de los ocupantes, muebles, equipos, materiales, entre otros.¹³

Los **materiales compuestos**; son mezcla de materiales constituido por medio de una unión (no química, insoluble entre sí) de dos o más elementos, que generan un nuevo material con propiedades y características propias. [...]El tipo de interfase y las características de los elementos, que componen al material compuesto, influenciará en las propiedades que obtendrá el nuevo material.¹⁴

Para conformar un nuevo material compuesto, es necesario realizar una combinación de una matriz polimérico con fibras de refuerzo. La fibra es el componente que aporta a la resistencia y el óptimo comportamiento mecánico; otorgándole al nuevo material excelentes características en cuanto a rigidez y resistencia.

Las fibras en sus inicios solían ser muy usados en la construcción naval, ofreciendo productos como las fibras paramédicas (de kevlar) y las de carbono; en distintas

¹³ (MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO, 2018 pág. 374)

¹⁴ (BESEDNJAK DIETRICH, 2005 pág. 15)

presentaciones y características como filtros, sistemas mallados y sistemas no mallados.

Los tipos de materiales compuestos; se clasifican por medio del tipo de matriz que lo conforma, identificando tres tipos de grupos que se describe a continuación:

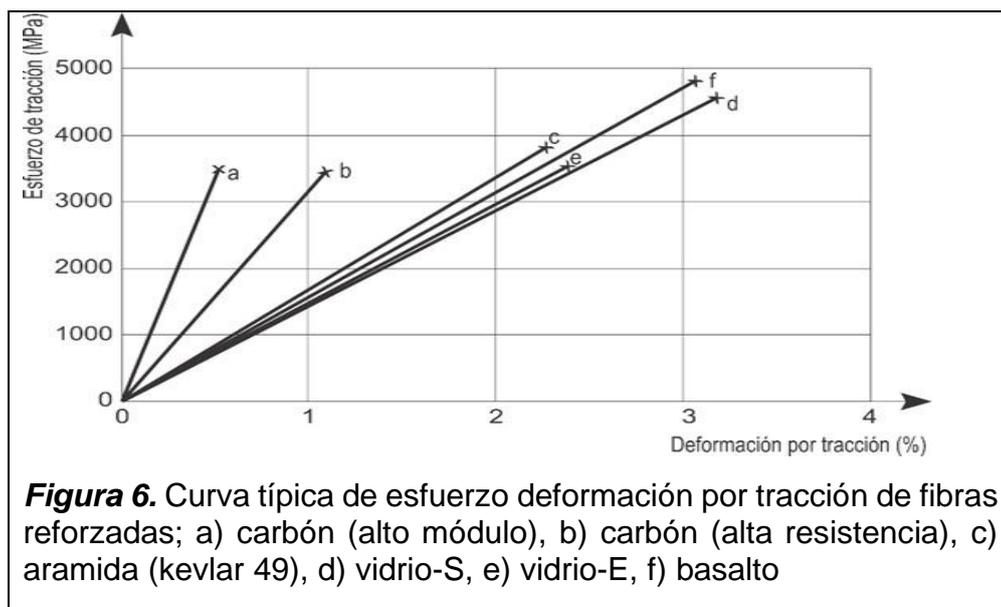
a) Material compuesto de matriz metálica: [...] Poseen alta resistencia y muy bajo peso. Son los materiales que poseen alta resistencia y de peso muy ligero, siendo usados comúnmente para componentes aeroespaciales y motores automotrices. b) Material compuesto de matriz cerámica: [...] Es un tipo de material reciente, que cuenta con propiedades mecánicas como la resistencia y tenacidad que aportan a los materiales cerámicos convencionales; mayormente en materiales cerámicos que se desarrollan en rango de temperaturas bajas. c) Materiales compuestos de matriz polimérica: [...] Son tipos de materiales compuestos que cuenta con excelentes propiedades mecánicas, son resistentes a la corrosión y al a acción de agentes químicos. Debido a sus propiedades, los materiales compuestos por una matriz polimérica pueden ser moldeados en distintas formas sin ninguna restricción. Este tipo de material en las cuales la matriz está conformada por un polímero y reforzado con cualquier otro tipo de fibra, pudiendo ser fibra orgánica o inorgánica.¹⁵

En cuanto a los **polímeros reforzados con fibras FRP;** las barras de polímero reforzado con fibra están hechas de fibras continuas impregnadas con resinas poliméricas. En los compuestos poliméricos fibrosos, las fibras continuas con alta resistencia y alta rigidez están incrustadas y unidas entre sí por la matriz polimérica de bajo módulo. En el caso de los compuestos de FRP, las fibras de refuerzo constituyen la columna vertebral del material y determinan su resistencia y rigidez en la dirección de las fibras. [...] El proceso de fabricación más común es el proceso de pultrusión en el cual las fibras se extraen e impregnan antes de que el curado tenga lugar en una matriz calentada. Se pueden usar disposiciones especiales de fibras o una combinación de dos o más tipos de fibras de refuerzo para impartir al compuesto propiedades mecánicas únicas. El refuerzo de concreto FRP no necesita tener las mismas formas que el refuerzo de acero. Puede tomar la forma

¹⁵ (BESEDNJAK DIETRICH, 2005 pág. 16)

de barras, varillas, perfiles e incluso encofrados permanentes. Debido a su buena resistencia a la corrosión, el FRP no necesita tanta protección de la cubierta como el refuerzo de acero y puede exponerse a ambientes más severos. Sin embargo, la matriz polimérica puede limitar su resistencia al fuego.¹⁶

Las **Fibras**; son usados en compuestos poliméricos porque son fuertes, rígidas y livianas. Los requisitos estructurales y funcionales deseables de las fibras en los compuestos son: módulo elástico incrementado para un uso eficiente del refuerzo, resistencia final más óptimas y alargamiento conveniente en la fractura por tracción; baja variedad en cuanto las resistencias entre fibras individuales; propiedades estables durante el proceso de fabricación y manipulación; diámetro y superficie de fibra uniforme; propiedad de tenacidad alta; durabilidad; disponibilidad en dimensiones y formas adecuadas y con un costo accesible. Los tipos de fibras comúnmente utilizadas para fabricar barras de refuerzo de FRP son vidrio, carbono y aramida. Recientemente, las fibras de basalto también están disponibles comercialmente. Todas estas fibras ante la acción de carga de tensión presentan un comportamiento elástico lineal hasta el límite de falla (ver figura 6)



¹⁶ (FEDERACIÓN INTERNACIONAL DE BÉTON, 2007 pág. 7)

[...]Las fibras de carbono y aramida son anisotrópicas con diferentes valores de propiedades mecánicas y térmicas en las direcciones principales, mientras que las fibras de vidrio son isotrópicas.¹⁷

Propiedades de las fibras; de varios tipos de fibras que sirven de refuerzo sin presentados en la tabla 1.¹⁸

Tabla 1. Propiedades típicas de varios tipos de fibras de refuerzo

Tipo de Fibra	Densidad	Resistencia a la Tracción	Módulo Young	Máxima Tensión de Tracción	Coefficiente de Expansión Térmica	Coeficiente de Poisson
	(kg/m ³)	(MPa)	(GPa)	(%)	(10 ⁻⁶ /°C)	
Vidrio-E	2500	3450	72.4	2.4	5	0.22
Vidrio-S	2500	4580	85.5	3.3	2.9	0.22
vidrio resistente a los alcalis	2270	1800-3500	70-76	2.0-3.0	-	-
ECR	2620	3500	80.5	4.6	6	0.22
Carbono (alto módulo)	1950	2500-4000	350-650	0.5	(-1.2...-0.19)	0.2
Carbono (alta resistencia)	1750	3500	240	1.1	(-0.6...-0.2)	0.2
Aramida (kevlar 29)	1440	2760	62	4.4	(-2.0 longitudinal) (59 radial)	0.35
Aramida (kevlar 49)	1440	3620	124	2.2	(-2.0 longitudinal) (59 radial)	0.35
Aramida (kevlar 149)	1440	3450	175	1.4	(-2.0 longitudinal) (59 radial)	0.35
Aramida (Technora H)	1390	3000	70	4.4	(-2.0 longitudinal) (59 radial)	0.35
Aramida (SVM)	1430	3800-4200	130	3.5	-	-
Basalto (Albarrie)	2800	4840	89	3.1	8	-

Fuente: Federación Internacional de Béton, 2007.

¹⁷ (FEDERACIÓN INTERNACIONAL DE BÉTON, 2007 pág. 7)

¹⁸ (FEDERACIÓN INTERNACIONAL DE BÉTON, 2007 pág. 8)

En cuanto a los **tipos de fibras**; se conoce principalmente tres tipos de fibras que se suelen utilizar en el fortalecimiento de estructuras de ingeniería civil, como son, fibra de vidrio, aramida y carbono. Recientemente, las fibras de basalto también están disponibles comercialmente. Debe reconocerse que las propiedades físicas y mecánicas pueden variar enormemente para un tipo dado de fibra y, por supuesto, los diferentes tipos de fibra. [...]a) Fibra de vidrio: son las fibras de refuerzo más comúnmente utilizadas para compuestos de matriz polimérica. El vidrio fundido se puede dibujar en filamentos continuos que se agrupan en mechas. Durante la fabricación, las superficies de fibra se recubren con un "dimensionamiento" para mejorar la humectación de la matriz y proporcionar una mejor adhesión entre los componentes compuestos. El recubrimiento de las fibras de vidrio con un agente de acoplamiento proporciona una capa flexible en la interfaz, mejora la resistencia de la unión y reduce el número de huecos en el material. Las fibras de vidrio más comunes están hechas de vidrio E, vidrio S y vidrio resistente a los álcalis. El vidrio E es el menos costoso de todos los tipos de vidrio y tiene una amplia aplicación en la industria del plástico reforzado con fibra. El vidrio S considera un incremento en la resistencia a la tracción y un módulo más alto que el vidrio E. Sin embargo, el mayor costo de las fibras de vidrio S las hace menos populares que el vidrio E. Las fibras de vidrio resistentes a los álcalis (AR), que ayudan a prevenir la corrosión por el ataque de los álcalis en las matrices de cemento, se producen mediante la adición de circonio. Sin embargo, las fibras de vidrio AR con tamaños de fibra que son compatibles con las resinas termoestables comúnmente utilizadas no están disponibles actualmente. A temperaturas elevadas, se producen reducciones a las resistencias en tracción de las fibras de vidrio, pero se puede considerar constante para el rango de temperaturas a las que se pueden exponer las matrices de polímeros. La resistencia a la tracción también se reduce con la corrosión química y con el tiempo bajo cargas sostenidas. [...]b) Fibra de aramida: Aramida es un término genérico para un grupo de fibras orgánicas que tienen la gravedad específica más baja y la mayor relación de resistencia a la tracción sobre el peso entre las fibras de refuerzo. Las fibras de aramida son producidas actualmente por Dupont (Kevlar), Teijin (Technora) y Akzo Nobel (Twaron). Las fibras de aramida SVM también se producen en Rusia. Las fibras de Kevlar se producen extruyendo la solución cristalina líquida del polímero con moléculas parcialmente orientadas. El

kevlar es una poliamida aromática con anillos aromáticos rígidos. La resistencia y el módulo de las fibras de Kevlar disminuyen linealmente cuando la temperatura aumenta, pero retienen más del 80% de su resistencia original a 180 ° C. Las fibras de Kevlar absorben algo de agua, la cantidad de agua absorbida depende del tipo de fibra. Son sensibles a la luz ultravioleta. Con un alto contenido de humedad, las fibras de kevlar tienden a agrietarse internamente en micro-huecos preexistentes y producen división longitudinal. Las fibras de Kevlar son resistentes a muchos productos químicos, pero algunos ácidos y álcalis pueden degradarlas. [...]

c) Fibra de carbono: La mayoría de las fibras de carbono se producen por descomposición térmica de poliacrilonitrilo (PAN). Los átomos de carbono están dispuestos en planos cristalográficos paralelos de hexágonos regulares para formar grafito, mientras que, en el carbono, la unión entre capas es débil, por lo que tiene un orden bidimensional. Los pasos a seguir para la fabricación de este tipo de fibra consisten en la oxidación a 200-300 ° C, diferentes etapas de carbonización a 1000-1500 ° C y 1500-2000 ° C y finalmente grafitización a 2500-3000 ° C. El grafito tiene un módulo de tracción más alto que el carbono, por lo tanto, las fibras de alto módulo se producen por grafitización. Estas fibras exhiben alta resistencia específica y rigidez, en general, a medida que aumenta el módulo elástico, la resistencia a la tracción final y el alargamiento por falla disminuyen. El módulo de tracción y la resistencia de las fibras de carbono son estables a medida que aumenta la temperatura; También son altamente resistentes a factores ambientales agresivos. Las fibras de carbono se comportan elásticamente y fallan de una manera quebradiza. La desventaja más importante de las fibras de carbono es su alto costo. Son 10 a 30 veces más caros que el vidrio E El alto costo de estas fibras es causado por el alto precio de la materia prima y el largo proceso de carbonización y grafitización. Además, las fibras de grafito no se pueden humedecer fácilmente con la matriz, por lo tanto, el tamaño es necesario antes de incrustarlas en una matriz.

d) Fibra de basalto: Las fibras de basalto son materiales de un solo componente obtenidos por fusión de depósitos de lava volcánica triturada, que cuenta con propiedades físico mecánicas mejoradas con respecto al de las fibras de vidrio, pero destacando más lo barato del precio con respecto a las fibras de carbono. Las ventajas que posee las fibras de basalto son: resistencia al fuego, capacidad significativa de aislamiento acústico y capacidad de aislamiento de vibraciones y

resistencia a entornos químicamente activos. La temperatura de trabajo de 982 ° C y el punto de fusión de 1450 ° C hacen que el basalto sea útil en aplicaciones que exigen resistencia al fuego. Los estudios acerca de las fibras de basalto como refuerzo estructural, aún se encuentra en etapa de desarrollo, con una evolución constante.¹⁹

En cuanto a las **barras de fibra de vidrio**; los polímeros reforzados con fibra (FRP) son un refuerzo alternativo probado y exitoso que dará a las estructuras una vida útil más larga. La corrosión desarrollada en los elementos de refuerzo interno, es uno de los principales factores de falla en elementos de concreto armado. Inevitablemente, el concreto se agrietará, siendo las grietas una vía directa para que los cloruros comiencen a oxidar la barra de acero. En la figura 7 se puede observar a las barras de fibra de vidrio como participe en el refuerzo de un elemento estructural.²⁰



Figura 7. Barras de fibra de vidrio como armadura estructural

Beneficios de las barras de fibra de vidrio como refuerzo; las bondades que cuentan las barras de fibra de vidrio se detallan a continuación: impermeable al Cloruro y al ataque químico, resistencias a la tracción mayores que el acero, 1/4 del peso de la barra de refuerzo de acero, transparente a los campos magnéticos y frecuencias de radio, eléctricamente no conductor, térmicamente no conductor.²¹

¹⁹ (FEDERACIÓN INTERNACIONAL DE BÉTON, 2007 pág. 9)

²⁰ (ASLAN FRP, 2020 pág. 4)

²¹ (ASLAN FRP, 2020 pág. 6)

Las **propiedades mecánicas de la barra de fibra de vidrio**; del material Aslan 100 barra de fibra de vidrio en cuanto a tracción, modulo y deformación son detallados en la tabla 2.²²

Tabla 2. Propiedades mecánicas de Aslan 100 barras de fibra de vidrio (tracción, modulo y deformación)

Diámetro Nominal			Área Nominal		f*fu - Resistencia a la Tracción Garantizada		Máxima Carga de Tracción		Ef - Módulo de Elasticidad a la Tracción		Máxima Deformación
Tamaño	mm	in	mm ²	in ²	MPa	ksi	kN	kip	GPa	psi 10 ⁶	%
2	6	(1/4)	31.67	0.049	896	130	28.34	6.37	46	6.7	1.94%
3	10	(3/8)	71.26	0.11	827	120	58.72	13.2	46	6.7	1.79%
4	13	(1/2)	126.7	0.196	758	110	95.9	21.56	46	6.7	1.64%
5	16	(5/8)	197.9	0.307	724	105	143.41	32.24	46	6.7	1.57%
6	19	(3/4)	285	0.442	690	100	196.6	44.2	46	6.7	1.49%
7	22	(7/8)	387.9	0.601	655	95	254	57.1	46	6.7	1.42%
8	25	1	506.7	0.785	620	90	314.27	70.65	46	6.7	1.34%
9	29	1-(1/8)	641.3	0.994	586	85	375.83	84.49	46	6.7	1.27%
10	32	1-(1/4)	791.7	1.227	551	80	436.6	98.16	46	6.7	1.19%
11*	35	1-(3/8)	958.1	1.485	482	70	462.4	104*	46	6.7	1.04%
12*	38	1-(1/2)	1160	1.8	448	65	520.4	117*	46	6.7	0.97%
13*	41	1-(5/8)	1338	2.074	413	60	553.5	124*	46	6.7	0.90%

Fuente: Aslan FRP, 2011.

²² (ASLAN FRP, 2020 pág. 7)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación.

Tipo de investigación de acuerdo al fin:

La investigación aplicada sirve en la toma de decisiones y para ejecutar acciones, además te permite establecer estrategias y políticas. El vigor en solucionar problemas y un mayor énfasis en la toma de decisiones a largo plazo es una particularidad de la investigación aplicada.²³

Bajo el planteamiento de este trabajo, la investigación será de tipo aplicada, ya que aplicara métodos de ensayos que permitirán desarrollar el estudio de manera experimental las muestras de vigas en estudio. Donde se buscará dar respuesta a nuestra problemática.

Diseño de investigación de acuerdo al nivel:

El diseño correlacional – causal, describe las relaciones mutuas que existen entre dos o más categorías, conceptos o variables, también, pudiendo llevar la relación de las variables en función de la causa – efecto.²⁴

Para nuestra investigación se guardó relación entre las variables para poder evaluarlos y obtener resultados con la manipulación de las mismas.

Tipo de investigación de acuerdo al diseño metodológico:

Diseño experimental, proporcionan al investigador control en cuanto a las relaciones causales entre sus variables, valiéndose su uso en gran parte, por responsabilidad y conocimiento propio que cada científico adquiere con el tiempo.²⁵

Para nuestra investigación, se diseñó de manera es experimental, de las cuales las variables serán objetos de manipulación por métodos experimentales, para poder obtener resultados y dar solución a los problemas.

Tipo de investigación de acuerdo al enfoque:

El enfoque cuantitativo se realiza a través de la recolección de datos, para que a través de ellos poder poner a prueba las hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, teniendo la finalidad de probar teorías.²⁶

²³ (MOHAMMAD NAGHI, 2005 pág. 44)

²⁴ (HERNÁNDEZ, y otros, 2014 pág. 157)

²⁵ (SALKIND, 1999 pág. 234)

²⁶ (HERNÁNDEZ, y otros, 2014 pág. 4)

3.2. Variables y operacionalización

La variable es todo aquello que se pretende medir, controlar y estudiar en una investigación, asumiendo valores que se pueden clasificar de manera cualitativa o cuantitativa dependiendo al tipo de investigación a desarrollar.²⁷

Variable independiente V1: Barras de fibra de vidrio.

Variable dependiente V2: Comportamiento a flexión de vigas de concreto reforzadas.

La **operacionalización de las variables** es todo lo relacionado el cual se pretende manipular, medir y poner a un estudio en una investigación, se da de forma que toma una definición ordenada.

Cada una de las variables y dimensiones planteadas en esta investigación se dividió a conveniencia y criterio del investigador, basándose en teorías y bibliografías de otros autores, ver Anexo 1.

Escala de medición es el “proceso que vincula conceptos abstractos con indicadores empíricos”.²⁸

De **razón**, es el tipo de investigación que posee características de las escalas nominal, ordinal y de intervalo, posee un cero absoluto o natural con significado empírico”.²⁹

3.3 Población, muestra y muestreo.

Población

La población es la totalidad o conjunto de elementos (personas, animales, números, etc), contando cada uno de ellos con características comunes bien definidas entre sí.³⁰

En el presente trabajo se tomará como población el laboratorio de ensayo de materiales de la empresa Ingeocontrol, porque nos permitirá usar sus instalaciones y equipos para la realizar los estudios de nuestras muestras de manera experimental.

²⁷ (NUÑEZ, 2007 pág. 167)

²⁸ (HERNÁNDEZ, y otros, 2014 pág. 199)

²⁹ (KERLINGER, 2002 pág. 576)

³⁰ (DÍAZ NARVÁEZ, 2006 pág. 276)

Muestra

La muestra, es un subgrupo de la población que vamos a evaluar y se precisa o define matemáticamente de antemano con precisión, y que tiene que ser característico de este.³¹

Para nuestra investigación, se consideró tomar como muestras los tipos de vigas las cual nos permitirá realizar el estudio de su comportamiento, que se detallará a continuación.

Ensayo a flexión en vigas:

Para los ensayos a flexión se realizarán 4 vigas en el laboratorio de suelos, concretos y agregados de la empresa Ingeocontrol, estando ellas agrupadas en grupos de acuerdo a su configuración de armado, y detallada en la figura 8.

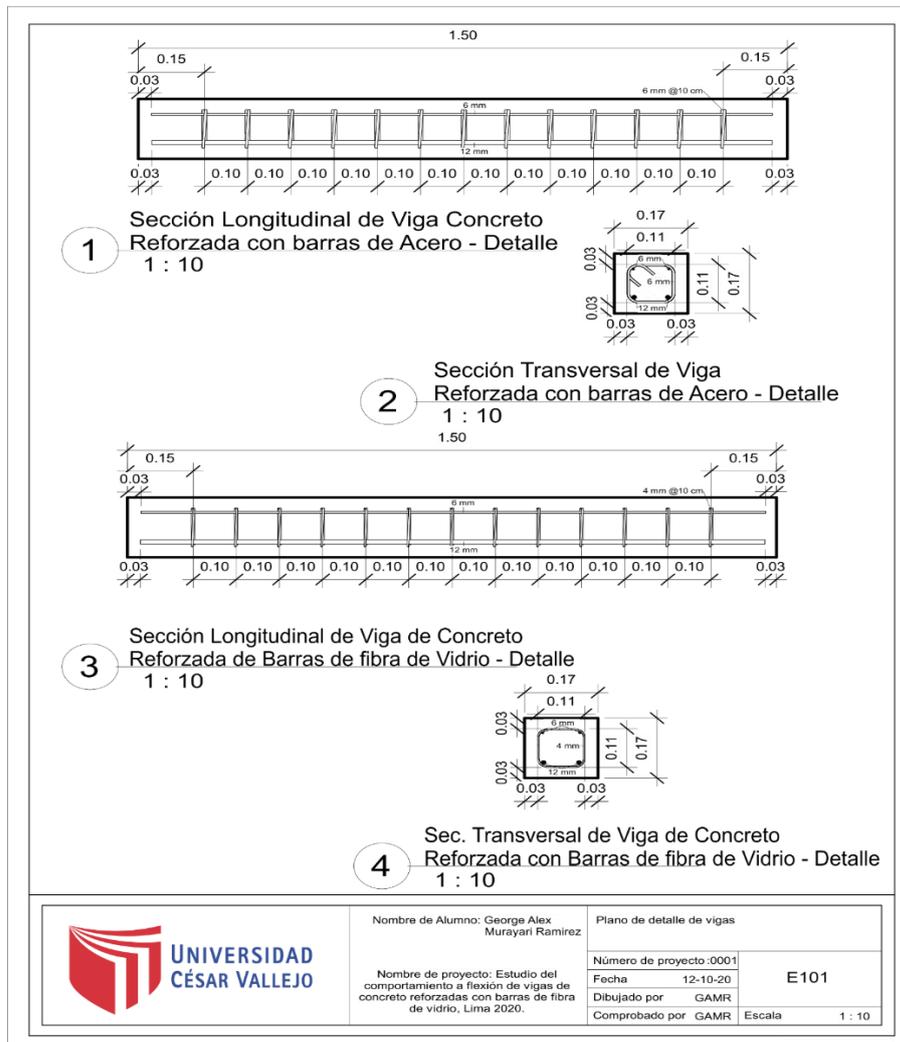


Figura 8. Detalle de armado de vigas

³¹ (GÓMEZ, 2006 pág. 110)

Muestreo

El muestreo es una porción de una población o de un universo, de manera representativa de esa población o universo, en conclusión, clasificar una muestra representativa de la población para el estudio.³²

El tipo de muestreo que se aplicó en esta investigación es la no probabilística porque se tiene definido la totalidad de muestras que serán utilizadas para el estudio y de las cuales de la misma cantidad de muestras se obtendrán la misma cantidad de resultados.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Son los instrumentos que nos permitieron recolectar los datos de estudio que nos permitirá lograr manipular nuestras variables de estudio, siendo este método usado para dar la validez y confiabilidad aprobados por expertos para que la investigación se realice de la manera más correcta y confiable posible.

Se uso el tipo de observación directa, viene a ser el análisis de un fenómeno producido por la naturaleza o el entorno, observados o captados en forma sistemática y controlada mediante el sentido de la vista, teniendo presentes los objetivos planteados en la investigación.³³

La técnica para adoptar en esta investigación será la observación directa, pues se sustentará de esta técnica para visualizar y analizar los resultados de los comportamientos de los distintos tipos de vigas a estudiar.

Los instrumentos de medición se muestran en el anexo.

La **validez**, se entiende como al grado en que la prueba está calculando lo que en realidad desea evaluar la variable en estudio.³⁴

La valides se puede medir mediante la calificación realizada por expertos, representados a través de la tabla 3 y 4.

³² (KERLINGER, 2002 pág. 148)

³³ (ARIAS, 2006 pág. 69)

³⁴ (MOHAMMAD NAGHI, 2005 pág. 227)

Tabla 3. Tabla de validación de datos

RANGO	MAGNITUD
0.81-1.00	Muy alta
0.61-0.80	Alta
0.41-0.60	Media
0.21-0.40	Baja
0.01-0.20	Muy baja

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Tabla de validación de expertos

VARIABLE	EXPERTO	EXPERTO	EXPERTO	PROMEDIO
VARIABLE N°01:	0.85	0.80	0.81	0.80
VARIABLE N°02:	0.80	0.80	0.80	0.80
ÍNDICE DE VALIDEZ				

Fuente: Elaboración propia

La **confiabilidad** se refiere a la exactitud y a la precisión de los procedimientos de medición que llevan consigo a conseguir los mismos resultados, cuando se emplea una o más veces a la misma persona o grupos de personas en distintas etapas del tiempo. ver Tabla 5.³⁵

Tabla 5. Tabla de nivel de confiabilidad

RANGO	CONFIABILIDAD
0.81-1.00	Muy confiable
0.61-0.80	Confiable
0.41-0.60	Moderadamente confiable
0.21-0.40	Poco confiable

Fuente: Elaboración propia

³⁵ (MOHAMMAD NAGHI, 2005 pág. 227)

Para el desarrollo de la presente investigación, se omitirá los valores de la confiabilidad, debido a que la investigación es cuantitativa.

El instrumento de recolección de datos, se pueden emprender los siguientes pasos; estudio previo o sondeo, recolección de datos (muestras) y análisis de los datos (muestras).³⁶

Para el desarrollo del presente proyecto de investigación emplearemos, la recolección de datos se apoyará en fichas técnicas del material a emplear ya sea del concreto o de las barras de fibra de vidrio, también nos servirá para recolectar datos las fuentes bibliográficas que se consultará durante el proceso de la investigación.

Los formatos del laboratorio, que se procesaran en el laboratorio de materiales, también nos permitirá recolectar los datos que se obtendrán en los ensayos, para su próxima conversión en resultados, que nos permitirán dar respuestas a los problemas de nuestra investigación.

3.5 Procedimiento.

Este proyecto de investigación se desarrollará de manera experimental, ensayando muestras de estudio con equivalencias similares, pero con características propias diferentes, aclarando que las características propias de las muestras dependerán del tipo de muestra a ensayarse para diferenciarse uno del otro. Las características propias de cada muestra permitirán obtener resultados experimentales propias, para luego ser procesado en gabinete y por último preceder a la interpretación de los resultados procesándolos de manera gráfica.

A continuación, se precisa los procesos realizados para la obtención de información acerca de nuestras muestras de estudio.

Cotización de ensayos:

Primero se realizó la respectiva cotización con el tipo de ensayo a realizar y la cantidad de muestras a procesar, para tener un precio referencial del costo en cuanto a ensayos a realizar, dicha cotización se detalla en el anexo 9.

Cotización de materiales requeridos:

Después de la cotización de los ensayos, y habiendo obtenido una estimación de

³⁶ (ZAPATA, 2005 pág. 187)

la dosificación de materiales requeridos para la preparación de las muestras de vigas de 17cm x 17cm x 150cm, se procedió a la búsqueda de proveedores de materiales y agregados de construcción cercanos al lugar de ensayo, para reducir costos de envío y tiempos de entrega.

Las barras de fibra de vidrio es un caso excepcional, ya que es un material no común en nuestro país, y se tuvo que adquirir del país de México, obteniendo un costo adicional de transporte internacional.

Entrega de materiales requeridos:

Para la preparación de las muestras es necesario entregar todos los materiales necesarios, para así evitar contratiempos y faltas de algún material, y tenerlos a la disposición para ser manipulados en el laboratorio de la empresa Ingeocontrol.

3.6 Método de análisis de datos.

Para la recopilación de datos se realizará mediante la observación directa y estas generalmente se pueden dar de manera cuantitativa y cualitativa, por ello son los resultados de la investigación, a partir de los cuales se hacen inferencias, generalmente son resultados numéricos [...].³⁷

Este proyecto de investigación se apoyará de los resultados que se obtendrá de los ensayos a flexión que se realizara en las muestras, para que a través de los resultados obtenidos poder aplicar ciertas ecuaciones presentadas por algunos autores para la realización de algunas verificaciones de deformaciones y esfuerzos que se desarrollaran en las muestras.

3.7 Aspectos éticos.

Para el desarrollo de la investigación, se respetó siempre el derecho de autor de las informaciones presentadas durante el desarrollo de la investigación, así como también se mantuvo el lineamiento de las guías de investigación presentados por la universidad, para así cumplir con los parámetros necesarios de un trabajo de tesis de obtención de títulos y grados. El autor siempre mantuvo como referencia las normas planteadas por la universidad para el desarrollo de la investigación, tratando de lo más posible, cumplir con los lineamientos.

³⁷ (KERLINGER, 2002 pág. 172)

IV. RESULTADOS

4.1 Descripción de la zona de estudio

Nombre de la tesis:

“Estudio del comportamiento a flexión de vigas de concreto reforzados con barras de fibra de vidrio, Lima 2020”.

Acceso a la zona de trabajo:

Ubicación Política:

La zona de estudio se ubicó en la región Lima, provincia de Lima; limitando con los siguientes distritos que se describe a continuación.



Figura 9. Mapa del departamento de Lima



Figura 10. Mapa constitucional del Perú

Ubicación del Proyecto:

El presente proyecto se ubicará en la provincia y departamento de Lima; exactamente en el distrito de San Martín de Porres.



Figura 11. Mapa del distrito de San Martín de Porres

Límites del distrito:

Norte: Limita con los distritos de Puente Piedra, Ventanilla y los olivos.

Sur: Limita con los distritos de Cercado de Lima y Carmen de la Legua y Reynoso.

Este: Limita con los distritos de Rímac, Independencia y Comas.

Oeste: Limita con la provincia constitucional de Callao.

Ubicación Geográfica

De manera geográfica el distrito de San Martín de Porres está georreferenciado en las coordenadas 271761.50 por el Este, 8675805.18 por el Norte, con una altitud de 123 m.s.n.m y estando en zona 18 L. El distrito hasta el 2017 contaba con un s.

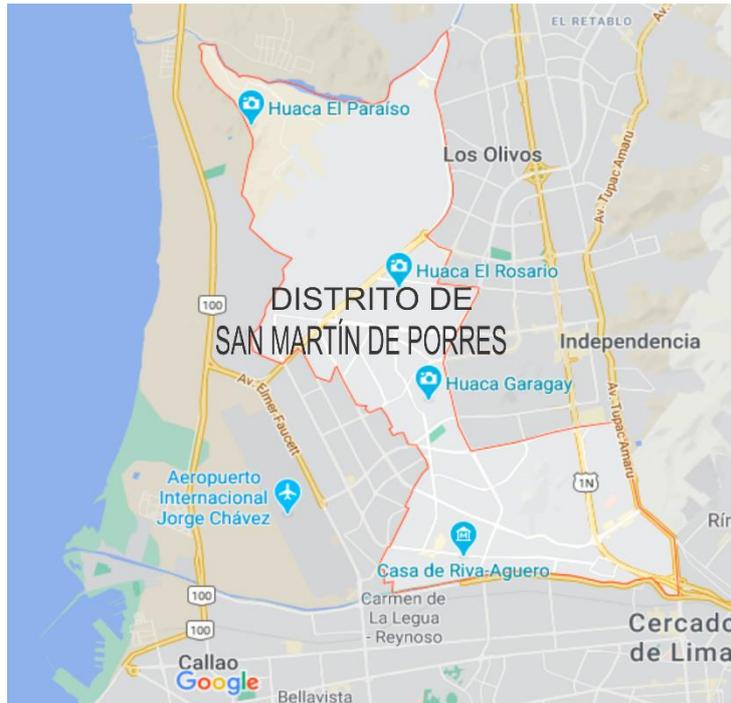


Figura 12. Mapa de Limite geográfica del distrito de San Martín de Porres

Siendo más exactos con respecto a la ubicación donde se desarrollará el presente proyecto, la empresa Ingeocontrol, se ubica en la Mz A Lote 24, urbanización Mayorazgo Naranjal 2da etapa – Distrito de San Martín de Porres; lugar donde se encuentran los equipos necesarios para llevar a cabo los ensayos en nuestras muestras de estudio.



Figura 13. Marcación de ubicación referencial del laboratorio de ensayo Ingeocontrol

Vías de acceso:

Para llegar al laboratorio de la empresa Ingeocontrol, es recomendable llegar por la avenida Canta Callao hasta el ovalo Naranjal, luego caminar por el jirón El Sol de Naranjal hasta llegar a la urbanización Mayorazgo de Naranjal.

Clima:

El clima habitual del distrito de San Martín de Porres es templado y húmedo, al igual que el clima de toda Lima Metropolitana.

Localidad para la compra de materiales:

Para la adquisición de los materiales requeridas para la preparación de las muestras, se decidió buscar distribuidores cercanos a la zona de la ubicación del proyecto (distribuidores ubicados en la avenida El Sol de Naranjal), para reducir costos de envío y tiempo.

Resultados de laboratorio:

Granulometría de los agregados.

Previamente para la realización del ensayo a flexión es necesario realizar trabajos previos como ensayos granulométricos a los agregados, determinando las propiedades físico/mecánicas de los materiales. A continuación, se resumen los resultados obtenidos en el laboratorio de materiales de la empresa Ingeocontrol.



Figura 14. Granulometría del agregado fino



Figura 15. Granulometría del agregado grueso

Tabla 6. Resumen de resultados de los análisis granulométricos de los agregados

TABLA RESUMEN ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
Tipo de agregado	# Mallas	% Acumulado Retenido	Cantera	Norma
AGREGADO FINO	4 - 100	2.68	Trapiche	ASTM C136
AGREGADO GRUESO	1/2" - 100	6.74		

Fuente: Elaboración propia

Contenido de humedad de los agregados.



Figura 16. Contenido de humedad del agregado fino

Tabla 7. Resumen del contenido de humedad evaporable de los agregados

TABLA RESUMEN CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS				
Tipo de agregado	C.H (Und)	Datos	Cantera	Norma
Agregado grueso	%	0.5	Trapiche	ASTM C566-19
Agregado fino	%	1.4		

Fuente: Elaboración propia

Peso unitario suelto y compactado de los agregados.



Figura 17. Peso unitario del agregado grueso suelto

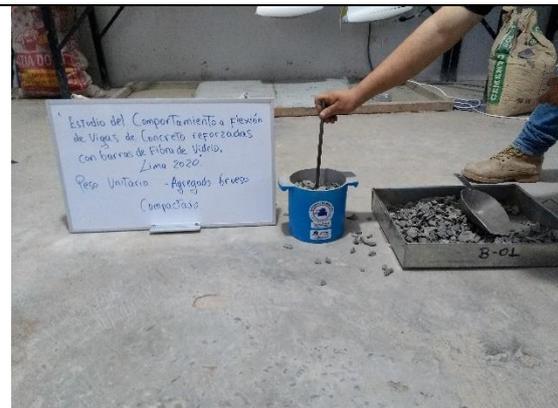


Figura 18. Peso unitario del agregado grueso compactado



Figura 19. Peso unitario del agregado fino compactado

Tabla 8. Resumen del peso unitario suelto y compactado de los agregados

TABLA RESUMEN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS

PESO UNITARIO SUELTO				
Tipo de agregado	C.H (Und)	Datos	Cantera	Norma
Agregado fino	kg/m ³	1619	Trapiche	ASTM C29 / C29 - 17a

PESO UNITARIO COMPACTADO				
Tipo de agregado	Unidad	Datos	Cantera	Norma
Agregado fino	kg/m ³	1784	Trapiche	ASTM C29 / C29 - 17a

PESO UNITARIO SUELTO				
Tipo de agregado	C.H (Und)	Datos	Cantera	Norma
Agregado grueso	kg/m ³	1468	Trapiche	ASTM C29 / C29 - 17a

PESO UNITARIO COMPACTADO				
Tipo de agregado	Unidad	Datos	Cantera	Norma
Agregado grueso	kg/m ³	1598	Trapiche	ASTM C29 / C29 - 17a

Fuente: Elaboración propia

Peso específico y absorción de los agregados.

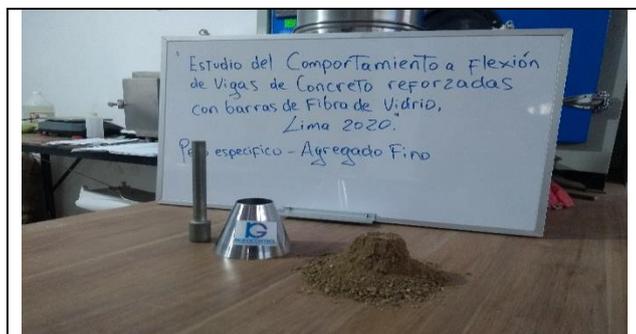


Figura 20. Peso específico del agregado fino

Tabla 9. Resumen del peso específico y absorción del agregado fino

TABLA RESUMEN DEL PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO				
TIPO DE AGREGADO	TIPO DE RESULTADO	Datos	Cantera	Norma
Agregado fino	Peso específico de masa	2.659	Trapiche	ASTM C128-15
	Peso específico de Sat. Sup. Seca (SSS)	2.701		
	Peso específico aparente	2.776		
	% absorción	1.6		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Resumen del peso específico y absorción del agregado grueso

TABLA RESUMEN DEL PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO				
TIPO DE AGREGADO	TIPO DE RESULTADO	Datos	Cantera	Norma
Agregado grueso	Peso específico de masa	2.851	Trapiche	ASTM C127-15
	Peso específico de Sat. Sup. Seca (SSS)	2.878		
	Peso específico aparente	2.93		
	% absorción	0.9		

Fuente: Elaboración propia

Diseño de mezcla requerido $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Para el ensayo a flexión, fue necesario realizar un diseño de mezcla, para poder proporcionar las dosificaciones necesarias para la obtención de un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, según ACI 211.1.



Figura 21. Determinación SLUMP del diseño de mezcla $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 11. Resumen de diseño de mezcla $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ requerido, según ACI 211.1

VOLUMEN DE MEZCLA	0.030 m ³	1 m ³
COMPONENTE	PESO HUMEDO	PESO HUMEDO
Cemento Sol Tipo I	12 kg	400 kg
Agua	7 L	226 L
Agregado grueso	27 kg	900 kg
Agregado fino	26 kg	851 kg
Slump obtenido	5 1/2 pulg	

Fuente: Elaboración propia

Ensayo a compresión de especímenes cilíndricos de concreto según ASTM C39/C39M-18.



Figura 22. Rotura a compresión de probetas cilíndricas

Tabla 12. Resumen de rotura de control de probetas cilíndricas $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, a 7 días

ETAPA DE ROTURA	N° de PROBETA	EDAD DEL CONCRETO ENSAYADO	CARGA DE ROTURA (Tn)	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA
PRIMERA	1	7 Días	13.286	9.87	76.51	173.65	83
	2	7 Días	15.134	9.99	78.38	193.08	92
	3	7 Días	14.079	10.00	78.54	179.26	85
					Promedio	182.00	87

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Resumen de rotura de control de probetas cilíndricas $F'c=210$ kg/cm², a 14 días

ETAPA DE ROTURA	N° de PROBETA	EDAD DEL CONCRETO ENSAYADO	CARGA DE ROTURA (Tn)	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA	
SEGUNDA	1	14 Días	16.586	9.98	78.23	212.03	101	
	2	14 Días	16.998	10.02	78.85	215.56	103	
	3	14 Días	18.0245	10	78.54	229.50	109	
						Promedio	219.03	104

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Resumen de rotura de control de probetas cilíndricas $F'c=210$ kg/cm², a 28 días

ETAPA DE ROTURA	N° de PROBETA	EDAD DEL CONCRETO ENSAYADO	CARGA DE ROTURA (Tn)	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA	
TERCERA	1	28 Días	25.523	9.98	78.23	326.27	155	
	2	28 Días	25.1347	9.97	78.07	321.95	153	
	3	28 Días	26.873	10.04	79.17	339.44	162	
						Promedio	329.22	157

Fuente: Elaboración propia

Objetivo específico 1: Determinación de las cargas desarrolladas durante el ensayo a flexión en las vigas de concreto reforzados.



Figura 23. Ensayo a flexión en vigas de concreto reforzados



Figura 24. Lectura de la carga última, durante ensayo a flexión

Tabla 15. Resumen de cargas soportados del ensayo a flexión

TIPO DE VIGA	CARGA MÁXIMA (Tn)
VIGA PATRÓN C.R. ACERO	6.99
VIGA C.R DE FIBRA DE VIDRIO	5.25

Fuente: Elaboración propia



Gráfico 1. Comparación de cargas máximas, obtenidos de ensayos a flexión

Fuente: Elaboración propia

Se muestra los resultados resumido en el gráfico 1, de las cargas soportadas por los dos modelos de vigas de presentados en esta investigación, resultados promedios de las vigas muestras de concreto reforzadas de acero patrón y las vigas muestras de concreto reforzadas de barras de fibra de vidrio. Identificando una variación del 25% en las cargas soportadas en las vigas de concreto reforzadas con barras de fibra de vidrio, con respecto a las cargas soportadas en las vigas de concreto reforzadas de acero patrón. Las cargas soportadas por las vigas de concreto reforzadas con varillas de acero son mayores, con una diferencia que no supera el 50% del mismo, pudiendo evaluar una variación mínima aceptable.

Objetivo específico 2: Evaluación de los momentos flexionantes.



Figura 25. Agrietamiento en vigas de concreto reforzado de acero patrón 1



Figura 26. Ensayo a flexión en de concreto reforzado de acero patrón 1, para la determinación de momentos

Gráfico, modelo matemático para determinación de los momentos, con respecto a las cargas actuantes.

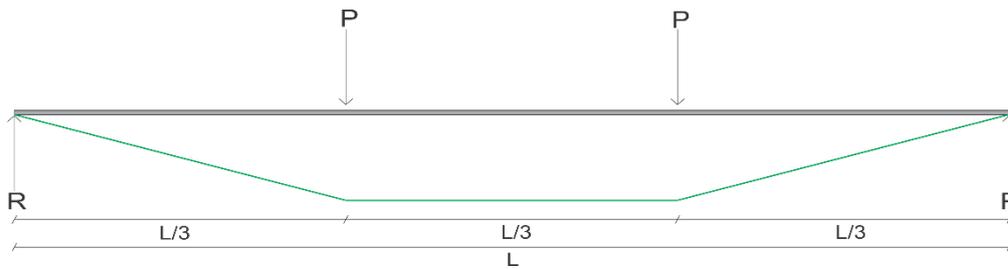


Figura 27. Modelo matemático para determinación de momentos

Para determinar los momentos, se partió de las cargas soportadas por las vigas previamente evaluadas, para luego a través de modelos matemáticos, poder calcular los momentos que resistirá la viga a la flexión, detallando a continuación la gráfica momentos vs. deflexión de las 4 muestras ensayadas, pudiendo evaluar un comportamiento en las vigas patrón un comportamiento de fluencia del acero antes de la falla; mientras que en las vigas de concreto reforzadas de barras de fibra de vidrio no se apreció la fluencia de las barras de fibra de vidrio.

Momentos en viga de concreto reforzado con varillas de acero patrón 1:

Tabla 16. Tabla momento - deflexión para viga patrón 1

MOMENTO (Tn-m)	DEFLEXIÓN (mm)	MOMENTO (Tn-m)	DEFLEXIÓN (mm)
0.30	1	1.30	18
0.38	2	1.32	19
0.45	3	1.32	20
0.53	4	1.34	21
0.62	5	1.35	22
0.69	6	1.37	23
0.79	7	1.36	24
0.86	8	1.38	25
0.94	9	1.39	26
1.02	10	1.38	27
1.09	11	1.39	28
1.15	12	1.40	29
1.19	13	1.41	30
1.22	14	1.42	31
1.23	15	1.40	32
1.25	16	1.43	33
1.22	17	1.38	34

Fuente: Elaboración propia

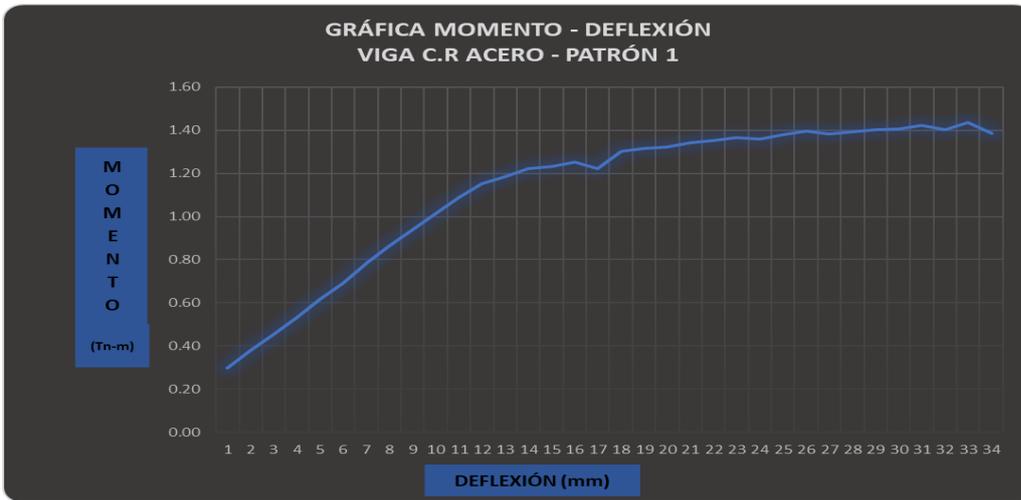


Gráfico 2. Grafica de momento - deflexión de viga de concreto reforzado con varillas de acero - patrón 1

Fuente: Elaboración propia

Comportamiento característico momento vs. deflexión en viga patrón 1 mostrado en el gráfico 2, determinado durante el ensayo a flexión, pudiendo determinar un comportamiento de fluencia del acero en etapas finales del ensayo.

Momentos en viga de concreto reforzado con varillas de acero patrón 2:

Tabla 17. Tabla momento - deflexión para viga patrón 2

MOMENTO (Tn-m)	DEFLEXIÓN (mm)	MOMENTO (Tn-m)	DEFLEXIÓN (mm)
0.16	1	1.29	16
0.28	2	1.29	17
0.42	3	1.30	18
0.52	4	1.31	19
0.62	5	1.30	20
0.73	6	1.34	21
0.82	7	1.36	22
0.92	8	1.36	23
1.02	9	1.36	24
1.12	10	1.38	25
1.19	11	1.40	26
1.22	12	1.39	27
1.24	13	1.40	28
1.25	14	1.41	29
1.26	15		

Fuente: Elaboración propia

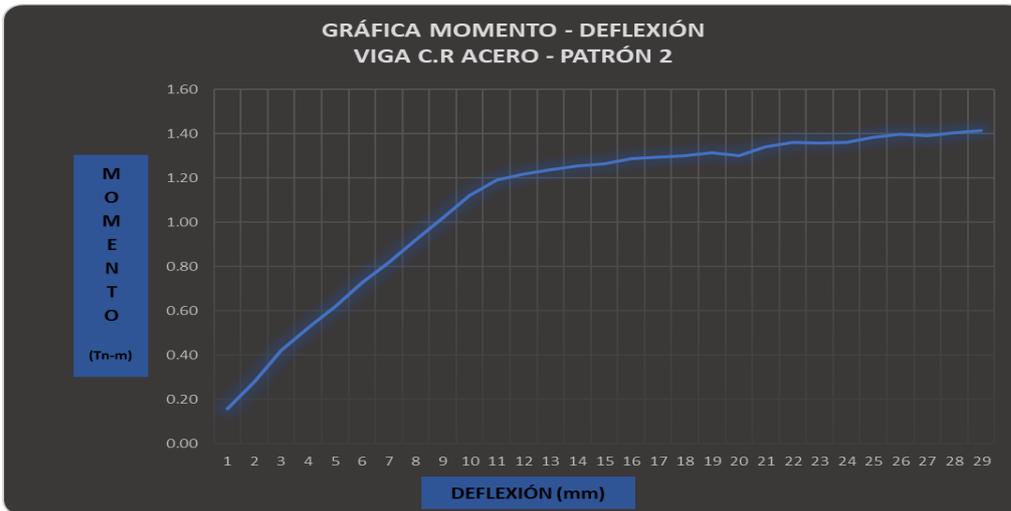


Gráfico 3. Grafica de momento - deflexión de viga de concreto reforzado con varillas de acero - patrón 2

Fuente: Elaboración propia

Comportamiento característico momento vs. deflexión en viga patrón 2 mostrado en el gráfico 3, determinado durante el ensayo a flexión, pudiendo determinar un comportamiento de fluencia del acero en etapas finales del ensayo.

Momentos en viga de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio 1:

Tabla 18. Tabla momento - deflexión para viga de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio 1

MOMENTO (Tn-m)	DEFLEXIÓN (mm)	MOMENTO (Tn-m)	DEFLEXIÓN (mm)
0.13	1	0.71	12
0.23	2	0.77	13
0.25	3	0.81	14
0.29	4	0.85	15
0.35	5	0.91	16
0.40	6	0.95	17
0.43	7	0.98	18
0.48	8	0.97	19
0.52	9	1.03	20
0.58	10	1.05	21
0.64	11	1.01	22

Fuente: Elaboración propia

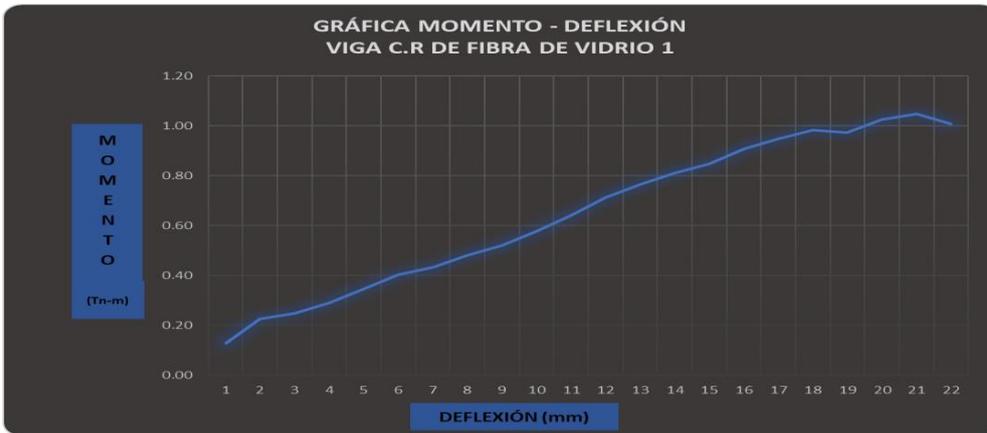


Gráfico 4. Gráfico de momento - deflexión de vigas de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio 1

Fuente: Elaboración propia

Comportamiento característico momento vs. deflexión en viga de concreto reforzado con barra de fibra de vidrio 1 mostrado en el gráfico 4, determinado durante el ensayo a flexión, pudiendo determinar un comportamiento de no fluencia de las barras de fibra de vidrio, durante la etapa inicial y final del ensayo.

Momentos en viga de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio 2:

Tabla 19. Tabla momento - deflexión para viga de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio 2

MOMENTO (Tn-m)	DEFLEXIÓN (mm)	MOMENTO (Tn-m)	DEFLEXIÓN (mm)
0.15	1	0.80	14
0.23	2	0.84	15
0.27	3	0.88	16
0.33	4	0.94	17
0.35	5	0.96	18
0.41	6	1.00	19
0.46	7	1.04	20
0.51	8	1.05	21
0.56	9	1.06	22
0.60	10	1.12	23
0.65	11	1.10	24
0.70	12	1.09	25
0.75	13		

Fuente: Elaboración propia

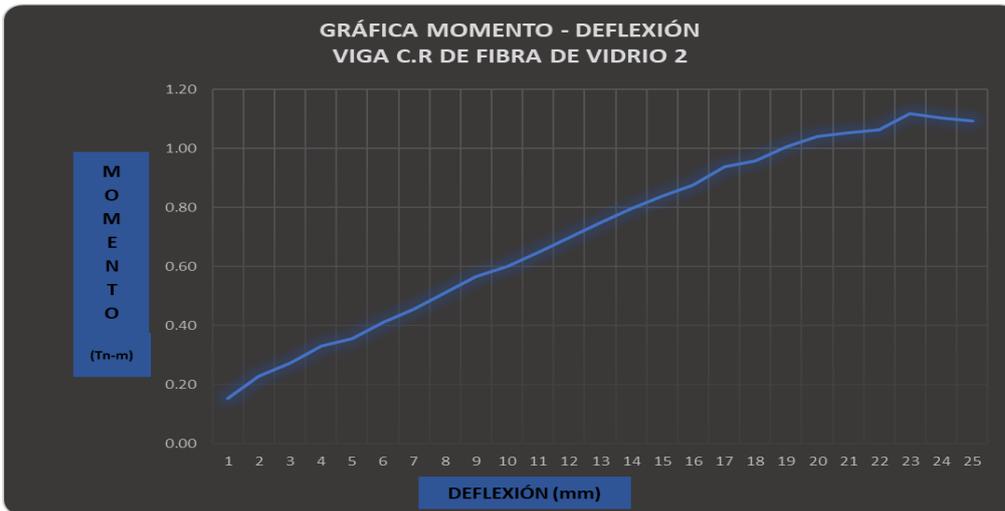


Gráfico 5. Gráfico de momento - deflexión de vigas de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio 2

Fuente: Elaboración propia

Comportamiento característico momento vs. deflexión en viga de concreto reforzado con barra de fibra de vidrio 2 mostrado en el gráfico 5, determinado durante el ensayo a flexión, pudiendo determinar un comportamiento de no fluencia de las barras de fibra de vidrio, durante la etapa inicial y final del ensayo.

Resumen de momentos máximos desarrollados:

Tabla 20. Resumen de momentos máximos soportados durante el ensayo a flexión

TIPO DE VIGA	MOMENTO MÁXIMO (Tn-m)
VIGA PATRÓN C.R. ACERO	1.40
VIGA C.R DE FIBRA DE VIDRIO	1.05

Fuente: Elaboración propia



Gráfico 6. Comparación de momentos resistente de viga de concreto reforzado con varillas de acero vs. viga de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio

Fuente: Elaboración propia

Los momentos resistentes soportados por los 4 tipos de muestras de nuestra investigación, se resumen en el grafico 6; pudiendo evaluar una variación del 25% en los momentos desarrollados en las vigas de concreto reforzadas con barras de fibra de vidrio, con respecto a las vigas de concreto reforzadas de acero patrón. Los momentos muestran un incremento a través de una relación directa de las cargas aplicadas y el tipo de refuerzo interno.

Objetivo específico 3: Evaluación de las deformaciones generadas durante el ensayo a flexión en las vigas de concreto reforzados.



Figura 28. Caracterización de fallas en las fibras a tensión de la viga



Figura 29. Deformímetro, utilizado para la medición de deflexiones en ensayo a flexión

Tabla 21. Resumen de las deflexiones máximas desarrolladas en las vigas durante el ensayo a flexión

TIPO DE VIGA	DEFLEXIÓN MÁXIMA (mm)
VIGA PATRÓN C.R. ACERO	32
VIGA C.R DE FIBRA DE VIDRIO	24

Fuente: Elaboración propia



Gráfico 7. Comparación de deflexiones desarrolladas en vigas de concreto reforzadas con varillas de acero vs. vigas de concreto reforzadas con barras de fibra de vidrio

Fuente: Elaboración propia

Las deformaciones se evaluaron con respecto a las deflexiones que se desarrollaron en las vigas ensayadas a flexión aplicando cargas variables. Las deflexiones fueron medidas a través de un deformímetro adherido al equipo de carga, que, a través de lecturas variables de deformación de cada 1 mm, se procedió a registrar los datos, que se resumen a continuación. Se puede evaluar a través del gráfico 7, una pequeña reducción de 8 mm en las deflexiones desarrolladas en las vigas de concreto reforzadas de barras de fibra de vidrio, con respecto a las desarrolladas en las vigas de concreto reforzadas con acero patrón.

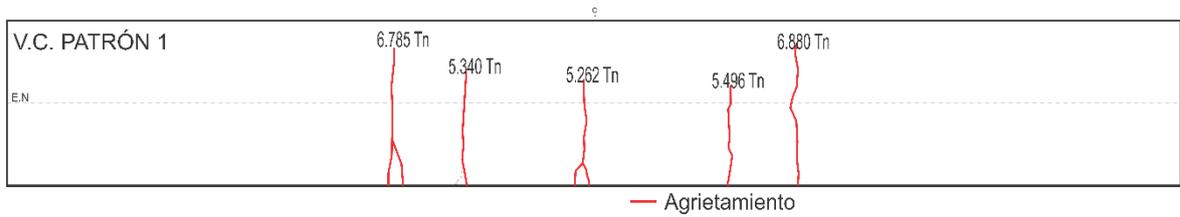


Figura 30. Caracterización del agrietamiento de la sección de viga de concreto reforzado con varillas de acero patrón 1

Con respecto al tipo de falla, se puede apreciar en la figura 30, fallas por flexión en las fibras inferiores de la viga de concreto reforzado con varillas de acero patrón 1, debido a la flexión desarrollada.

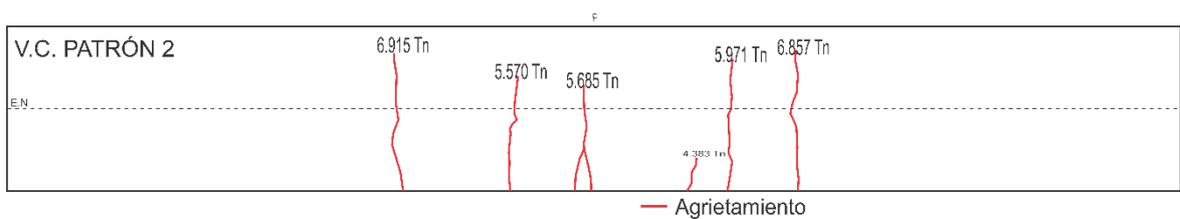


Figura 31. Caracterización del agrietamiento de la sección de vigas de concreto reforzado con varillas de acero patrón 2

El tipo de falla evaluada en la figura 31, también tiende a producirse en las zonas de flexión de la viga, predominando la fluencia del acero, hasta la falla final antes del colapso total del concreto.

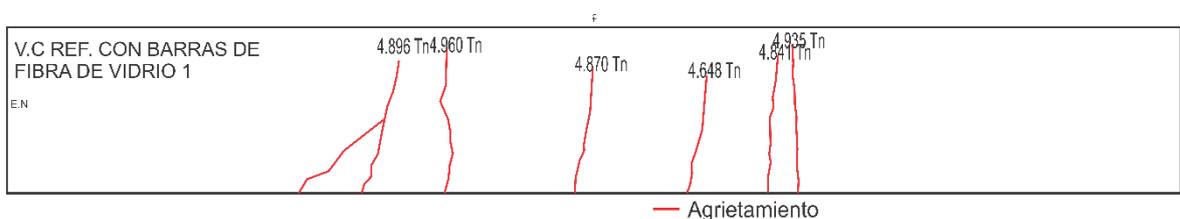


Figura 32. Caracterización del agrietamiento de la sección de vigas de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio 1

El tipo de falla evaluada en la figura 32, se puede apreciar falla en la fibra inferior de flexión de la viga, sin llegar a la fluencia de las barras de fibra de vidrio, alcanzado deflexiones puras del concreto sin considerar mucho aporte de deflexiones generadas por el refuerzo de fibra de vidrio.

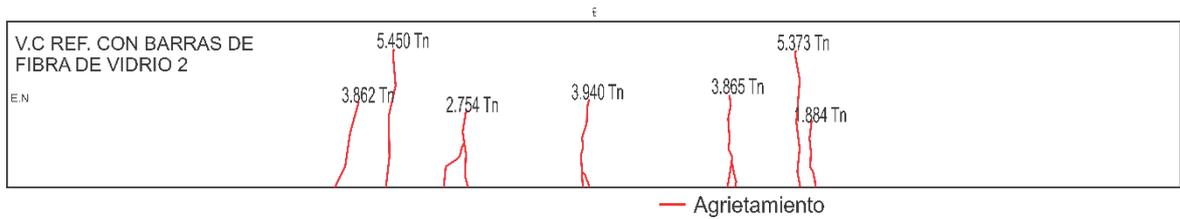


Figura 33. Caracterización del agrietamiento de la sección de vigas de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio 2

El tipo de falla evaluada en la figura 33, también se puede apreciar falla en la fibra inferior de flexión de la viga, sin llegar a la fluencia de las barras de fibra de vidrio, alcanzando deflexiones puras del concreto sin considerar el aporte de deflexiones generadas por el refuerzo de fibra de vidrio, también pudiendo evaluar en la carga final una falla última de corte de 45° en el apoyo derecho, debido al exceso de carga aplicada al concreto, debido al efecto de flexión y corte soportado por la viga.

El tipo de falla producida por las vigas patrón ante el incremento de cargas, tuvieron tendencia a las fallas por flexión en la fibra inferior de la viga, con presencia de grietas por tensión y fluencia del acero antes de alcanzar la falla del concreto. Para el tipo de falla en las vigas de concreto reforzados con barras de fibra de vidrio, se produjeron inicialmente en las fibras de flexión de la viga, pero ante el incremento de carga las deflexiones fueron mínimas, produciendo luego una falla del concreto por aplastamiento, y al no alcanzar la fluencia de las barras de fibra de vidrio, se produjeron la falla en los apoyos, produciendo la falla final en la aplicación de la última carga una falla de corte a 45° , efecto de la combinación de la flexión y el corte en la viga.



Gráfico 8. Gráfico ancho de grietas de ensayo a flexión en vigas de concreto reforzado con varillas de acero patrón vs. vigas de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio

Con respecto a los anchos de grietas registrados durante el ensayo a flexión se aprecia en el gráfico 8, pudiendo determinar una reducción en los anchos de grietas desarrollados de un 12% de las vigas de concreto reforzado con varillas de acero patrón, con respecto a los desarrollados en las vigas de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio. El ancho de grietas demostrado en el gráfico 8, son respecto a los registros máximos promedios por cada tipo de viga.

V. DISCUSIÓN

En cuanto a las **cargas**, se determinaron a través de ensayos a flexión en vigas de concreto según NTP 339.078-2012 método utilizado por el autor Peña (2018), y ASTM C78, método de ensayo a flexión utilizado para la presente investigación. Se puede evaluar del siguiente grafico el tipo de carga ultima que soportan los distintos tipos de vigas con refuerzo interno y externo. Los resultados demuestran que las fibras como refuerzo generan un aporte considerable a la resistencia de soportar cargas con respecto a las vigas que no cuentan con algún refuerzo. Los resultados obtenidos por el autor Peña (2018) reafirma el aporte que otorga las fibras en elementos de concreto sometidos a flexión, concordando con los resultados obtenidos en los ensayos a flexión de nuestras muestras de estudio.



Gráfico 9. Gráfico de cargas soportadas en vigas sin refuerzo, con refuerzo externo de fibra de carbono, con refuerzo interno de acero y refuerzo interno de barras de fibra de vidrio

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a los **momentos** flexionantes desarrollados en los ensayos de flexión en las vigas estudiadas, se evalúa los resultados de nuestra investigación con respecto a los resultados obtenidos por los autores Hidalgo, Sánchez, Zepeda y Moreno (2018), notando una diferencia mínima del 20% entre los momentos obtenidos entre las vigas reforzadas con barras de fibra de vidrio, y una variación de 25% y 40% con respecto a los momentos obtenidos en las vigas de concreto reforzadas con varillas de acero. Los momentos obtenidos con respecto a los refuerzos de acero y barras de fibra de vidrio no superan el 50% de diferencia, denotando un desarrollo conservador de los momentos flexionantes, ante la aplicación de cargas.

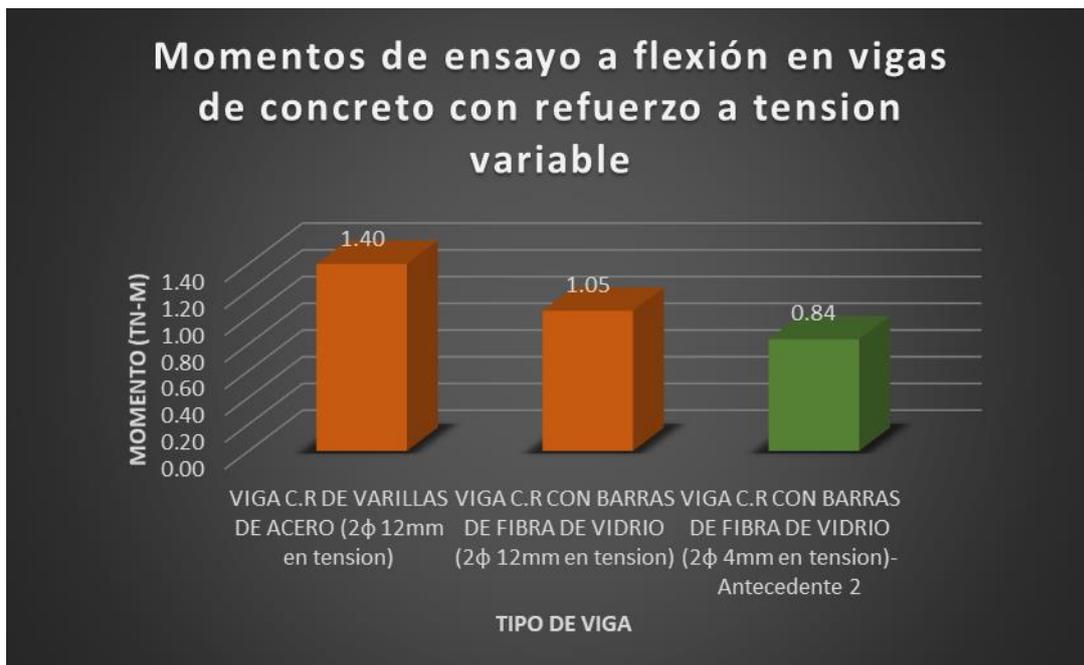


Gráfico 10. Grafica de momentos de ensayo a flexión en vigas de concreto con refuerzo a tensión variable

Fuente: Elaboración propia

Para las **deformaciones**, se evaluará en cuanto a las deflexiones que se desarrollaron ante la aplicación de los momentos flexionantes durante el ensayo a flexión en las muestras de vigas de concreto reforzadas con barras de fibra de vidrio y varillas de acero. Los resultados obtenidos por el autor Martos (2018) en cuanto a la deflexión última obtenida en sus ensayos a flexión, se puede evaluar un valor de 10.5 mm con un tipo de comportamiento de falla predominante por el refuerzo a

tensión del acero, al poner en comparación con los resultados obtenidos en nuestros ensayos a flexión, se puede afirmar la deflexión última obtenida de 32 mm con un tipo de comportamiento de falla predominante por el refuerzo a tensión del acero. Los resultados de las deflexiones desarrolladas en las vigas de concreto reforzadas con varillas de acero son mayores con respecto a las deflexiones de desarrolladas en las vigas de concreto reforzadas con barras de fibra de vidrio, por las propiedades de fluencia misma del acero; siendo la fluencia una propiedad que carece las barras de fibra de vidrio, las cuales impide que se generen las deflexiones de una manera excesiva ante la aplicación cargas.



Gráfico 11. Gráfico de deflexiones obtenidas durante ensayo a flexión en vigas de concreto con refuerzo a tensión variable

Fuente: Elaboración propia

VI. CONCLUSIONES

1) Como conclusión general **se desarrolló un óptimo comportamiento a la flexión en las vigas de concreto reforzadas con barras de fibra de vidrio**, ya que durante la evaluación de los resultados de los ensayos a flexión en las muestras de vigas de concreto reforzadas con barras de fibra de vidrio fueron muy conservadoras con respecto a los resultados obtenidos en los ensayos a flexión en las muestras de vigas de concreto reforzadas con varillas de acero con diferencias en cuanto a cargas y momentos que no superan el 50%.

2) En cuanto a las cargas soportadas por las muestras de estudio durante el ensayo a flexión, se niega el **incremento de las cargas en las vigas de concreto reforzadas con barras de fibra de vidrio**; ya que, durante los resultados obtenidos, las cargas desarrolladas durante el ensayo a flexión en las vigas de concreto reforzadas con barras de fibra de vidrio tuvo una disminución del 25% con respecto a las cargas soportadas por las vigas de concreto reforzadas con varillas de acero. Esta variación está muy influenciada con respecto a las propiedades del refuerzo, ya que, al permitir el desarrollo de la fluencia del acero, esto permite ganar cierto incremento en las cargas hasta la capacidad última de fluencia del acero y dar inicio a la falla del concreto.

3) En cuanto a los momentos, se desarrolló una **disminución de los momentos flexionantes generados en las vigas de concreto reforzadas con barras de fibra de vidrio**, obteniendo una disminución de momentos en las vigas de concreto reforzadas con barras de fibra de vidrio en los ensayos a flexión, del 25% con respecto a las vigas de concreto reforzadas con varillas de acero, siendo un efecto que es directamente proporcional a la cantidad de carga soportada.

4) Para las deformaciones, se observó una **reducción de deformaciones en las vigas de concreto reforzadas con barras de fibra**; permitiendo evaluar a través de los resultados de los ensayos en flexión, las deflexiones últimas soportadas por las muestras de vigas, permiten identificar una variación de 8 mm de deflexión desarrollados en las vigas de concreto reforzadas con barras de fibra de vidrio, con respecto a las deflexiones desarrolladas en las vigas de concreto reforzadas con

varillas de acero. Esto se debe a la carencia de la propiedad de fluencia de las barras de fibra de vidrio, siendo dicha propiedad la que no permite desarrollar deflexiones excesivas.

El tipo de falla que se generan en las vigas de concreto reforzadas con varillas de acero predominan inicialmente la fluencia a tensión hasta la capacidad máxima de fluencia del acero, para luego dar paso a la falla del concreto. En cuanto a las barras de fibra de vidrio no se generan el tipo de falla de fluencia de los elementos de refuerzo durante la aplicación de las cargas, ya que es una propiedad que carecen las barras de fibra de vidrio, permitiendo generar fallas iniciales del concreto antes que de los refuerzos de las barras de fibra.

Los anchos de grietas máximos promedios registrados, se pudo evaluar una diferencia entre las vigas de concreto reforzado con varillas de acero de 12% con respecto a los anchos de grietas desarrollados durante el ensayo a flexión en las vigas de concreto reforzados con barras de fibra de vidrio.

VII. RECOMENDACIONES

1) Como recomendación general, se recomienda un estudio más profundo y minucioso con respecto a las barras de fibra de vidrio, el cuanto es el aporte real con elementos estructurales reales, para así poder tener una seguridad de la confiabilidad del comportamiento de las barras de fibra de vidrio en los elementos estructurales.

2) Con respecto a las cargas, es recomendable poner mucha atención al momento de la selección de los refuerzos de barras de fibra de vidrio, ya que dependerá mucho a la capacidad ultima de tensión de las barras de fibra de vidrio para el soporte de las cargas, siendo muy rara vez que las barras de fibra de vidrio desarrollen su capacidad ultima de tensión durante la aplicación de cargas, permitiendo dicho fenómeno la falla inicial en el concreto, produciendo la falla repentina del concreto antes que las barras de fibra de vidrio.

3) En cuanto a los momentos, este ligado directamente a la carga ultima que soportará cualquier elemento estructural, para ello es recomendable tener en cuenta los aspectos de capacidad última que tiene que soportar el elemento estructural durante el diseño previo, y la selección del refuerzo de barras de fibra de vidrio necesario para contrarrestar los momentos flexionantes producidos de manera óptima.

4) La utilización de las fibras de vidrio, muy aparte de la capacidad de resistencia que cuenta, y el aporte en cuanto a la reducción de deflexiones en los elementos sometidos a flexión; es recomendable también para uso como refuerzo estructural alternativo donde la utilización del acero como refuerzo interno de un elemento estructural es muy limitado por presencia de sales y cloruros en el ambiente, que afectan directamente al acero.

REFERENCIAS

ARIAS, Fideas G. 2006. El proyecto de investigación. Caracas : Episteme, 2006.

ASLAN FRP. 2020. Fiberglas rebar FRP. Ohio : Owens Coning, 2020.

BESEDNJAK DIETRICH, Alejandro. 2005. Materiales compuestos. Barcelona : Universitat Politècnica de Catalunya, 2005.

BLANCO BLASCO, Antonio. 2011. Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado. Lima : Capitulo de Ingeniería Civil, 2011.

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

FEDERACIÓN INTERNACIONAL DE BÉTON. 2007. Refuerzo de FRP en estructuras RC. Lausana : FIB, 2007.

GÓMEZ, Marcelo M. 2006. Introducción a la metodología de la investigación científica. [ed.] Brujas. Córdoba : s.n., 2006.

HARMSSEN, Teodoro. 2002. Diseño de estructuras de concreto armado. Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2002.

MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. 2018. Reglamento nacional de edificaciones. Lima : Megabyte, 2018.

MOHAMMAD NAGHI, Namakforoosh. 2005. Metodología de la investigación. Mexico : Limusa, 2005.

PARRALES CANTOS, Glider Nunilo, y otros. 2018. Conservación y edificación. Alicante : Área de Innovación y Desarrollo, 2018.

PÉREZ, Marco Antonio. 2014. Aplicaciones avanzadas de los materiales compuestos en la obra civil y la edificación. Barcelona : Universitat Politècnica de Catalunya, 2014.

SALKIND, Neil J. 1999. Métodos de investigación. México : Prentice Hall, 1999.

SAN BARTOLOMÉ, Ángel. 1998. Análisis de edificios. Lima : Pontificie Universidad Católica del Perú, 1998.

ZAPATA, Oscar A. 2005. Herramientas para elaborar tesis e investigación socioeducativa. México : Pax México, 2005.

HINOSTROZA Johan. 2018. Estudio del comportamiento estructural de vigas de concreto reforzadas con varillas de basalto. Tesis (Maestro en Ingeniería civil). Perú: Pontifica Universidad Católica del Perú.

PEÑA Wagner. 2017. Reforzamiento de Vigas de Concreto Armado con Láminas de Fibra de Carbono en Viviendas del Proyecto Multifamiliar Mi Vivienda, Pariacoto, Breña – Lima 2017. Tesis (Título de Ingeniero civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo.

MARTOS Cluber. 2018. Efecto de la ubicación del puente de adherencia en la resistencia a flexión de vigas simplemente armadas vaciadas en dos etapas. Tesis (Título de Ingeniero civil). Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.

VILA Euclides. 2019. Análisis comparativo del comportamiento estructural en flexión, entre vigas reforzadas con varillas de vidrio frente a las reforzadas con acero. Tesis (Título de Ingeniero civil). Perú: Universidad Nacional Federico Villarreal.

SUÁREZ Jorge. 2018. Rehabilitación a flexión de vigas de concreto reforzado afectadas por corrosión. Tesis (Maestro en Ingeniería civil). Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

GUTIÉRREZ Sergio. 2019. Evaluación del comportamiento bajo cargas cíclicas de conexiones viga-columna de concreto reforzado con reforzamiento anclado con adhesivos. Tesis (Maestro en Ingeniería civil). Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

LOGREIRA & RAMÍREZ. 2012. Evaluación del comportamiento de vigas en voladizo de concreto reforzado con fibras metálicas ante cargas dinámicas. Tesis (Título de Ingeniero civil). Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.

HIDALGO, SÁNCHEZ, ZEPEDA & MORENO. 2018. Evaluación del comportamiento a flexión y de los criterios de diseño de vigas de concreto sub reforzadas con barras de polímeros reforzados con fibra de vidrio. México: Universidad Autónoma de Puebla.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. 2014. Requisitos de reglamento para concreto estructural. USA: Editorial Farmington Hills.

RIVVA Enrique. 2014. Diseño de mezclas. Perú: ICG.

COMISIÓN DE NORMALIZACIÓN Y DE FISCALIZACIÓN DE BARRERAS COMERCIALES NO ARANCELARIAS. 2013. NTP 339.183. Concreto. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio. Perú: Indecopi.

COMISIÓN DE NORMALIZACIÓN Y DE FISCALIZACIÓN DE BARRERAS COMERCIALES NO ARANCELARIAS. 2012. NTP 339.079. Concreto. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo. Perú: Indecopi.

COMISIÓN DE NORMALIZACIÓN Y DE FISCALIZACIÓN DE BARRERAS COMERCIALES NO ARANCELARIAS. 2012. NTP 339.078. Concreto. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente

apoyadas con cargas a los tercios del tramo. Perú: Indecopi.

COMISIÓN DE NORMALIZACIÓN Y DE FISCALIZACIÓN DE BARRERAS COMERCIALES NO ARANCELARIAS. 2013. NTP 400.012. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Perú: Indecopi.

SOCIEDAD AMERICANA DE ENSAYO DE MATERIALES. 2008. C 78 Método de ensayo estándar para resistencia a la flexión del concreto usando una viga simple con carga al centro del claro. USA: ASTM.

SHAHAD & SAAD. 2018. Reemplazo de armaduras de acero por armaduras de GFRP en las estructuras de concreto. Iraq: Universidad de Tecnología.

MOHAMED El Zareef. 2018. Efecto de las varillas de fibra de vidrio sobre el comportamiento dúctil de vigas de hormigón armado. Egipto: Universidad de Mansoura.

SAYED Soleimani. 2019. Estudio analítico de vigas de hormigón armado probadas bajo cargas cuasi estáticas y de impacto. Kuwait: Colegio Australiano de Kuwait.

WEBB Sebastian. 2015. Shear strength of beams with loads close to supports. Tesis (Máster en Ingeniería civil). España: Universidad Politécnica de Catalunya.

JOHANSSON & FREDBERG. 2015. Structural behaviour of prestressed concrete beams during impact loading. Tesis (Máster en Ingeniería civil). Suecia: Universidad de Tecnología Chalmers.

MOHAMED Diab. 2014. Shear capacity of reinforced concrete beams at elevated temperatures. Tesis (Máster en Ingeniería civil). Canada: Universidad de Ontario Occidental.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Dependiente: Comportamiento a flexión de vigas de concreto reforzados	Según (Blanco, 2011) precisa que la flexión en todo elemento estructural se presenta cuando este elemento se encuentra sometido a cargas perpendiculares a su plano, estas cargas son externas y transversales, generando esfuerzos de flexión y fuerzas cortante a lo largo de su eje longitudinal (p. 45).	La variable comportamiento a flexión de vigas de concreto reforzado se analizará en función de sus dimensiones, cargas, momentos flexionantes y deformaciones.	D1. Cargas	11. Cargas variables	ASTM C78 - Hoja de cálculo	Razón/ Valor
				12. Carga última de ruptura		
			D2. Momentos flexionantes	11. Momentos últimos		
				11. Deflexiones		
			D3. Deformaciones	12. Ancho de grietas		
				13. Tipo de falla		
Variable Independiente: Barras de fibra de vidrio	Según (Aslan FRP, 2011) Los polímeros reforzados con fibra (FRP) son un refuerzo alternativo probado y exitoso que dará a las estructuras una vida útil más larga (p. 2).	La variable barras de fibra de vidrio se analizará en función de su dimensión, característica y propiedad de la barra de fibra de vidrio.	D1. Características y propiedad de la barra de fibra de vidrio	11. Diámetro de la barra	Ficha técnica del material	
				12. Área de la barra		
				13. Módulo de elasticidad		
				14. Resistencia a la tracción		

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 1: Matriz de consistencia

ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO A FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO REFORZADAS CON BARRAS DE FIBRA DE VIDRIO, LIMA 2020.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	Variable Dependiente: Comportamiento a flexión de vigas de concreto reforzados	Cargas	Cargas variables Cargas últimas de ruptura	Metodo: (Científico) Según (Arial, 2006, pág. 19), sostiene que el método científico está formado por procedimientos y es desde allí el inicio donde se comienzan a plantear los problemas y se ponen en evaluación las hipótesis y herramientas de trabajo investigativo. Tipo de investigación: (Aplicada) Según (Mohammad, 2005, pág. 44), la investigación aplicada sirve en la toma de decisiones y para ejecutar acciones, además te permite establecer estrategias y políticas. El vigor en solucionar problemas y un mayor énfasis en la toma de decisiones a largo plazo es una particularidad de la investigación aplicada. Nivel: (Descriptivo explicativo) Según (Toro & Parra, 2006, pág. 137), describir es medir partiendo desde el enfoque de las Ciencias Naturales, esto quiere decir que en un estudio descriptivo se selecciona un grupo de cuestiones y se mide independientemente uno por uno para así detallar lo que se investiga. Los estudios descriptivos consiguen brindar la posibilidad de predicciones, aunque sean rudimentarias.
• ¿Cómo se comportará a flexión las vigas de concreto reforzadas con barras de fibra de vidrio, Lima 2019?	• Determinar el comportamiento a flexión de vigas de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio, Lima 2019.	• Se desarrollará un óptimo comportamiento a flexión en las vigas de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio, Lima 2019.		Momentos flexionantes	Momentos últimos	
				Deformaciones	Deflexiones Ancho de grietas Tipo de falla	
					Diámetro de la barra	
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	Variable independiente: Barras de fibra de vidrio	Características y propiedades de las barras de fibra de vidrio	Área de la barra	
• ¿Cómo se desarrollará las cargas en vigas de concreto reforzados con barras de fibra de vidrio, Lima 2019?	• Determinar las cargas que se desarrollan en vigas de concreto reforzados con barras de fibra de vidrio, Lima 2019.	• Se desarrollará un incremento de las cargas en las vigas de concreto reforzadas con barras de fibra de vidrio, Lima 2019.			Módulo de elasticidad	
• ¿Cómo se desarrollarán los momentos flexionantes en las vigas de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio, Lima 2019?	• Evaluar los momentos flexionantes en las vigas de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio, Lima 2019.	• Se incrementará los momentos flexionantes generados en las vigas de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio, Lima 2019.			Resistencia a la tracción	
• ¿Cómo se generarán las deformaciones en las vigas de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio, Lima 2019?	• Evaluar las deformaciones que se generan en vigas de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio, Lima 2019.	• Se desarrollará una reducción de deformaciones en vigas de concreto reforzadas con barras de fibra de vidrio, Lima 2019.				

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Validez y confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS							
PROYECTO: "Estudio del comportamiento a flexión de vigas de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio, Lima 2019."							
AUTOR: Murayari Ramirez, George Alex							
I.-	INFORMACION GENERAL:						
	UBICACIÓN:						
	DISTRITO:	LIMA	ALTITUD:				
	PROVINCIA:	LIMA	LATITUD:				
	REGION:	LIMA	LONGITUD:				
II.-	CARGAS						
	CARGAS VARIABLES	CARGA ÚLTIMA DE RUPTURA					
III.-	MOMENTOS FLEXIONANTES						
	MOMENTOS ÚLTIMOS						
IV.-	DEFORMACIONES						
	DEFLEXIONES	ANCHO DE GRIETAS		TIPO DE FALLA			
V.-	CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES DE LAS BARRAS DE FIBRA DE VIDRIO						
	DIAMETRO DE LA BARRA	AREA DE LA BARRA		MODULO DE ELASTICIDAD	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN		
APELLIDOS Y NOMBRES:		Villón Prieto, Claudia Rosalía					
PROFESION:		Ingeniera Civil					
REGISTRO CIP N°:		169780					
EMAIL:							
TELEFONO							


 Claudia Rosalía Villón Prieto
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 169780

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

PROYECTO: "Estudio del comportamiento a flexión de vigas de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio, Lima 2019."

AUTOR: Murayari Ramirez, George Alex

I.-	INFORMACION GENERAL:			
	UBICACIÓN:			
	DISTRITO:	LIMA	ALTITUD:	
	PROVINCIA:	LIMA	LATITUD:	
	REGION:	LIMA	LONGITUD:	
II.-	CARGAS			
	CARGAS VARIABLES	CARGA ÚLTIMA DE RUPTURA		
III.-	MOMENTOS FLEXIONANTES			
	MOMENTOS ÚLTIMOS			
IV.-	DEFORMACIONES			
	DEFLEXIONES	ANCHO DE GRIETAS	TIPO DE FALLA	
V.-	CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES DE LAS BARRAS DE FIBRA DE VIDRIO			
	DIAMETRO DE LA BARRA	AREA DE LA BARRA	MODULO DE ELASTICIDAD	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN
APELLIDOS Y NOMBRES:		Rodriguez Solis, Carmen Beatriz		
PROFESION:		Ingeniera Civil		
REGISTRO CIP N°:		50202		
EMAIL:				
TELEFONO				

Rodriguez S
 CARMEN BEATRIZ
 RODRIGUEZ SOLIS
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 50202

Anexo 5: Hojas de cálculo

Diseño de armaduras de vigas de concreto

Para el diseño nos pusimos en el criterio del refuerzo más desfavorable, adoptando metodologías de diseño de concreto reforzado en acero, ya que si se adoptara algún método de diseño de concreto reforzado de polímero reforzado de fibras, para la luz adoptada en nuestra investigación, obtendríamos un refuerzo con dimensiones mínimas comerciales; realizando la equivalencia entre la viga patrón de concreto reforzado de barras de acero y la viga en estudio de concreto reforzado de barras de fibra de vidrio, las vigas patrón tendría un comportamiento a flexión no deseado, ya que el acero adoptando el refuerzo mínimo, obtendríamos resultados mínimos no deseados durante el ensayo a flexión.

Anexo 5.1: Predimensionamiento de vigas

Se considera la longitud de viga de 1.5 m, de las cuales serán soportados por apoyos ubicados a 10 cm de cada extremo de la viga.

Luz total de viga:

$$L_{\text{totalviga}} = 1.50 \text{ m}$$

$$L_{n_{\text{totalviga}}} = 150 \text{ cm}$$

Luz entre apoyos:

$$L_{\text{apoyos}} = 1.30 \text{ m}$$

Según Blanco. A (2011), usamos la siguiente expresión:

$$h = \frac{130}{10} = 13 \text{ cm}$$

$$h = \frac{130}{12} = 10.83 \text{ cm}$$

Según la tabla recomendada por del Reglamento Nacional de Edificaciones: Para vigas o losas nervadas en una dirección.

$$h = \frac{130}{16} = 8.125 \text{ cm}$$

Según Morales, asumiendo la sección de viga inicial: $b=0.17$ cm y $h=0.17$ cm, se realiza el metrado de cargas.

Peso unitario del concreto: $\gamma_c = 2400$ kg/cm³

Peso propio de viga: $P_{p_{viga}} = 2400 * 1.5 * 0.17 * 0.17 = 104.04$ kg

Área de aplicación de carga: $\text{Área}_{AC} = 150 * 17 = 2550$ cm²

Carga muerta: $W_u = \frac{104.04}{2550} = 0.0408$ kg/cm²

Usando la siguiente ecuación tenemos:

$$h = \frac{150}{4 \sqrt{0.0408}} = 7.57 \text{ cm}$$

Conclusión final del predimensionamiento: Se define una sección de viga de $b= 17$ cm y $h= 17$ c; con Luz= 150 cm y recubrimiento= 3 cm.

Anexo 5.2: Diseño por flexión

Carga puntual de diseño: $P = 3$ Tn

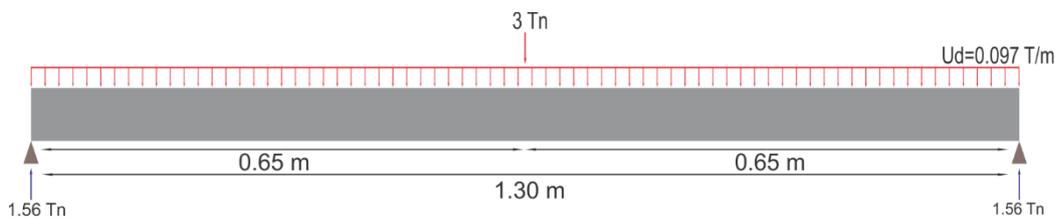
Carga distribuida del peso de viga:

$$CM = \frac{2400 \times 0.17 \times 0.17}{1000} = 0.069 \text{ Tn/m}$$

$$U_D = 1.4 \times 0.069 = 0.097 \text{ Tn/m}$$

Peralte efectivo: $d = 14$ cm

Diagrama de momento flector y fuerza cortante:



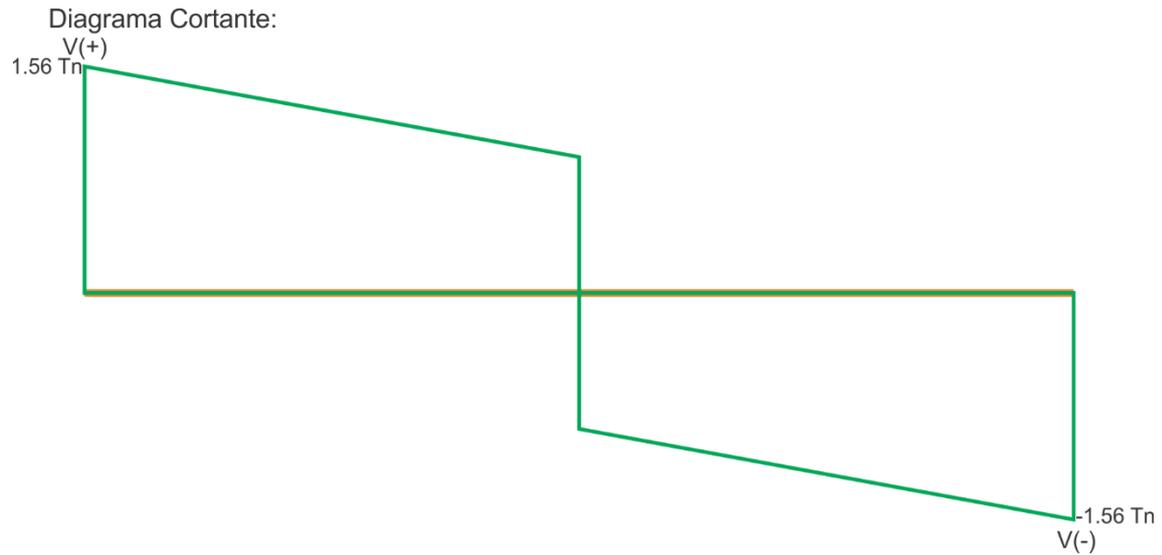
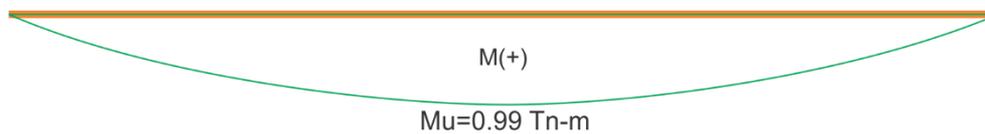


Diagrama Momento:



Calculamos “**w**” de la siguiente expresión:

$$Mu = (f'c \cdot b \cdot w \cdot d^2 - 0.59 \cdot f'c \cdot b \cdot w^2 \cdot d^2) \cdot \Phi$$

$$99551.32 = (210 \cdot 17 \cdot w \cdot 14^2 - 0.59 \cdot 210 \cdot 17 \cdot w^2 \cdot 14^2) \cdot 0.85$$

$$w = 0.1883$$

Calculamos “**ρ**” de la siguiente expresión:

$$\rho = \frac{w \cdot f'c}{fy}$$

$$\rho = \frac{0.1883 \cdot 210}{4200}$$

$$\rho = 0.009415$$

Calculamos “**As**” de la siguiente expresión:

$$As = \rho \cdot b \cdot d$$

$$As = 0.009415 \cdot 17 \cdot 14$$

$$As = 2.2408 \text{ cm}^2$$

Calculamos " $A_{s_{max}}$ " de la siguiente ecuación:

$$A_{s_{max}} = 0.75xAs_b$$

Pero:

$$\rho b = \frac{0.85.f'c.\beta_1}{f_y} x \left(\frac{6117}{f_y + 6117} \right)$$

$$\rho b = \frac{0.85x210x0.85}{4200} x \left(\frac{6117}{4200 + 6117} \right)$$

$$\rho b = 0.0214$$

Luego:

$$As_b = \rho b . b . d$$

Por lo tanto, acomodando términos:

$$A_{s_{max}} = 0.75(\rho b . b . d)$$

$$A_{s_{max}} = 0.75x0.0214x17x14$$

$$A_{s_{max}} = 3.8232 \text{ cm}^2$$

Calculamos el área de acero mínimo " $A_{s_{min}}$ " usando las siguientes ecuaciones:

$$A_{s_{min1}} = 0.8 \cdot \frac{\sqrt{f'c}}{f_y} . b . d$$

$$A_{s_{min1}} = 0.8x \frac{\sqrt{210}}{4200} x 17x14$$

$$A_{s_{min1}} = 0.6569 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{min2}} = \frac{14}{f_y} . b . d$$

$$A_{s_{min2}} = \frac{14}{4200} x 17x14$$

$$A_{s_{min2}} = 0.7933 \text{ cm}^2$$

Obtenemos la cantidad de varillas positivas:

$$\# \Phi (+) = \frac{As}{As\Phi}$$

$$\# \Phi (+) = \frac{2.2408}{1.13}$$

$$\# \Phi (+) = 2 \text{ varillas de } 12 \text{ mm grado } 60 - \text{ Sider Perú}$$

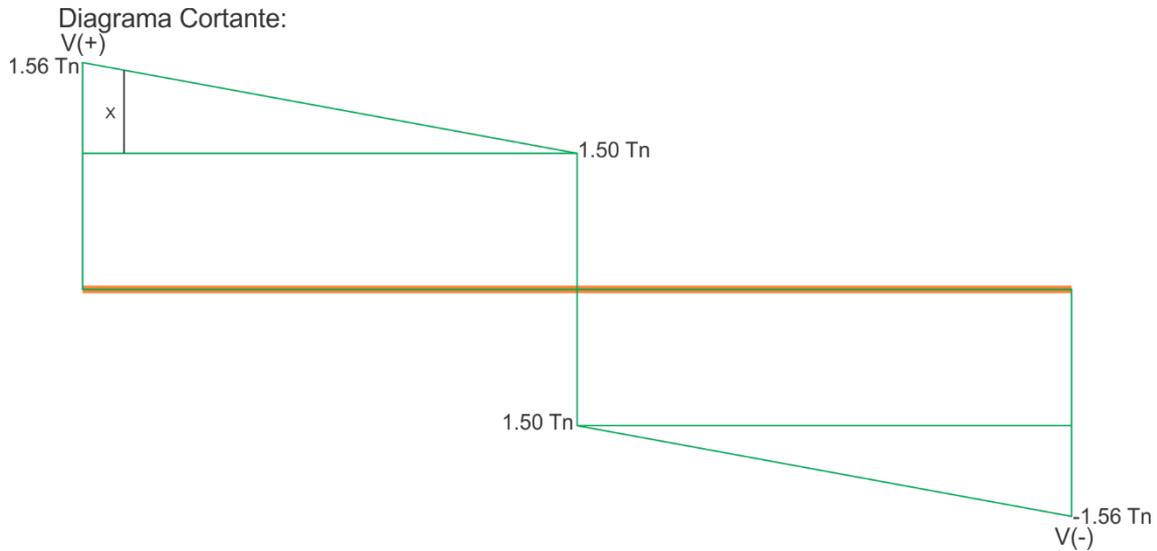
Obtenemos la cantidad de varillas negativas:

$$\# \Phi (-) = \frac{As_{min}}{As\Phi}$$

$$\# \Phi (-) = \frac{0.6569}{0.28}$$

Φ (+) = 2 varillas de 6 mm grado 60 – Sider Perú

Anexo 5.3: Diseño por corte



Por semejanza de triángulos, obtenemos “x”:

$$x = 0.0495$$

Por lo tanto, obtenemos “Vud” sumando “x”:

$$Vud = 1.5 + 0.0495$$

$$Vud = 1.550 \text{ Tn}$$

Calculamos la cortante nominal “Vn” usando la siguiente expresión:

$$Vn = \frac{Vud}{\phi}$$

$$Vn = \frac{1.550}{0.85}$$

$$Vn = 1.823 \text{ Tn}$$

Calculamos la cortante resistente del concreto, aplicando la siguiente ecuación:

$$\phi Vc = \phi(0.53 \cdot \sqrt{f'c} \cdot bw \cdot d)$$

$$\phi Vc = 0.85(0.53 \sqrt{210} \times 17 \times 14)$$

$$\phi Vc = 1553.751 \text{ kg}$$

También, se sabe:

$$0.5 \phi Vc$$

$$0.5 \times 1553.8$$

$$0.5x\phi Vc = 0.7769$$

Como: $Vn \geq 0.5 * \phi Vc$, entonces necesita refuerzo transversal

Como: $0.5 * \phi Vc \leq Vud \leq \phi Vc$, entonces requiere refuerzo transversal mínimo

Calculo del espaciamiento máximo, usando la siguiente expresión:

$$S1 = \frac{d}{2}$$

$$S1 = \frac{14}{2}$$

$$S1 = 7 \text{ cm}$$

$$S2 = 60 \text{ cm}$$

Por lo tanto, escogemos espaciamiento menor múltiplo de 10:

$$S = 10 \text{ cm}$$

Cálculo del acero mínimo de corte, usando las siguientes expresiones:

$$Av_{min1} = 0.2 \cdot \sqrt{f'c} \cdot \frac{bw \cdot S}{fy}$$

$$Av_{min1} = 0.2x\sqrt{210}x\frac{17x10}{4200}$$

$$Av_{min1} = 0.1173 \text{ cm}^2$$

$$Av_{min2} = 3.5 \cdot \frac{bw \cdot S}{fy}$$

$$Av_{min2} = 3.5x\frac{17x10}{4200}$$

$$Av_{min2} = 0.1417 \text{ cm}^2$$

Escogemos el mayor valor del acero mínimo, y sabiendo que el área de acero transversal es el doble que el área de acero por corte:

$$Av = 2 \cdot As$$

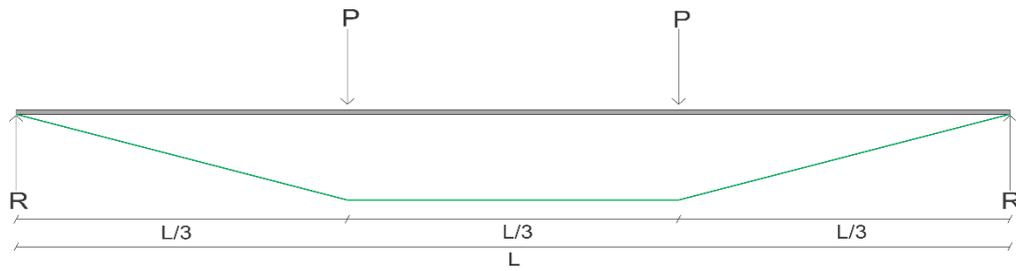
$$As = \frac{Av}{2}$$

$$As = \frac{0.1417}{2}$$

$$As = 0.0708 \text{ cm}^2$$

Con los resultados obtenido del diseño a corte en la viga, con acero mínimo ($As = 0.0708 \text{ cm}^2$) se dispone a usar un equivalente de varilla de 6 mm, ubicándose el primero a 5 cm y el resto a cada 10 cm.

Anexo 5.4: Modelo matemático, para determinación de momentos



Ecuación de momento en función de la carga aplicada:

$$M = P \left(\frac{L}{3} \right) Tn - m$$

Donde:

M = Momento actuante

P = Carga

L = Luz entre apoyos

Anexo 6:

Panel fotográfico

Preparación de armaduras de refuerzo de acero



Imagen 1. Corte de acero para su próximo armado



Imagen 2. Doblado de estribos de acero, con máquina dobladora de estribos



Imagen 3. Realización del amarre de estribos con varillas longitudinales de acero



Imagen 4. Vigas con armaduras de acero finalizado

Preparación de armaduras de refuerzo de las barras de fibra de vidrio



Imagen 5. Corte de las barras de fibra de vidrio, para su próximo armado



Imagen 6. Amarre de los estribos de fibra de vidrio con las barras longitudinales de fibra de vidrio



Imagen 7. Refuerzo de armadura con barras de fibra de vidrio finalizado

Preparación del encofrado de las vigas



Imagen 8. Corte de las maderas para su próximo armado



Imagen 9. Armado de las piezas de madera para el encofrado



Imagen 10. Trabajo de los moldes de encofrado de las vigas finalizado

Entrega de las armaduras de acero y fibra de vidrio, los encofrados junto con los agregados, a las instalaciones del laboratorio para su próximo uso en el llenado de la mezcla de concreto.



Imagen 11. Entrega de encofrados a las instalaciones del laboratorio



Imagen 12. Entrega de armaduras de acero y fibra de vidrio a las instalaciones del laboratorio



Imagen 13. Entrega de agregados a las instalaciones de laboratorio

Preparación de mezcla de concreto y el aceitado de los moldes de las vigas de dimensiones de 0.17x0.17x1.50 metros.



Imagen 14. Preparación previa de equipo de mezcla de concreto



Imagen 15. Incorporación de agregados al equipo de mezcla de concreto



Imagen 16. Ejecución del equipo de mezcla, con la dosificación necesaria de agregados, para una mezcla $F'c=210$ kg/cm²



Imagen 17. Aceitado previo de los moldes de viga, para su próximo llenado de mezcla de concreto



Imagen 18. Aceitado terminado de molde de viga

Etapa de llenado de la mezcla de concreto $f'c=210$ kg/cm² en las vigas previamente aceitados con dimensiones de 0.17x0.17x1.50 metros, adicionando de manera estratégica respetando los recubrimientos adoptados de 3 cm, las armaduras de barras de acero para las 2 vigas patrón reforzadas de barras de acero y las armaduras de barras de fibra de vidrio para las 2 vigas reforzadas de barras de fibra de vidrio.



Imagen 19. Incorporación de la mezcla de concreto y armaduras, dentro de los moldes de viga



Imagen 20. Llenado a nivel, de mezcla de concreto, en los moldes de viga



Imagen 21. Primera viga finalizado, previo llenado de concreto e incorporación de armadura de acero



Imagen 22. Total, de vigas finalizados, previo llenado de concreto e incorporación de armaduras

Desencofrado de vigas, a 28 días de curado.



Imagen 23. Desencofrado de vigas, a los 28 días de curado

Etapa de ensayo a flexión, en vigas curadas a 28 días.



Imagen 24. Agrietamiento en vigas de concreto reforzado de acero patrón 1



Imagen 25. Ensayo a flexión en viga de concreto reforzado de acero patrón 1



Imagen 26. Agrietamiento en viga de concreto reforzado de acero patrón 2



Imagen 27. Ensayo a flexión en viga de concreto reforzado de acero patrón 2



Imagen 28. Agrietamiento en viga de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio 1



Imagen 29. Ensayo a flexión en viga de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio 1



Imagen 30. Agrietamiento en viga de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio 2



Imagen 31. Ensayo a flexión de vigas de concreto reforzado con barras de fibra de vidrio 2

Anexo 7:

Certificado de resultados de ensayos a los agregados

	INFORME	Código	AE-FO-63
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Estudio del comportamiento a flexión de vigas de concreto reforzadas con barras de fibra de vidrio, Lima, 2020
 Solicitante : George Alex Murayari Ramírez
 Atención : George Alex Murayari Ramírez
 Ubicación de Proyecto : Lima
 Material : Agregado Fino

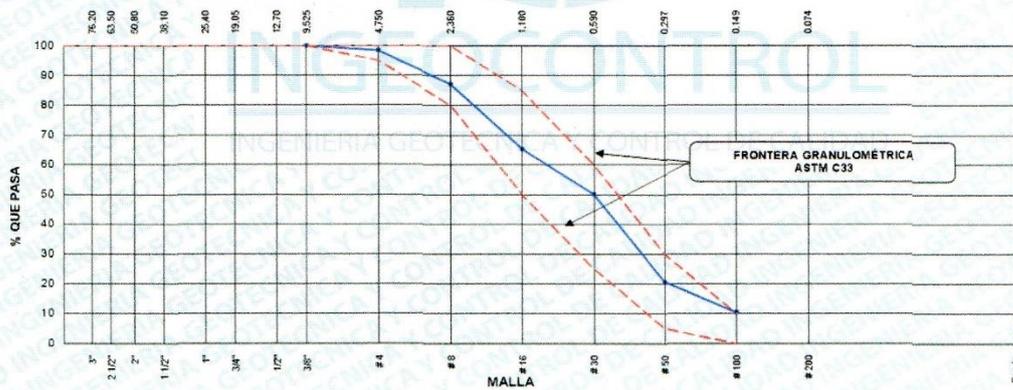
Registro N°: **IGC20-LEM-324-0**
 Muestreado por : Cliente
 Ensayado por : R. Leyva
 Fecha de Ensayo: 14/09/2020
 Turno: Diurno

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

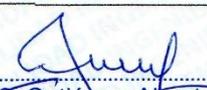
AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA

Malla	Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm				100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm				100.00	100.00
3"	75.00 mm				100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm				100.00	100.00
2"	50.00 mm				100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm				100.00	100.00
1"	25.00 mm				100.00	100.00
3/4"	19.00 mm				100.00	100.00
1/2"	12.50 mm				100.00	100.00
3/8"	9.50 mm			100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	8.9	1.52	98.48	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	66.7	11.38	87.11	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	127.8	21.80	65.31	50.00	85.00
# 30	600 µm	88.9	15.16	49.86	25.00	60.00
# 50	300 µm	173.0	29.51	20.64	5.00	30.00
# 100	150 µm	59.6	10.17	89.53	0.00	10.00
Fondo	-	61.4	10.47	100.00	-	-
					MF	2.66
					TMN	---

CURVA GRANULOMÉTRICA



INGEOCONTROL SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.



INFORME

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS
ASTM C136

Código	AE-FO-63
Versión	01
Fecha	07-05-2018
Página	1 de 1

Objeto : Estudio del comportamiento a flexión de vigas de concreto reforzadas con barras de fibra de vidrio, Lima, 2020. Registro N°: **IGC20-LEM-324-02**

Ante : George Alex Murayari Ramírez Muestreado por : Cliente

Elaboración : George Alex Murayari Ramírez Ensayado por : R. Leyva

Ubicación de Proyecto : Lima Fecha de Ensayo: 14/09/2020

Material : Agregado Grueso Turno: Diurno

Tipo de Muestra : ---

Origen : Cantera Trapiche

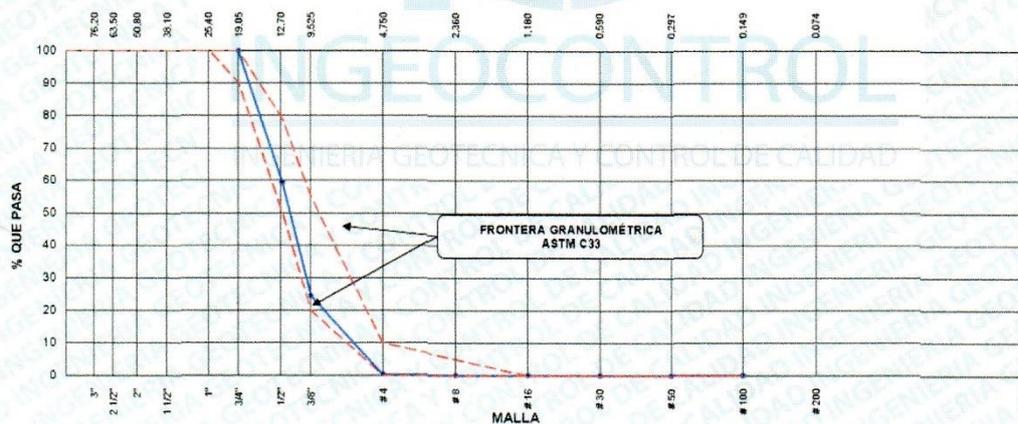
Muestra : ---

Envase : ---

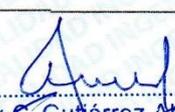
AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - 67

Malla	Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm				100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm				100.00	100.00
3"	75.00 mm				100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm				100.00	100.00
2"	50.00 mm				100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm				100.00	100.00
1"	25.00 mm				100.00	100.00
3/4"	19.00 mm			100.00	90.00	100.00
1/2"	12.50 mm	1576.1	40.53	59.47	50.00	79.00
3/8"	9.50 mm	1358.4	34.93	75.46	20.00	55.00
# 4	4.75 mm	940.8	24.19	99.65	0.00	10.00
# 8	2.36 mm	6.2	0.16	99.81	0.00	5.00
# 16	1.18 mm	1.0	0.03	99.83	0.00	0.00
# 30	600 µm	0.8	0.02	99.85	0.00	0.00
# 50	300 µm	0.8	0.02	99.87	0.00	0.00
# 100	150 µm	2.0	0.05	99.93	0.00	0.00
Fondo	-	2.9	0.07	100.00	-	-
					MF	6.74
					TMN	---

CURVA GRANULOMÉTRICA



INGEOCONTROL SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL CEP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

**INFORME****CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS
ASTM C566-19**

Código	AE-FO-87
Versión	01
Fecha	30-04-2018
Página	1 de 1

Proyecto	: Estudio del comportamiento a flexión de vigas de concreto reforzadas con barras de fibra de vidrio, Lima 2020	REGISTRO N°:	IGC20-LEM-324-03
Solicitante	: George Alex Murayari Ramírez	MUESTREADO POR :	Cliente
Atención	: George Alex Murayari Ramírez	ENSAYADO POR :	R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: Lima	FECHA DE ENSAYO :	17/09/2020
Material	: Agregado Fino / Agregado Grueso	TURNO :	Diurno

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CANTERA
1	Masa del Recipiente	g	959.0	Trapiche
2	Masa del Recipiente + muestra húmeda	g	4866.0	
3	Masa del Recipiente + muestra seca	g	4848.0	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.5	

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CANTERA
1	Masa del Recipiente	g	110.0	Trapiche
2	Masa del Recipiente + muestra húmeda	g	704.5	
3	Masa del Recipiente + muestra seca	g	696.4	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	1.4	

INGEOCONTROL

INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - IR N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.



INFORME

DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS ASTM C29 / C29M - 17a

Código	AE-FO-101
Versión	01
Fecha	30-04-2018
Página	1 de 1

Proyecto	: Estudio del comportamiento a flexión de vigas de concreto reforzadas con barras de fibra de vidrio, Lima, 2020.	Registro N°:	IGC20-LEM-3
Solicitante	: George Alex Murayari Ramirez	Muestreado por :	Solicitante
Atención	: George Alex Murayari Ramirez	Ensayado por :	R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo:	14/09/2018
Material	: Agregado Fino	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ---		
Procedencia	: Cantera Trapiche		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

PESO UNITARIO SUELTO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	1.628	1.628	
Volumen de molde (m3)	0.002809	0.002809	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	6.158	6.195	
Peso de muestra suelta (kg)	4.530	4.567	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1613	1626	1619

PESO UNITARIO COMPACTADO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	1.628	1.628	
Volumen de molde (m3)	0.002809	0.002809	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	6.643	6.636	
Peso de muestra suelta (kg)	5.015	5.008	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1785	1783	1784

INGEOCONTROL

INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-67
	DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ASTM C128-15	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Estudio del comportamiento a flexión de vigas de concreto reforzadas con barras de fibra de vidrio, Lima, 2020.	Registro N°	IGC20-LEM-324-C
Solicitante	: George Alex Murayari Ramírez	Muestreado por	: Solicitante
Atención	: George Alex Murayari Ramírez	Ensayado por	: R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo	: 15/09/2020
Material	: Agregado Fino	Turno	: Diurno
Código de Muestra	: ---		
Procedencia	: Cantera Trapiche		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

	IDENTIFICACIÓN	1
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)	500.0
B	Peso Frasco + agua	670.8
C	Peso Frasco + agua + muestra SSS	985.7
D	Peso del Mat. Seco	492.2
Pe Bulk (Base seca) o Peso específico de masa = D/(B+A-C)		2.659
Pe Bulk (Base Saturada) o Peso específico SSS = A/(B+A-C)		2.701
Pe Aparente (Base seca) o Peso específico aparente = D/(B+D-C)		2.776
% Absorción = 100*((A-D)/D)		1.6

INGEOCONTROL

INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - SIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.



INFORME

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y LA ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS ASTM C127-15

Código	AE-FO-78
Versión	01
Fecha	30-04-2018
Página	1 de 1

Proyecto : 'Estudio del comportamiento a flexión de vigas de concreto reforzadas con barras de fibra de vidrio, Lima, 2020. Registro N°: IGC20-LEM-324-06

Solicitante : George Alex Murayari Ramirez Muestreado por : Cliente

Atención : George Alex Murayari Ramirez Ensayado por : R. Leyva

Ubicación de Proyecto : Lima Fecha de Ensayo : 15/09/2020

Material : Agregado Grueso Turno : Diurno

Tipo de muestra : ---

Procedencia : Cantera Trapiche

N° de Muestra : ---

Progresiva : ---

DATOS		A
1	Peso de la muestra sss	394.8
2	Peso de la muestra sss sumergida	257.6
3	Peso de la muestra secada al horno	391.1

RESULTADOS		1
PESO ESPECÍFICO DE MASA		2.851
PESO ESPECÍFICO DE MASA S.S.S		2.878
PESO ESPECÍFICO APARENTE		2.930
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)		0.9



INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma 	Nombre y firma Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-101
	DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS ASTM C29 / C29M - 17a	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Estudio del comportamiento a flexión de vigas de concreto reforzadas con barras de fibra de vidrio, Lima, 2020.	Registro N°:	IGC20-LEM-3
Solicitante	: George Alex Murayari Ramírez	Muestreado por :	Solicitante
Atención	: George Alex Murayari Ramírez	Ensayado por :	R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo:	14/09/2018
Material	: Agregado Fino	Turno	Diurno
Código de Muestra	: ---		
Procedencia	: Cantera Trapiche		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

PESO UNITARIO SUELTO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	1.628	1.628	
Volumen de molde (m3)	0.002809	0.002809	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	5.742	5.780	
Peso de muestra suelta (kg)	4.114	4.132	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1465	1471	1468

PESO UNITARIO COMPACTADO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	1.628	1.628	
Volumen de molde (m3)	0.002809	0.002809	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	6.129	6.102	
Peso de muestra suelta (kg)	4.501	4.474	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1602	1593	1598

INGEOCONTROL

INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Certificado de diseño de mezcla de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

	INFORME	Código	AE-FO-93
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO REFERENCIA ACI 211.1	Versión	01
		Fecha	30-09-2019
		Página	1 de 1
Proyecto	: Estudio del comportamiento a flexión de vigas de concreto reforzadas con barras de fibra de vidrio, Lima, 2020.	REGISTRO N°:	IGC20-LEM-324-08
Solicitante	: George Alex Murayari Ramirez	REALIZADO POR :	L. Melgar
Atención	: George Alex Murayari Ramirez	REVISADO POR :	J. Gutiérrez
Ubicación de Proyecto	: Lima	FECHA DE ELABORACIÓN :	20/10/2020
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino / paja de Trigo	Fin de diseño:	210 kg/cm ²
Procedencia	: Cantera Trapiche	Asentamiento:	6" - 7"
Cemento	: Cemento Sol Tipo I	Código de mezcla	PATRON

1. RESISTENCIA A LA COMPRESION REQUERIDA

$F'_{cr} = 294$

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento = 400 kg = 9.4 Bolsas x m³

2. RELACION AGUA CEMENTO

$R_{a/c} = 0.57$

$R_{a/c} = \text{No aplica}$

6. ADICIONES

No aplica

3. DETERMINACION DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 226 L

7. FIBRAS

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 2.5%

8. ADITIVOS

Aditivo No aplica

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECIFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
Cemento Sol Tipo I	3110 kg/m ³	0.1286 m ³
Agua	1000 kg/m ³	0.2280 m ³
Aire atrapado = 2.5%	---	0.0250 m ³
Aditivo	No aplica	0.0000 m ³
Agregado grueso	2878 kg/m ³	0.3110 m ³
Agregado fino	2701 kg/m ³	0.3073 m ³
Volumen de pasta		0.3816 m ³
Volumen de agregados		0.6184 m ³

10. PROPORCION DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso 50.3% = 0.3110 m³ = 895 kg
 Agregado fino 49.7% = 0.3073 m³ = 830 kg

14. RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO

COMPONENTE	PESO SECO	PESO HUMEDO
Cemento Sol Tipo I	400 kg	400 kg
Agua	226 L	226 L
Paja de trigo	0.0 kg	0.0 kg
Aditivo	0.0 kg	0.0 kg
Agregado grueso	895 kg	900 kg
Agregado fino	830 kg	851 kg
	PLU	2378 kg

11. PESO HUMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCION POR HUMEDAD

Agregado grueso 900 kg
 Agregado fino 851 kg

12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCION Y HUMEDAD

Agua 226 L

13. PROPORCION EN VOLUMEN DE OBRA

CEM A.F. A.G. AGUA
 1 : 2.0 : 2.3 : 24.0 L

15. TANDA DE PRUEBA MINIMA

0.030 m³

COMPONENTE	PESO HUMEDO
Cemento Sol Tipo I	12 kg
Agua	6.773L
Paja de trigo	0 kg
Agregado grueso	26.99 kg
Agregado fino	25.526 kg
Slump obtenido	5 1/2"
Temperatura	
Contenido de aire atrapado	

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.
- * 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.

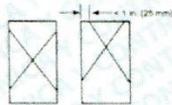
INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Certificado de rotura de probetas de concreto a edades de 7, 14 y 28 días.

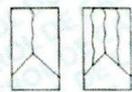
	INFORME	Código	AE-FC-101
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CLÍNDRICAS DE HORMIGÓN	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1
PROYECTO	Estudio del comportamiento a flexión de vigas de concreto reforzadas con barras de fibra de vidrio. Lima, 2020.	REGISTRO N°:	IGC20-LEM-324-0
CLIENTE	George Alex Murayari Ramirez	REALIZADO POR :	R. Leyva
SOLICITANTE	George Alex Murayari Ramirez	REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	Lima	FECHA DE ENSAYO :	27/10/2020
FECHA DE EMISIÓN	---	TURNO :	Duino
Tipo de muestra	Concreto endurecido		
Presentación	Especímenes cilíndricos 4" x 8"		
Fc de diseño	---		

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-18

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	20/10/2020	27/10/2020	7	9.87	20	3	2.03	13286.0	174 kg/cm ²	210 kg/cm ²	82.7%
PATRON	20/10/2020	27/10/2020	7	9.99	20	5	2.00	15134.0	193 kg/cm ²	210 kg/cm ²	91.9%
PATRON	20/10/2020	27/10/2020	7	10.00	20	3	2.00	14079.0	179 kg/cm ²	210 kg/cm ²	85.4%



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 definidos en el otro extremo.



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

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

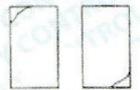
L/D Factor	1.75	1.50	1.25	1.00
	0.98	0.96	0.93	0.87

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

Fuente: ASTM C39



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golose suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1.



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior e inferior (ocurre con frecuencia con cabezales no adheridos).



Tipo 6
Similar a Tipo 5, pero el extremo del cilindro es puntiagudo.

Specimen Size	Coefficient of Variation*	Acceptable Range* of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in [150 by 300 mm]	Laboratory conditions: 2.4%	6.6%	7.8%
	Field conditions: 2.9%	8.0%	9.5%
4 by 8 in [100 by 200 mm]	Laboratory conditions: 3.2%	9.0%	10.6%

FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos

Fuente: ASTM C39

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Noemí C. Sánchez Guamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.



INFORME

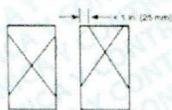
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

Código	AE-FO-101
Versión	01
Fecha	30-04-2018
Página	1 de 1

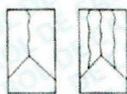
PROYECTO	: Estudio del comportamiento a flexión de vigas de concreto reforzadas con barras de fibra de vidrio. Lima, 2020.	REGISTRO N°:	IGC20-LEM-324-1
CLIENTE	: George Alex Murayari Ramirez	REALIZADO POR :	R. Leyva
SOLICITANTE	: George Alex Murayari Ramirez	REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Lima	FECHA DE ENSAYO :	27/10/2020
FECHA DE EMISIÓN	: --	TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"		
F _c de diseño	: --		

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C39/C39M-18

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	20/10/2020	3/11/2020	14	9.98	20	5	2.00	16586.0	212 kg/cm ²	210 kg/cm ²	101.0%
PATRON	20/10/2020	3/11/2020	14	10.02	20	5	2.00	16998.0	216 kg/cm ²	210 kg/cm ²	102.6%
PATRON	20/10/2020	3/11/2020	14	10.00	20	3	2.00	18024.5	229 kg/cm ²	210 kg/cm ²	109.3%



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



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



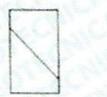
Tipo 3
Fissuras verticales encorvadas a través de ambos extremos, conos no bien formados

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:

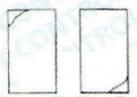
L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.97

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

Fuente: ASTM C39



Tipo 4
Fractura diagonal sin fissuras a través de los extremos, golpee suavemente con un martillo para desmenuarla del Tipo 1



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



Tipo 6
Similar a Tipo 1 pero el extremo del cilindro es puntagudo

	Coefficient of Variation*	Acceptable Range* of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. [150 by 300 mm]			
Laboratory conditions	2.4 %	6.8 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
4 by 8 in. [100 by 200 mm]			
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos

Fuente: ASTM C39

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CCC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma: 	Nombre y firma:
	Noemí C. Sanchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.



INFORME

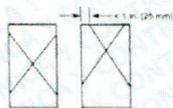
Código	AE-FO-101
Versión	01
Fecha	30-04-2018
Página	1 de 1

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

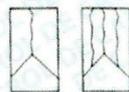
PROYECTO	Estudio del comportamiento a flexión de vigas de concreto reforzadas con barras de fibra de vidrio. Lima 2020.	REGISTRO N°:	IGC20-LEM-324-1
CLIENTE	George Alex Murayari Ramírez	REALIZADO POR :	R. Leyva
SOLICITANTE	George Alex Murayari Ramírez	REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	Lima	FECHA DE ENSAYO :	17/11/2020
FECHA DE EMISIÓN	---	TURNO :	Diuino
Tipo de muestra	Concreto endurecido		
Presentación	Especímenes cilíndricos 4" x 8"		
Fc de diseño	---		

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C39/C39M-18

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	20/10/2020	17/11/2020	28	9.98	20	4	2.00	25523.0	326 kg/cm ²	210 kg/cm ²	155.4%
PATRON	20/10/2020	17/11/2020	28	9.97	20	3	2.01	25134.7	322 kg/cm ²	210 kg/cm ²	153.3%
PATRON	20/10/2020	17/11/2020	28	10.04	20	2	1.99	26873.0	339 kg/cm ²	210 kg/cm ²	161.6%



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 definidos en el otro extremo



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

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:

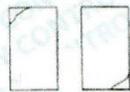
L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

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

Fuente: ASTM C39



Tipo 4
Fractura diagonal en fisuras a través de los extremos, golpe suavemente con un martillo para destierrar del Tipo 1



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



Tipo 6
Similar a Tipo 3 pero el extremo del cilindro es punteado

Coefficient of Variation ^a	Acceptable Range ^a of Individual Cylinder Strengths	
	2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. [150 by 300 mm] Laboratory conditions	2.4 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	9.5 %
4 by 8 in. [100 by 200 mm] Laboratory conditions	3.2 %	10.6 %

Fuente: ASTM C39

FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma: 	Nombre y firma:
	Noemí C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

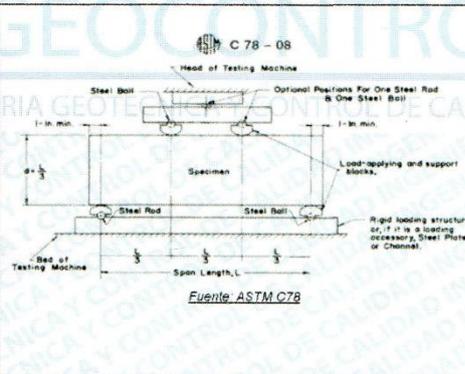
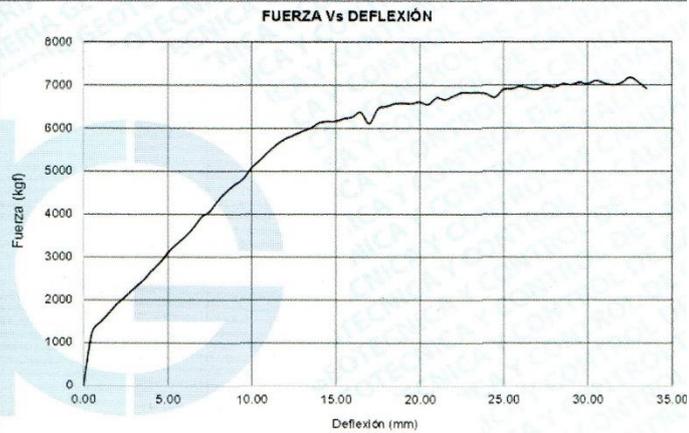
Certificado de ensayo a flexión según ASTM C78.

	INFORME	Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL REFORZADO	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1
PROYECTO	Estudio del comportamiento a flexión de vigas de concreto reforzadas con barras de fibra de vidrio, Lima, 2020	REGISTRO N°:	IGC20-LEM-324-12
SOLICITANTE	George Alex Murayari Ramírez	REALIZADO POR :	R. Leyva
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	Lima	FECHA DE ENSAYO :	17/11/2020
FECHA DE EMISIÓN	---	TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	Concreto endurecido		
Presentación	Viga de 0.17 x 0.17 x 1.50 m		
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	20/10/2020	17/11/2020	17.0	120.0	6367.8	7173.3	16.5	TERCIO CENTRAL

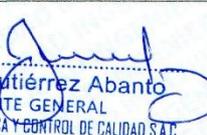
DEFLEXIÓN (mm)	FUERZA (kgf)	DEFLEXIÓN (mm)	FUERZA (kgf)
1.00	1478.5	18.00	6505.3
2.00	1896.2	19.00	6584.5
3.00	2285.7	20.00	6610.8
4.00	2654.6	21.00	6714.2
5.00	3086.6	22.00	6755.7
6.00	3464.2	23.00	6831.2
7.00	3928.7	24.00	6790.2
8.00	4319.7	25.00	6901.2
9.00	4685.3	26.00	6972.2
10.00	5076.3	27.00	6904.5
11.00	5450.3	28.00	6954.3
12.00	5754.2	29.00	7007.2
13.00	5929.7	30.00	7025.1
14.00	6118.2	31.00	7109.3
15.00	6162.7	32.00	7004.3
16.00	6256.7	33.00	7173.3
17.00	6110.3	34.00	6921.3



MR (inicial) = 155.5 kg/cm²
 MR (máximo) = 175.2 kg/cm²

OBSERVACIONES:

- Muestras elaboradas y curadas por el SOLICITANTE
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

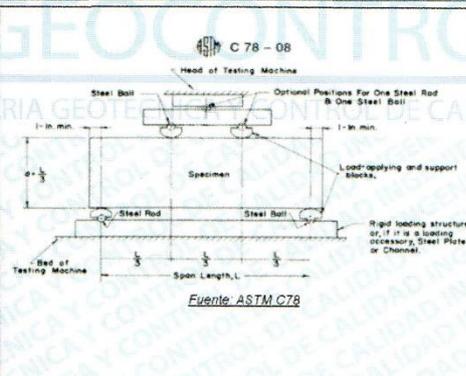
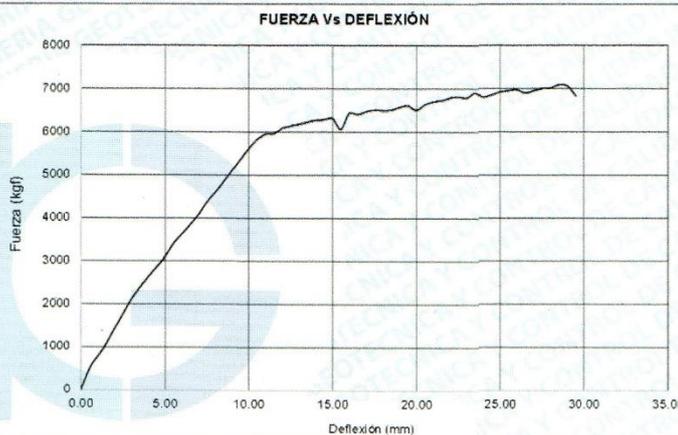
	INFORME	Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL REFORZADO	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

PROYECTO	: Estudio del comportamiento a flexión de vigas de concreto reforzadas con barras de fibra de vidrio, Lima, 2020	REGISTRO N°:	IGC20-LEM-324-13
SOLICITANTE	: George Alex Murayari Ramirez	REALIZADO POR	: R. Leyva
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR	: J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Lima	FECHA DE ENSAYO	: 17/11/2020
FECHA DE EMISIÓN	: ---	TURNO	: Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Viga de 0.17 x 0.17 x 1.50 m		
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	20/10/2020	17/11/2020	17.0	120.0	6058.6	7091.6	15.5	TERCIO CENTRAL

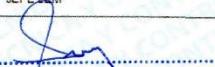
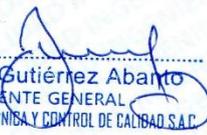
DEFLEXIÓN (mm)	FUERZA (kgf)	DEFLEXIÓN (mm)	FUERZA (kgf)
1.00	780.3	18.00	6492.5
2.00	1406.3	19.00	6569.8
3.00	2094.3	20.00	6502.3
4.00	2622.4	21.00	6696.4
5.00	3085.4	22.00	6797.5
6.00	3627.4	23.00	6788.1
7.00	4086.3	24.00	6801.3
8.00	4598.2	25.00	6922.5
9.00	5098.3	26.00	6976.8
10.00	5603.4	27.00	6947.6
11.00	5948.3	28.00	7012.9
12.00	6082.3	29.00	7082.2
13.00	6176.3	30.00	
14.00	6266.9	31.00	
15.00	6312.2	32.00	
16.00	6428.9	33.00	
17.00	6464.8	34.00	



MR (inicial) = 148.0 kg/cm²
 MR (máximo) = 173.2 kg/cm²

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el SOLICITANTE
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:  	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.



INFORME

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL REFORZADO

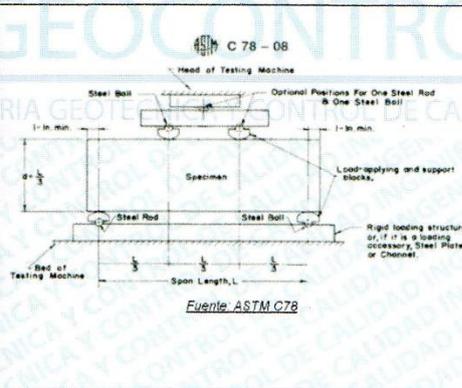
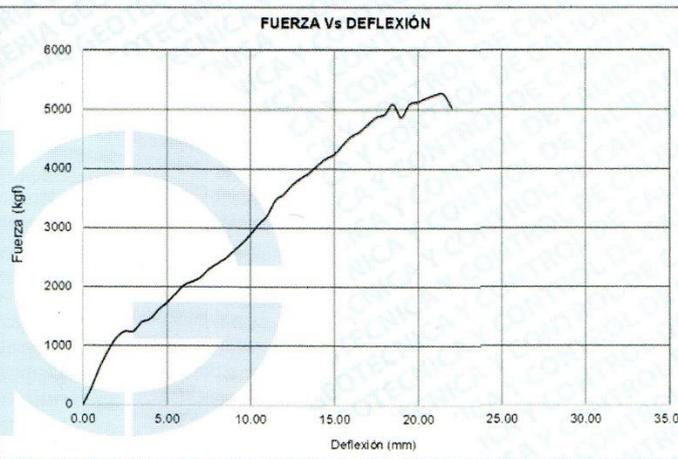
Código	AE-FO-124
Versión	01
Fecha	30-04-2018
Página	1 de 1

PROYECTO	: Estudio del comportamiento a flexión de vigas de concreto reforzadas con barras de fibra de vidrio, Lima, 2020	REGISTRO N°:	IGC20-LEM-324-14
SOLICITANTE	: George Alex Murayari Ramírez	REALIZADO POR	: R. Leyva
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR	: J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Lima	FECHA DE ENSAYO	: 17/11/2020
FECHA DE EMISIÓN	: ---	TURNOS	: Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Viga de 0.17 x 0.17 x 1.50 m		
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 fibra de vidrio	20/10/2020	17/11/2020	17.0	120.0	4864.2	5258.5	19	TERCIO CENTRAL

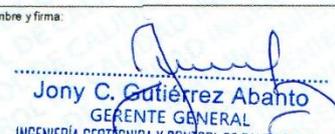
DEFLEXIÓN (mm)	FUERZA (kgf)	DEFLEXIÓN (mm)	FUERZA (kgf)
1.00	638.5	18.00	4911.3
2.00	1131.6	19.00	4864.2
3.00	1244.5	20.00	5125.9
4.00	1451.4	21.00	5238.3
5.00	1726.3	22.00	5032.6
6.00	2017.2	23.00	
7.00	2159.3	24.00	
8.00	2396.5	25.00	
9.00	2607.4	26.00	
10.00	2885.2	27.00	
11.00	3204.3	28.00	
12.00	3563.3	29.00	
13.00	3830.5	30.00	
14.00	4052	31.00	
15.00	4237.5	32.00	
16.00	4536.6	33.00	
17.00	4736.5	34.00	



MR (inicial) = 118.8 kg/cm²
 MR (máximo) = 128.4 kg/cm²

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el SOLICITANTE
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.



INFORME

Código: AE-FO-124

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL REFORZADO

Versión: 01

Fecha: 30-04-2018

Página: 1 de 1

PROYECTO : Estudio del comportamiento a flexión de vigas de concreto reforzadas con barras de fibra de vidrio, Lima, 2020

REGISTRO N°: IGC20-LEM-324-15

SOLICITANTE : George Alex Murayari Ramírez

REALIZADO POR : R. Leyva

CÓDIGO DE PROYECTO : ---

REVISADO POR : J. Gutiérrez

UBICACIÓN DE PROYECTO : Lima

FECHA DE ENSAYO : 17/11/2020

FECHA DE EMISIÓN : ---

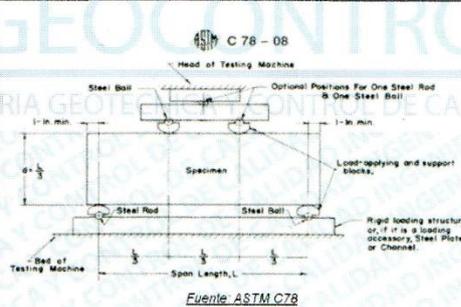
TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Presentación : Viga de 0.17 x 0.17 x 1.50 m
 F'c 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	20/10/2020	17/11/2020	17.0	120.0	4470.6	5743	17.5	TERCIO CENTRAL

DEFLEXIÓN (mm)	FUERZA (kgf)	DEFLEXIÓN (mm)	FUERZA (kgf)
1.00	762.2	18.00	4787.4
2.00	1142.5	19.00	5024.4
3.00	1369.4	20.00	5207.7
4.00	1647.3	21.00	5263
5.00	1774.5	22.00	5316
6.00	2058.5	23.00	5583.8
7.00	2281.3	24.00	5514.6
8.00	2555.3	25.00	5468.7
9.00	2823.6	26.00	
10.00	2999.4	27.00	
11.00	3245	28.00	
12.00	3491.4	29.00	
13.00	3739.8	30.00	
14.00	3976.6	31.00	
15.00	4193.5	32.00	
16.00	4377.4	33.00	
17.00	4687.8	34.00	



MR (inicial) = 109.2 kg/cm²
 MR (máximo) = 140.3 kg/cm²

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el SOLICITANTE
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma: Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma: Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Anexo 8: Certificados de calibración de equipos

AM3

AM3 Ingeniería & Negocios SAC
RUC : 20513903261
Dirección : AV. Nicolás Ayllón 8510 Edif. 9 Of. 804, Lima
- Lima - Ate
Código Postal : Lima 03
Teléfono : 511-679 8002
Email : soportetecnico@am3.com.pe

N° de certificado:	22072020-05
Fecha de emisión:	22/07/2020

DATOS DEL CLIENTE

Razón Social : INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.
RUC : 20602979190
Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

Equipo : Máquina de Compresión Accu-Tek Touch Control PRO 250
Marca : ELE International
Modelo Marco de Carga : 36-0690/06
N° de Serie Marco de Carga : 180300131
Capacidad : 1112 KN
División de Escala : 0.1 KN
N° de Serie Panel de Lectura : 1939-1-10045
Procedencia : USA
Patrón de Trabajo : Celda ELE International Tipo: CCDHA-2000 KN-004-000, N° de Serie: 56638, Capacidad: 2000 KN, trazable al HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18, Certificado de Calibración INF-LE 013-20.

Método de Verificación : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing Machines" Método C

Temp. Inicial (°C)	: 18	H.R. Inicial (%)	74
Temp. Final (°C)	: 18	H.R. Final (%)	69

Fecha de Verificación : 21/07/2020
Lugar de Verificación : Mza. A Lote. 24 Int. 1 Urb. Mayorazgo Naranja 2da Etapa Lima - Lima - San Martín de Porres
N° de Páginas : 2



HECHO POR
Emilio Malca



ALDO MARCO
MUCHA MALLAIPOMA
Ingeniero Civil
CIP Nº 254122
REVISADO POR



Este certificado de verificación solo puede ser difundido sin alteraciones posterior a la autorización asignada por AM3 Ingeniería & Negocios S.A.C.
Este certificado de verificación sin firma y sello carece de validez.

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN

Lectura de Celda (patrón)	Lectura del Equipo				Error	Incertidumbre
	LP	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3		
(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(%)	U (%)
100	100.20	100.10	100.30	100.20	0.20	0.1
200	200.20	200.20	200.90	200.43	0.22	0.1
300	300.60	300.60	301.30	300.83	0.28	0.1
400	400.70	400.50	401.70	400.97	0.24	0.1
500	499.20	500.70	501.80	500.57	0.11	0.1
600	600.90	600.10	601.70	600.90	0.15	0.1
700	700.30	700.90	702.00	701.07	0.15	0.1
800	800.80	800.60	802.50	801.30	0.16	0.1
900	901.00	900.80	902.50	901.43	0.16	0.1
1000	1001.00	1001.00	1004.00	1002.00	0.20	0.1

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de Medición, para un factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición".

Observaciones / Indicaciones

El usuario debe calibrar el equipo en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que esté expuesto.

El equipo se encuentra calibrado y no necesita corrección alguna, ya que el error no supera el +/- 1% en todo el rango verificado.



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 036 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerzas

Página 1 de 1

1. Expediente	0386-2020	Este certificado de calibración declarará la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realicen las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	
3. Dirección	MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA UMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Equipo	MARCO DE CARGA	
Capacidad	20000 kgf	PERUTEST S.A.C. no es responsable de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Marca	PERUTEST	
Modelo	PT-PC	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Número de Serie	001	
Procedencia	U.S.A.	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	HIWEIGHT	
Modelo	315-X2	
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	5 kgf	
5. Fecha de Calibración	2020-06-18	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2020-06-18


MANUEL ALEJANDRO ALAGA TORRES



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730
E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 036 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del IEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente,
MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES.

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22.0 °C	22.0 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	CELDA DE CARGA REU MOD: 150-A E SERIE: 5997828	INF-LE 002-20
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-002 Capacidad: 30,000 kgf	INF-LE 002-19

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 036 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 2

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo	Indicación de Fuerza (Absorco) Patrón de Referencia				
	F _i (kgf)	F ₁ (kgf)	F ₂ (kgf)	F ₃ (kgf)	F _{promedio} (kgf)
10	2000	1999	2000	1996	1999
20	4000	4020	4025	4015	4020
30	6000	6026	6031	6020	6026
40	8000	8035	8040	8029	8035
50	10000	10048	10054	10043	10048
60	12000	12053	12058	12047	12053
70	14000	14085	14090	14079	14085
80	16000	16113	16119	16107	16113
90	18000	18123	18129	18117	18123
100	20000	20185	20192	20179	20185
Rincón a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reproducibilidad v (%)	Resol. Relativa r (%)	
2000	0.07	0.20	0.05	0.25	0.60
4000	-0.50	0.26	0.13	0.13	0.59
6000	-0.43	0.18	0.09	0.08	0.58
8000	-0.43	0.14	0.07	0.06	0.58
10000	-0.48	0.11	0.05	0.05	0.58
12000	-0.44	0.10	0.05	0.04	0.58
14000	-0.60	0.08	0.04	0.04	0.58
16000	-0.70	0.07	0.04	0.03	0.58
18000	-0.68	0.07	0.03	0.03	0.58
20000	-0.92	0.06	0.03	0.03	0.58

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (%)	0.00 %
-----------------------------------	--------



12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicado no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 075 - 2020

Página 1 de 3

1. Expediente	01322-2020
2. Solicitante	INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.
3. Dirección	MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES
4. Instrumento de Medición	COMPARADOR DE CUADRANTE (DIAL)
Alcance de indicación	0 mm a 50.00 mm
División de Escala / Resolución	0.01 mm
Marca	INSIZE
Modelo	2309-50
Número de Serie	9806659
Procedencia	NO INDICA
Identificación	NO INDICA
Tipo de indicación	ANALÓGICO
5. Fecha de Calibración	2020-11-13

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2020-11-13

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



913028621 - 913028622
913028623 - 913028624
ventas@perutest.com.pe
www.perutest.com.pe

Av. La Madrid S/N Mz D lote 25 urb Los Olivos
San Martín de Porres - Lima



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 075 - 2020

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-014: "Procedimiento de Calibración de Comparadores de Cuadrante (Usando Bloques)" del SNM-INDECOPI, Segunda Edición.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones de laboratorio de longitud de PERUTEST S.A.C.
Jr. La Madrid Mz. D Lote 25 Urb. Los Olivos - San Martín De Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.40 °C	21.60 °C
Humedad Relativa	56 %	56 %

9. Patrones de Referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado/Informe de calibración
METROIL	BLOQUES PARALELOS MARCA INSIZE	LEA-0102-2020
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1131-2020

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- (*) Serie grabado en el instrumento.
- El instrumento presenta errores menores a los errores máximos permisibles.



☎ 913028621 - 913028622
913028623 - 913028624
✉ ventas@perutest.com.pe
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Jr. La Madrid S/N Mz D lote 25 urb Los Olivos
San Martín de Porres - Lima



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 075 - 2020

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN (f_e)

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (μ m)
5.00	5.001	-0.001
10.00	10.003	-0.003
15.00	15.002	-0.002
20.00	20.001	-0.001
25.00	25.002	-0.002
30.00	30.001	-0.001
35.00	35.004	-0.004
40.00	40.004	-0.004
45.00	45.003	-0.003
50.00	50.005	-0.005

Alcance del error de indicación (f_e): 0 mm

Incertidumbre del error de indicación: $\pm 2 \mu$ m para ($k=2$)

ALCANCE DEL ERROR DE REPETIBILIDAD (f_r)

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (μ m)
50.00	50.002	-0.002
	50.001	-0.001
	50.003	-0.003
	50.002	-0.002
	50.002	-0.002

Error de Repetibilidad (f_r): 0 mm

Incertidumbre del error de indicación: $\pm 2 \mu$ m para ($k=2$)

Nota 1.- 1 mil es equivalente a 25,4 μ m.



12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

913028621 - 913028622
913028623 - 913028624

ventas@perutest.com.pe

www.perutest.com.pe

Jr. La Madrid S/N Mz D lote 25 urb Los Olivos
San Martín de Porres - Lima
SUCURSAL - Surco Perú - 1500

Anexo 9: Recibos de pago realizado por los servicios de ensayos en laboratorio

N° IGC20-LEM-324

San Martín de Porres, 21 de setiembre del 2020

Cliente : Universidad César Vallejo
 N° RUC : ---
 Proyecto : Estudio de comportamiento a flexión de vigas de concreto reforzadas con barras de fibra de vidrio
 Ubicación : Mz. A Lote 24 Urb. Mayorazgo Naranjal 2da etapa - San Martín de Porres - Lima
 Solicitante : George Alex Murayari Ramírez
 Email – contacto : vansalexmr@gmail.com
 Teléfono : -----



Es grato dirigirme a usted para cotizar lo siguiente: **"SERVICIO DE ENSAYOS PARA TESIS"**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO	NORMA (s)	CANT	U. MED	V. UNIT	TOTAL
1	Diseño de mezcla de concreto $f_c = 210$ kg/cm ² , incluye ensayos físicos en agregados (Humedad, granulometría, peso específico y absorción, peso unitario suelto y compactado), slump	ACI 211	1	Uni	S/ 350.00	S/ 350.00
2	Elaboración, curado y compresión de probetas cilíndricas de 4" x 8".	ACI 211	9	Uni	S/ 15.00	S/ 135.00
3	Fabricación y ensayo de flexión de vigas con medición de esfuerzo vs deflexión, dimensiones de 1.5m x 0.17m x 0.17m, no incluye insumos	ASTM C78	4	Uni	S/ 220.00	S/ 880.00
SUMATORIA						S/ 1,365.00
Descuento Tesista (30%)						S/ 409.50
SUB TOTAL						S/ 955.50
IGV (18%)						S/ 171.99
TOTAL						S/ 1,127.49

NÚMEROS DE CUENTA EN CASO DE REQUERIR BOLETA DE VENTA O FACTURA:

Cuenta corriente BBVA Continental Soles: 0011-0174-0100045491-06
 CCI BBVA: 011-174-000100045491-06

Forma de Pago:

- Moneda nacional soles S/ (PEN)
- 50% por adelantado S/ 563.75
- 50% contra entrega de los resultados finales S/ 563.75

NÚMEROS DE CUENTA EN CASO DE NO REQUERIR BOLETA DE VENTA O FACTURA:

Cuenta de ahorro BCP Soles: 191-95834864-0-90
 TITULAR: Jony Gutiérrez Abanto

Forma de Pago:

- Moneda nacional soles S/ (PEN)
- 50% por adelantado S/ 477.75
- 50% contra entrega de los resultados finales S/ 477.75

Boucher del importe por los servicios de los ensayos:

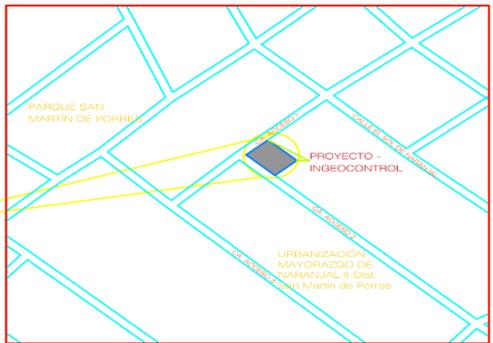


Anexo 10: Plano de ubicación



PLANO DE UBICACION
ESG: 1/500

CUADRO COMPARATIVO		
NORMAS	PARAMETRO	PROYECTO
USOS PERMISIBLES	UNIFAMILIAR / MULTIFAMILIAR	VIVIENDA UNIFAMILIAR - OFICINA
USOS COMPATIBLES		
AREA MIN/LIND DE VIVIENDA	90.00 M2	90.00 M2
LOTE NORMATIVO	200.00 M2	303.22 M2
AREA LIBRE	35%	30.00%
ALTURA MAXIMA	05 PISOS - 16.50 ML.	05 PISOS - 15.90 ML.
RETIRO FRONTAL	3.00 ML.	3.00 ML.
ALINIAMIENTO DE FACHADA	11.40 ML.	11.40 ML.
ESTACIONAMIENTO	01 POR CADA UNIDAD DE VIVIENDA	01 POR CADA UNIDAD DE VIVIENDA



UBICACION DEL LOTE ESC: 1/5000

PLANO DE UBICACION AREA DE ESTRUCTURACION ZONIFICACION

DEPARTAMENTO : LIMA
 PROVINCIA : LIMA
 DISTRITO : SAN MARTIN DE PORRES
 URBANIZACION : MAYORAZGO DE NARANJAL II
 CALLE : ACCESO 1
 MANZANA : A
 LOTE : 24

PROPIETARIO:

PROFESIONAL:

BACH. GEORGE ALEX MURAYARI RAMIREZ

PROYECTO:

TESIS: "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO A FLEXION DE VIGAS DE CONCRETO REFORZADO CON BARRAS DE FIBRA DE VIDRIO, LIMA 2019.

REPRESENTANTE LEGAL:

GEORGE ALEX MURAYARI RAMIREZ
DNI. 72725267

PLANO:

UBICACION Y LOCALIZACION

LAMINA :

U1

FECHA: NOVIEMBRE DEL 2020

ESCALA: LA INDICADA