

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO
SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO
REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Bach. Kevin Jhoseph Chávez Merino

Asesor:

Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

Cajamarca - Perú

2019



DEDICATORIA

Primeramente, dedico este trabajo a Dios que sin él no seríamos nada, seguidamente a mis padres Eduardo Rodolfo Chávez Torres e Lizbia Merino Huamán y hermanos por el sacrificio y la ayuda incondicional y motivándome a ser mejor persona cada día, a los docentes y asesor por sus consejos permanentes y exigencia continua para formarme como buen profesional, a mis amigos y compañeros que contribuyeron con el desarrollo de mis metas.

AGRADECIMIENTO

Primero a Dios ya que a él le debo todo lo que tengo y todo lo que soy hasta el momento, después a mis padres y hermanos por su incentivo constante y apoyo permanente hacia mi persona, a mi asesor por brindarme su ayuda en el desarrollo de la investigación y forjarme en valores y conocimientos.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE ECUACIONES	7
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	10
1.1. Realidad problemática.....	10
1.2. Formulación del problema	16
1.3. Objetivos	16
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	16
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	16
1.4. Hipótesis.....	16
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	17
2.1. Tipo de investigación	17
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)	17
2.2.1. <i>Unidad de estudio</i>	17
2.2.2. <i>Población</i>	17
2.2.3. <i>Muestra</i>	17
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	18
2.3.1. <i>Técnicas</i>	18
2.4. Procedimiento de recolección de datos	20
2.4.1. <i>Obtención del material para las vigas de concreto simple con y sin reforzamiento.</i>	20
2.5. Procedimiento de tratamiento de análisis de datos.....	24
2.5.1. <i>Análisis de datos de los ensayos de los agregados</i>	24
2.5.2. <i>Análisis de datos de los ensayos de propiedades mecánicas.</i>	24
2.6. Procedimiento de ensayos practicados	24
2.6.1. <i>Análisis de datos de los ensayos de los agregados</i>	24
2.6.2. <i>Ensayos de las propiedades mecánicas</i>	39
CAPÍTULO III. RESULTADOS	43
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	55
REFERENCIAS	59
ANEXOS	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tamaño de muestra.....	17
Tabla N° 2. Vías de Acceso.....	20
Tabla N° 3. <i>Propiedades de la lámina curada.</i>	22
Tabla N° 4. <i>Propiedades de la fibra.</i>	23
Tabla N° 5. <i>Medida de muestras</i>	26
Tabla N° 6. <i>Cantidad mínima de muestra de granulometría para agregado grueso.</i>	28
Tabla N° 7. <i>Peso mínimo para el ensayo de peso específico del agregado grueso.</i>	31
Tabla N° 8 Modelos cilíndricos.....	35
Tabla N° 9 <i>Elección de carga.</i>	39
Tabla N° 10. <i>Propiedades del agregado grueso.</i>	43
Tabla N° 11. <i>Propiedades del agregado fino.</i>	43
Tabla N 12. <i>Diseño de mezcla.</i>	44
Tabla N° 13. <i>Resistencia a compresión axial de probetas de concreto simple a los 7 días de curado.</i>	44
Tabla N° 14. <i>Resistencia a flexión de vigas de concreto a los 7 días de curado.</i>	45
Tabla N° 15. <i>Variación de la resistencia a flexión a los 7 días de curado.</i>	45
Tabla N° 16. <i>Resistencia a flexión de vigas de concreto a los 14 días de curado.</i>	47
Tabla N° 17. <i>Variación de la resistencia a flexión a los 14 días de curado.</i>	48
Tabla N° 18. <i>Resistencia a flexión de vigas de concreto a los 28 días de curado.</i>	50
Tabla N° 19. <i>Variación de la resistencia a flexión a los 28 días de curado.</i>	50
Tabla N° 20. <i>Variación de la resistencia a flexión con respecto a la muestra patrón (%) a través del tiempo de curado.</i>	52
Tabla N° 21. <i>Evolución de la resistencia a flexión a través del tiempo.</i>	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 Protocolos de laboratorio para la obtención de datos en laboratorio.....	18
Figura N° 2 Vista satelital de la ubicación de la extracción del agregado.	21
Figura N° 3 Resistencia A flexión promedio en las vigas de concreto simple sin y con reforzamiento de fibra de carbono, a los 7 días de curado.....	46
Figura N° 4 Variación de la resistencia a flexión en las vigas de concreto simple, a los 7 días de curado.	46
Figura N° 5 Línea de tendencia y ecuación de la variación de la resistencia a flexión de las vigas de concreto simple, a los 7 días de curado..	47
Figura N° 6 Resistencia A flexión promedio en las vigas de concreto simple sin y con reforzamiento de fibra de carbono, a los 14 días de curado.....	48
Figura N° 7 Variación de la resistencia a flexión en las vigas de concreto simple, a los 14 días de curado.	49
Figura N° 8 Línea de tendencia y ecuación de la variación de la resistencia a flexión de las vigas de concreto simple, a los 14 días de curado.	49
Figura N° 9 Resistencia A flexión promedio en las vigas de concreto simple sin y con reforzamiento de fibra de carbono, a los 28 días de curado.....	51
Figura N° 10 Variación de la resistencia a flexión en las vigas de concreto simple, a los 28 días.....	51
Figura N° 11 Línea de tendencia y ecuación de la variación de la resistencia a flexión de las vigas de concreto simple, a los 28 días de curado.	52
Figura N° 12 Variación de la resistencia a flexión con respecto a la muestra patrón (%) a través del tiempo de curado.....	53
Figura N° 13 evolución de la resistencia a flexión a través del tiempo.	54
Figura N° 14 Evolución de la resistencia a flexión a través del tiempo.	54

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación N° 1	30
Ecuación N° 2	33
Ecuación N° 3	34
Ecuación N° 4	34
Ecuación N° 5	34
Ecuación N° 6	41
Ecuación N° 7	41

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N° 1 Lavado por la malla N°200.	62
Fotografía N° 2 Peso unitario del agregado grueso.	62
Fotografía N° 3 Granulometría de los agregados.	63
Fotografía N° 4 Contenido de humedad de los agregados.	63
Fotografía N° 5. Ensayo para determinar la gravedad específica y la absorción de agregados finos.	64
Fotografía N° 6 Ensayo para determinar la gravedad específica y la absorción de agregados gruesos.	64
Fotografía N° 7 Verificación de slump.	65
Fotografía N° 8 Elaboración de mezcla para Vigas de concreto simple.	65
Fotografía N° 9 Elaboración de vigas de concreto simple.	66
Fotografía N° 10 Enrresado de vigas de concreto simple.	66
Fotografía N° 11. Elaboración de vigas de concreto simple.	67
Fotografía N° 12 Desencofrado de vigas de concreto simple.	67
Fotografía N° 13 Mezclado de la resina de impregnacion (Sikadur-301).	68
Fotografía N° 14 Mezclado de la resina de impregnacion (Sikadur-301).	68
Fotografía N° 15 Adhesión de la fibra de carbono (SikaWrap-600C).	69
Fotografía N° 16 Adhesión de la fibra de carbono (SikaWrap-600C).	69
Fotografía N° 17 Rotura de vigas de concreto simple sin y con reforzamiento de fibra de carbono.	70
Fotografía N° 18 Rotura de vigas de concreto simple sin y con reforzamiento de fibra de carbono.	70
Fotografía N° 19 Verificacion de los ensayos realizados en el laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte por parte del Ing. Miguiel Angel Mosqueira Moreno – Asesor.	71
Fotografía N° 20 Verificacion de rotura de vigas de concreto sijmple con y sin reforzamiento en el laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte por parte del Ing. Miguiel Angel Mosqueira Moreno – Asesor.	71

RESUMEN

Esta investigación se realizó con el objetivo de determinar la variación de la resistencia a flexión en vigas de concreto simple empleando fibra de carbono como reforzamiento con diferentes anchos (de 2, 3 y 4 cm), la metodología para el uso de la fibra carbono (SikaWrap-600C), como reforzamiento adheridas con la resina de impregnación Sikadur-301, consistió en preparar una mezcla de concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$, con agregados de la cantera La Banda – La Victoria. Para lo cual se determinó las características físico – mecánicas de los agregados, para posteriormente realizar el diseño de mezclas empleando el método ACI 211, para finalmente elaborar 60 vigas de concreto simple a escala (53.1 x 15.1 x 15.1 cm) de acuerdo a la NTP 339.078, siendo todas estas sometidas a la prueba de resistencia a la flexión o módulo de rotura, se realizaron los ensayos a los 7, 14 y 28 días de curado, al reforzar con 2, 3 y 4 cm de ancho de fibra de carbono correspondientemente, se obtuvo una resistencia a la flexión a los 28 días de curado de 48.71 kg/cm^2 , 52.77 kg/cm^2 y 58.00 kg/cm^2 respectivamente, a este porcentaje de reforzamiento le corresponde un incremento en su resistencia a flexión de 6.69%, 15.56% y 27.02% con respecto a la muestra patrón. Los resultados obtenidos nos indican que la resistencia a flexión de vigas de concreto simple aumenta cuando mayor es el ancho de reforzamiento con fibra de carbono, cumpliendo con la hipótesis formulada.

Palabras clave: Reforzamiento, adhesivo, fibra de carbono, resistencia a flexión.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El presente estudio utilizó como materia de investigación la metodología del reforzamiento de fibra de carbono utilizado como refuerzo estructural. Se estudió y determinó el comportamiento y la contribución que brinda el reforzamiento de fibra de carbono en su resistencia a flexión de la estructura, por ello se analizaron secciones de vigas de concreto simple reforzadas con fibras de carbono con diferentes anchos sometidas a flexión. Se presentaron modelaciones de vigas con la finalidad de determinar la variación de la resistencia a flexión en vigas de concreto simple empleando fibras de carbono como reforzamiento con diferentes anchos

El reforzamiento estructural de una edificación es empleado para aquellas estructuras o elementos que por alguna razón presentan déficit en alguna de sus propiedades respecto a una nueva sollicitación de su vida útil. Generalmente estas nuevas sollicitaciones se presentan por el aumento en su carga de servicio, problemas de durabilidad debido a la utilización de materiales pobres e inapropiados durante la etapa de construcción, inadecuado diseño o construcción, cambios en el ambiente omitidos en el estudio y diseño inicial, incremento de cargas originada por el cambio de uso de la estructura o incremento de su vida útil para afrontar el deterioro de la edificación (Alegre, 2017, p.1).

Según Beltrán A. (2011) en su investigación de pregrado “Uso de fibras de carbono como reforzamiento a flexión en vigas de concreto reforzado”. Determina que del análisis realizado de las dos vigas reforzadas con SikaWrap 103C y adheridas en una matriz de epóxico (Sikadur – 301); reforzadas, una de manera preventiva y otra de forma correctiva, a la flexión, concluye que el uso de materiales compuestos por fibra de carbono, en este caso SikaWrap 103C adherido en una matriz de epóxico Sikadur - 301, como reforzamiento a flexión en elementos de concreto armado es muy eficiente, además concluye que el incremento de la resistencia a flexión fue notable en la viga con reforzamiento preventivo ya que se presentó un incremento del 33.16% con respecto a la carga de falla sin reforzamiento.

Según Alegre G. (2017) en su investigación de pregrado “Estudio de la influencia en la resistencia y ductilidad de las fibras de carbono utilizadas como reforzamiento de vigas de concreto armado”. Comprueba que el refuerzo de fibra de carbono (CFRP) aumenta la resistencia de las secciones de concreto armado sometidas a flexión. El incremento de la resistencia a flexión alcanza un valor de 58.9% para la sección con menor cuantía de acero, y en el caso de la sección de mayor cuantía de acero, el incremento de la resistencia alcanza un valor de 18.4%.

Según Santo A. (2019) en su investigación de pregrado “Variación de la resistencia a la flexión de vigas de concreto armado reforzadas con láminas de fibras de carbono (CFRP)”. Concluye que la variación de la resistencia a la flexión de vigas de concreto armado reforzadas con láminas de fibras de carbono (Sika CarboDur S512), con respecto a las vigas de concreto armado patrones fue de: 63.6 % y 59.8% para el Tipo I ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$) y Tipo II ($f'c=280 \text{ kg/cm}^2$) respectivamente.

Calla F, Torres J. (2015) en su investigación de pregrado “Reforzamiento por flexión de vigas de concreto armado con fibra de carbono”. Demostró la efectividad del reforzamiento con fibra de carbono por flexión, ya que en todas las vigas ensayadas se obtuvo momentos resistentes mayores, llegando así a un aumento aproximado de 30% a 40% en comparación a alas que no fueron reforzadas.

En nuestro país y específicamente en Cajamarca el concreto reforzado con fibra es muy limitado, debido a que no se cuenta con suficiente evidencia experimental y requisitos reglamentarios al respecto, sin embargo, debido al uso y el requerimiento de la ingeniería civil es necesario contrarrestar la baja resistencia a tracción y flexión del concreto convencional, el cual presenta una frecuente figuración por contracción plástica y un deficiente desempeño en condiciones de humedad. (Vásquez, 2015, p.1).

Callister (1997) menciona que. “Las fibras de carbono se denominan normalmente como fibras de grafito, sin embargo, solamente fibra de carbono de alto módulo de elasticidad con la estructura de grafito tridimensional puede ser denominada propiamente fibras de grafito. En virtud de que las fibras de carbono tienen elevados valores de resistencia a la tracción, módulo de elasticidad

extremadamente elevado y baja masa específicas, comparadas con otros materiales de ingeniería, se utilizan predominantemente en aplicaciones críticas que implican reducción de masa. las fibras de carbono comercialmente disponibles pueden duplicar sus valores de módulo de elasticidad en relación con las demás fibras de refuerzo, como la aramida y vidrio S, y exceder los metales en resistencia a la tracción. Cuando se utilizan materiales compuestos de fibras de carbono, su resistencia y módulo de La elasticidad se puede orientar de manera optimizada para minimizar la masa final. Además de la resistencia y rigidez, las fibras de carbono poseen excelente resistencia a la fatiga, características de amortiguación de vibraciones, resistencia térmica y estabilidad”.

Ojeda (2011). La fibra de carbono (CFRP) es un material compuesto esencialmente de átomos de carbono, constituido por pequeñas fibras de 50-10 micras (μm) de diámetro. Los átomos de carbono que conforman las fibras de carbono se encuentran entrelazadas entre sí a través de cristales, los cuales están alineados paralelamente al eje longitudinal de la fibra, lo cual le produce a la fibra una alta resistencia en relación a su tamaño.

Para Moncayo, Rodríguez, Alcívar, López, Soriano y Villacis (2016), señalan que la fibra de carbono es un elemento que puede aportar con el refuerzo a tensión, siendo de alta resistencia, de fácil colocación y además con una capacidad mayor inclusive que el mismo acero para resistir esfuerzos tensionantes. También la fibra de carbono puede aportar confinamiento al material (p. 57-62).

“El reforzamiento con fibras de carbono, consiste en incorporar en la estructura fibras de alta resistencia y una matriz, tal que ambas conserven su integridad física e identidades químicas” (Mallick, 2008).

Dentro de la ingeniería la resistencia de un elemento cualquiera se define como la capacidad para soportar esfuerzos y fuerzas aplicadas sin llegar al estado de rotura, adquiriendo deformaciones temporales o permanentes (Ottazzi, 2004).

Flores (2013) nos indica que, en el Perú, históricamente, el reforzamiento estructural que se ha venido utilizando a lo largo de los años ha sido de manera convencional, ya sea agregando elementos estructurales como columnas o placas, incrementando las dimensiones de las secciones transversales o instalando elementos metálicos que ayuden a soportar las cargas solicitadas en la edificación. Sin embargo, en los últimos 10 años cada vez es más frecuente en el Perú el uso de sistemas de reforzamiento estructural basados por materiales compuestos de alta tecnología que presentan innumerables ventajas frente a los métodos convencionales; como, por ejemplo, la fibra de carbono, el cual es un polímero 10 veces más resistente a la tracción que el acero ($35\ 500\text{ kg/cm}^2$ vs $4\ 200\text{ kg/cm}^2$) y mucho más liviano (p. 1).

Alegre (2017) nos dice que es importante para la ingeniería civil las distintas metodologías y materiales empleados en el reforzamiento estructural que tiene como finalidad contrarrestar las fallencias estructurales que presenta la edificación. Por ejemplo, el reforzamiento mayormente utilizado mediante el uso de concreto y acero de refuerzo o de reforzamiento estructurales utilizando materiales compuestos por fibras poliméricas, fibras de vidrio, fibras de carbono, etc. (p. 1).

Moncayo, Rodríguez, Alcívar, López, Soriano y Villacis (2016), “En las últimas décadas, la aplicación de compuestos de fibra de carbono para el refuerzo de estructuras, empieza a ser una alternativa de refuerzo común y sus propiedades conseguidas pueden ser superiores por la mayor resistencia mecánica y a la corrosión.” (p. 58).

Rocha, Rodríguez, Martínez, García, Cruz y Munive (2011), indican que “Las fibras de carbono son cada vez más utilizadas en diversas aplicaciones, que pueden ir desde muy básicas hasta avanzadas debido a su elevada resistencia mecánica y a la posibilidad de que pueden ser empleadas como material de refuerzo liviano” (p. 3).

Según Silva, L. (2014) son filamentos de corta longitud y pequeña sección transversal orientadas a lo largo de un solo eje y que pueden ser de diversos materiales naturales o de procedencia industrial. Al ser delgados se doblan fácilmente y desde hace años su uso en la preparación de hormigones ha representado una técnica muy empleada

debido a que mejoran ciertas características del concreto y lo convierten en un material especial.

Silva, L. (2014) indica que, la fibra de carbono se puede identificar como un polímero de una específica forma de grafito, siendo este una especie de carbono en estado puro. Posee propiedades mecánicas semejantes a la del acero tomando en cuenta que es un material más ligero tanto como la madera o el plástico. Comparadas con las demás fibras sintéticas del mercado, las fibras de carbono son mucho más costosas por lo que es necesario realizar un profundo análisis costo-beneficio para optar por utilizar este material como refuerzo para el hormigón.

Según Beltrán A. (2011) indica que, las propiedades de la fibra de carbono en conjunto con su característica, han ido variado y aumentado en cuanto a la calidad y cantidad que ofrece a sus usuarios, y hoy en día es a nuestro parecer y al de muchos otros ingenieros, una de las mejores opciones para el reforzamiento de elementos estructurales, y continuación indica las propiedades y las características del polímero reforzado con fibra de carbono (CFRP).

Propiedades: Las propiedades de las fibras de carbono hacen a este material muy popular en la industria aeroespacial, ingeniería civil, aplicaciones militares, deportes, etc. Pero representa una alternativa más costosa en comparación con otro tipo de fibras similares. sin embargo, lo que prevalece son las opciones y variedad de propiedades que nos ofrece en relación a los demás tipos de reforzamiento (Beltrán, 2011).

Algunas de sus propiedades son las siguientes:

- Alta flexibilidad
- Alta resistencia
- Baja densidad
- Aislamiento térmico
- Tolerancia a altas temperaturas
- Baja expansión térmica
- Resistente a agentes externos

Características: A continuación, hablaremos acerca de las características generales de la fibra de carbono, que no llevarán a analizar qué tan recomendable o no puede ser el uso del ya mencionado material en estudio (Beltrán, 2011).

- Trabajabilidad
- Fácil aplicación
- Tiempo de aplicación
- Recubrimiento
- Seguro
- Periodo de vida

Tipos de fibra de carbono: En la industria internacional se manejan variados tipos de fibra de carbono, cada una de ellas con buenas propiedades, pero cada una con alguna particularidad que puede tener mayor utilidad en cada industria (Beltrán, 2011).

- Tejidos
- Platinas

Concreto

Mezcla de material aglomerante (conglomerante) y agregados fino y grueso. En el concreto normal, comúnmente se usan como medio aglomerante el cemento Portland y el agua, pero también pueden contener puzolanas y/o aditivos químicos (NTP 339.047, 2006).

Curado

Se define como tiempo de curado al periodo durante el cual el concreto es mantenido en condiciones de humedad y temperatura tales como para lograr la hidratación del cemento en la magnitud que se desea para alcanzar la resistencia seleccionada (Sánchez y Tapia, 2015).

Tiempo de fraguado

El tiempo transcurrido desde la adición del agua de mezcla a una mezcla cementicia, hasta que la mezcla alcanza el grado de rigidez especificado, medido por un procedimiento especificado (Norma Técnica Peruana NTP 339.047, 2006).

Según la N.T.P 399.078 (2012). El ensayo de la resistencia a flexión “consiste en aplicar una carga en los tercios de la luz de la viga hasta que ocurra la falla. El módulo de rotura se calculará, según la ubicación de la falla: dentro del tercio medio o a una distancia de éste no mayor del 5 % de la luz libre” (p.4).

1.2. Formulación del problema

¿Cuánto varía la resistencia a flexión en vigas de concreto simple al emplear fibras de carbono como reforzamiento con diferentes anchos?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la variación de la resistencia a flexión en vigas de concreto simple empleando fibras de carbono como reforzamiento con diferentes anchos.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar las propiedades físico- mecánicas de los agregados.
- Determinar la resistencia a flexión en vigas de concreto simple de la muestra patrón.
- Determinar la resistencia a flexión en vigas de concreto simple empleando fibras de carbono como reforzamiento con un ancho de 2, 3 y 4 cm.

1.4. Hipótesis

Al emplear fibra de carbono como reforzamiento con anchos de 2, 3 y 4 cm la resistencia a flexión varía en más de 15% en su resistencia.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

El tipo de diseño de investigación es experimental.

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

2.2.1. Unidad de estudio

La unidad de estudio es una viga de concreto simple.

2.2.2. Población

Vigas de concreto simple elaboradas (con y sin fibra de carbono).

2.2.3. Muestra

El muestreo serán las 60 vigas de concreto simple, así como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1. Tamaño de muestra.

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	7 días	14 días	28 días	TOTAL PARCIAL
Número de especímenes mínimos según NTP 399.601 - 2006			Mínimo 3	
Viga de concreto simple, muestra Patrón	5	5	5	15
Reforzamiento de 2 cm de ancho de fibra de carbono	5	5	5	15
Reforzamiento de 3 cm de ancho de fibra de carbono	5	5	5	15
Reforzamiento de 4 cm de ancho de fibra de carbono	5	5	5	15
TOTAL				60

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Técnicas

En cuanto a las técnicas, se especifica lo siguiente:

Esta investigación Experimental se realizó con ensayos de laboratorio con ensayos de laboratorio únicamente en el Laboratorio de Concreto de la Universidad Privada del norte, con los respectivos parámetros y protocolos aprobados por la Universidad y la carrera de Ingeniera Civil, además de que los datos serán validados por el profesional técnico de laboratorio y visado por el ingeniero asesor. A continuación, se muestra como ejemplo el protocolo de obtención de datos para las roturas del ensayo a flexión.

Figura N° 1 Protocolos de laboratorio para la obtención de datos en laboratorio.

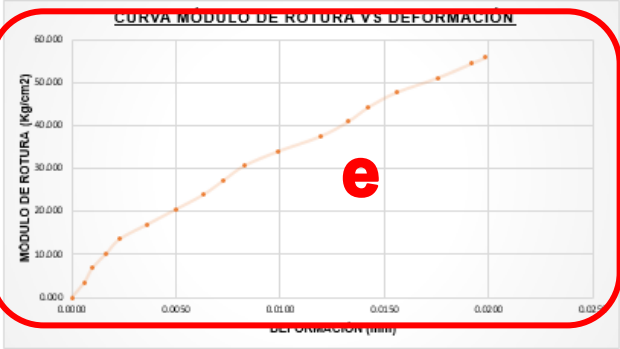
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA	N.T.P. 399.078		RCO-LC-UPNC.....
TESIS "RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO EN DIFERENTE PORCENTAJES"			
ID. VIGA:	M741		
FECHA DE ELABORACIÓN:	19/11/2018	ÁREA (cm ²):	301.81
FECHA DE ENSAYO:	28/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	7 días	REVISADO POR:	Dr. Inq. Miguel Ángel Marquieira Marona

N°	Carga (Ks)	Deformación (mm)	R (kgf/cm ²)	sp
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.09	3.413	0.0006
3	500	0.15	6.826	0.0010
4	750	0.25	10.238	0.0017
5	1000	0.35	13.651	0.0023
6	1250	0.55	17.064	0.0034
7	1500	0.7	20.477	0.0050
8	1750	0.9	23.889	0.0063
9	2000	1.1	27.302	0.0073
10	2250	1.25	30.715	0.0083
11	2500	1.50	34.128	0.0099
12	2750	1.80	37.540	0.0119
13	3000	2.00	40.953	0.0132
14	3250	2.15	44.366	0.0142
15	3500	2.35	47.779	0.0156
16	3750	2.65	51.192	0.0175
17	4000	2.90	54.604	0.0192
18	4099	3.00	55.956	0.0199

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.10
ANCHO (cm)	15.10
ALTURA (cm)	15.10

CARGA MÁXIMA (k-s)	4099.00
f _t (kgf/cm ²)	55.96

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFORMACIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Inq. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Inq. Miguel Ángel Marquieira Marona
FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018

En la parte “a” del protocolo implementado, se puede observar los datos generales, como el título de la investigación, cantera, ubicación, características del material, el responsable de la investigación y el nombre del asesor.

En la parte “b” se puede encontrar los datos que serán obtenidos de la observación a través del nivel topográfico y de la carga aplicada, además de un cálculo para el esfuerzo que general dichas cargas acompañadas de la deformación unitaria.

En la parte “c” se puede observar los datos que se tomaran de la unidad de Viga de Concreto Simple para poder realizar los cálculos respectivos, incluyendo la gráfica que da soporte visual para la toma de datos.

En la parte “d” se puede apreciar la gráfica Modulo de Rotura – Deformación unitaria que servirá para desarrollar el grafico respecto de los datos obtenidos en la parte “b”.

En la parte “e” se puede apreciar la Carga Máxima y el cálculo del Módulo de Rotura de cada Viga de Concreto Simple.

En la parte “f” que es la parte final del protocolo, se encuentran las observaciones que se va a tener en la realización del ensayo y la validación mediante rúbrica de los interesados que en este caso son del investigador, técnico de laboratorio y del docente asesor.

La investigación va a generar nuevo conocimiento sobre el empleo de la Fibra de Carbono como reforzamiento con diferentes anchos en Vigas de Concreto Simple.

Se emplearon los siguientes recursos:

Humanos

- El Tesista
- Técnico laboratorista
- Docente asesor

Materiales

- Agregado (de la cantera “La Banda”).

- Moldes (de triplay de 53.1 x 15.1 x 15.1 cm)
- Fibra de carbono (SikaWrap – 600C)
- Resina de impregnación (Sikadur – 301)
- Balanzas con aproximación a 0.01g.
- Plástico
- Carretillas
- Laptop (programas computacionales)
- Útiles de Oficina.

Servicios

- Internet
- Impresiones (Plan de Tesis, Protocolos)
- Empastado
- Movilidad

2.4. Procedimiento de recolección de datos

2.4.1. Obtención del material para las vigas de concreto simple con y sin reforzamiento.

2.4.1.1. Agregado

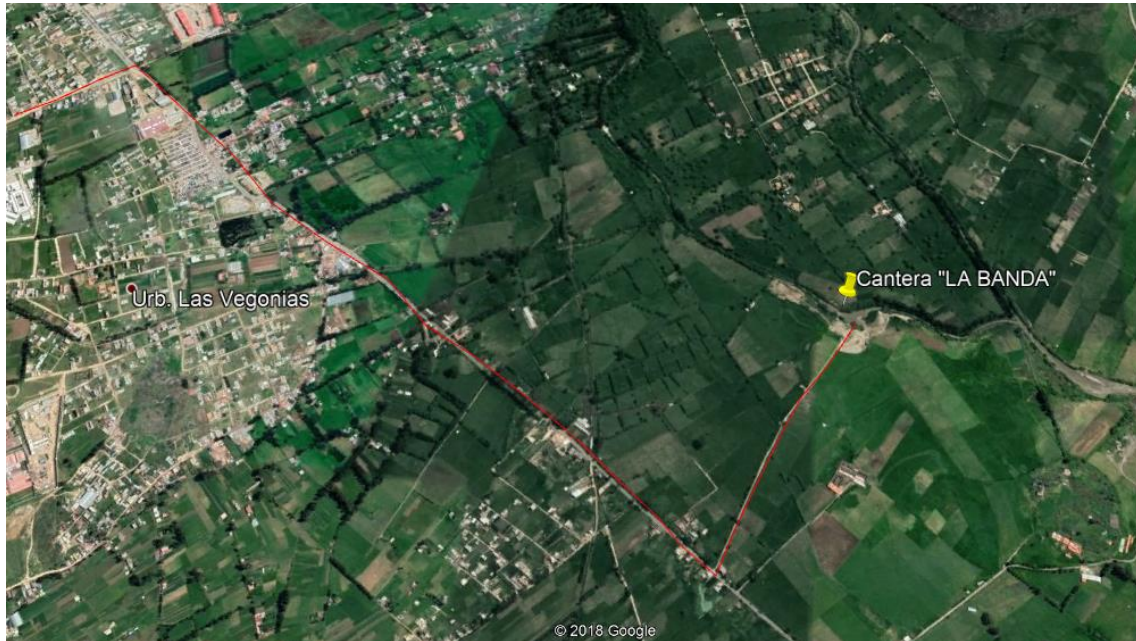
El agregado a considerar para la elaboración de las vigas de concreto simple con y sin reforzamiento con fibras de carbono, se extrajo de la cantera “La Banda”, posteriormente se realizaron los ensayos del agregado de acuerdo a los protocolos establecidos por el laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte, estos ensayos son descritos en páginas posteriores.

El agregado ha sido obtenido del lugar denominado La Victoria, en la ciudad de Cajamarca, provincia de Cajamarca, departamento de Cajamarca. Para llegar existe una única vía de acceso que es la Carretera Cajamarca – Jesús.

Tabla N° 2. Vías de Acceso

Provincia	Ruta	Distancia (KM)	Tiempo
Cajamarca	Carretera Cajamarca - Jesús	7.5	20 min

Figura N° 2 Vista satelital de la ubicación de la extracción del agregado.



2.4.1.2. Fibra de carbono (Según hoja técnica del producto SIKA)

La Fibra de Carbono **SikaWrap – 600 C** (Tejido de Fibra de Carbono para Reforzamiento Estructural).

Descripción del producto:

Es un tejido unidireccional de fibra de carbono. El material es laminado en campo usando Sikadur®-301 o Sikadur® Hex -300/306 (adhesivos epóxicos) para conformar el polímero reforzado con fibras (CFRP), el cual es empleado para el reforzamiento de elementos estructurales.

Usos: Para refuerzo a flexión, cortante, confinamiento de elementos estructurales tales como vigas, columnas, losas y muros por las siguientes causas.

- Incremento de cargas
- Incremento de carga viva
- Incremento de volumen de tráfico en puentes
- Instalación de maquinaria pesada en edificios industriales
- Estructuras con vibración
- Cambios en el uso de edificios
- Refuerzo sísmico

- Envoltura de columnas (confinamiento)
- Paredes de mampostería no reforzada
- Daño de partes estructurales
- Envejecimiento de materiales de construcción (corrosión)
- Impacto de vehículos
- Fuego
- Cambio en el sistema estructural
- Supresión de muros o columnas
- Remoción de secciones de losa y muros con aperturas
- Defectos de diseño o construcción
- Refuerzo insuficiente
- Altura insuficiente de los elementos
- Reforzamiento temporal

Características y ventajas:

- Es flexible, puede colocarse envolviendo elementos de forma compleja
- Alta resistencia
- Bajo peso
- No se corroe
- Resistente a sustancias ácidas y a álcalis.
- Bajo impacto estético
- Económico
- Puede ser aplicado en húmedo o en seco.
-

Tabla N° 3. Propiedades de la lámina curada.

Resistencia a la tensión	139,000 psi (960 N/mm ²)
Módulo de elasticidad	10.6 10 ⁶ psi (73,100 N/mm ²)
Elongación a la rotura	1.33%
Espesor	1.0 mm (0.039 pulgadas)
Dirección de la fibra	0° (unidireccional)
Peso por metro cuadrado	610 g

Fuente: SikaWrap – 600C

Tabla N° 4. Propiedades de la fibra.

PROPIEDADES DE LA FIBRA	
Resistencia a la tensión	620,000 psi (4,300 N/mm ²)
Módulo de elasticidad	34.9 10 ⁶ psi (240,000 N/mm ²)
Elongación	1.55%
Densidad	1.81 g/cc
Espesor	0.337 mm (0.0133 pulgadas)

Fuente: SikaWrap – 600C

Silva, L. (2014). La fibra de carbono es un producto proveniente de materiales con base en el poliacrilonitrilo, que tiene origen en la industria de refinado de petróleo, oxidado entre 1500 y 2000 °C. El resultado es un material con base en carbono, bajo la forma de fibras en la cual los átomos de carbono se quedan en perfecta alineación, esta alineación es la que produce la elevada resistencia de la fibra de carbono.

2.4.1.3. Agua

El agua que se emplea en la fabricación de las Vigas de Concreto Simple con y sin reforzamiento proviene del suministro de agua potable de la ciudad de Cajamarca, que brinda la EPS SEDACAJ. La cantidad se determinará de acuerdo a lo establecido por los ensayos de laboratorio.

2.4.1.4. Ensayos del agregado

Estos ensayos se realizaron de acuerdo a lo establecido en las normas técnicas peruanas además de seguir los protocolos establecidos por la Universidad. Entre los ensayos que se van a realizar son los siguientes

- Método de análisis granulométrico del agregados gruesos y finos. MTC E204 – ASTM C136 – NTP 400.012.
- Método para Contenido de Humedad. MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127.
- Método para Peso específico y absorción de agregados gruesos. MTC E206 – ASTM C127 – NTP 400.021.
- Método para la Gravedad específica y absorción de agregados finos MTC E205 – ASTM C128 – NTP 400.022.

- Método para determinar el peso unitario y relación de vacíos del agregado. MTC E203 – ASTM C29 – NTP 400.017.
- Método para determinar cantidad de material fino que pasa por el tamiz N°200. MTC E202 – ASTM C117 – NTP 400.018.
- Método para la abrasión de los Ángeles al desgaste de los agregados de tamaños menores de 35.5 mm (1 ½”). MTC E207 – ASTM C131 – NTP 400.019.

2.4.1.5. Ensayos de propiedades mecánicas

Estos ensayos se desarrollan con la finalidad de comprobar los Módulos de rotura máximos que tendrán las vigas de concreto simple que se elaboraron, teniendo en cuenta la muestra patrón y los especímenes con reforzamiento de fibra de carbono

- Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

2.5. Procedimiento de tratamiento de análisis de datos

2.5.1. Análisis de datos de los ensayos de los agregados

Una vez obtenido los datos, se procederá a realizar el diseño de mezclas según el método ACI 211.

2.5.2. Análisis de datos de los ensayos de propiedades mecánicas.

En cuanto a las propiedades mecánicas, estas se obtendrán al someter a los especímenes en la máquina de Flexión para determinar el módulo de rotura máximo que pueden soportar. De los resultados obtenidos, según la Norma Técnica Peruana NTP 339.078.

2.6. Procedimiento de ensayos practicados

2.6.1. Análisis de datos de los ensayos de los agregados

a. Extracción y preparación de las muestras

Según los estándares catalogados en la Norma Técnica Peruana 400.010 – 2001.

Objetivo

La presente Norma Técnica Peruana establece los procedimientos del muestreo del agregado grueso, fino y global, para los propósitos siguientes:

- Investigación preliminar de la fuente potencial de abastecimiento.
- Control en la fuente de abastecimiento.
- Control de las operaciones en el sitio de su utilización.
- Aceptación o rechazo de los materiales

Significado y uso

El muestreo y el ensayo son importantes, por lo tanto, el operador deberá tener siempre la precaución de obtener muestras que denoten la naturaleza y condiciones del material al cual representan.

Muestras confiables

- Generalidades

De preferencia, las muestras para los ensayos de calidad deberán ser obtenidas de productos acabados. La muestra de productos acabados para ser ensayada por pérdida al desgaste de abrasión no estará sujeta a chancado posterior o reducido manualmente, a menos que la medida del producto acabado sea tal que requiera reducción posterior para los propósitos del ensayo.

- Inspección

El material será inspeccionado para determinar variaciones perceptibles. El vendedor proveerá el equipo conveniente y necesario para la inspección y el muestreo

- Procedimiento

Muestreo de flujos de corriente de agregados (Descarga de depósitos o cintas).

De la producción seleccionar muestras al azar. Obtener por lo menos 3 incrementos iguales, seleccionados al azar de la unidad que está siendo muestreada y combinarlos para formar una muestra cuya masa iguale o exceda lo mínimo recomendado según la tabla N° 5; este fue el muestreo utilizado en la presente tesis.

Muestreo de fajas transportadoras: Seleccionar el muestreo al azar de la producción, Obtener por lo menos 3 incrementos aproximadamente iguales, seleccionados al azar, de la unidad que está siendo muestreada y combinarlos para formar una muestra de campo cuya masa iguale o exceda a la mínima recomendada según la tabla N° 5.

Muestreo de depósitos o unidades de transporte: De ser posible evitar este tipo de muestreo, particularmente para la determinación de las propiedades del agregado que puedan ser dependientes de su granulometría. Si las circunstancias hacen necesario realizar este tipo de muestreo, designar un plan de muestreo para este caso, aceptado por todas las partes involucradas; esto permitirá a la entidad que realiza el muestreo el uso de un plan que le dará confianza de los resultados obtenidos.

Número y masa de las muestras de campo:

El número de las muestras de campo (obtenidas por uno de los métodos descritos en el apartado - procedimiento), requeridas depende del estado y variación de la propiedad a medirse. Designar cada unidad de la que se obtuvo la muestra de campo, previa al muestreo. El número de muestras de la producción deberá ser suficiente como para otorgar la confianza deseada en los resultados de los ensayos.

Tabla N° 5. Medida de muestras

Tamaño máximo nominal del agregado (mm / pulg)	Masa mínima aproximada para muestra de campo (kg)
Agregado fino	
2,36 (#8)	10
4,76 (#4)	10
Agregado grueso	
9,5 (3/8)	10
12,5 (1/2)	15
19,0 (3/4)	25
25,0 (1)	50
37,5 (1 ½)	75

50 (2)	100
63 (2 ½)	125
75 (3)	150
90 (3 ½)	175

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.010-2001.

Envió de muestras:

Transportar los agregados en bolsas u otros contenedores construidos como para prevenir pérdidas o contaminación de alguna parte de la muestra; o daños al contenido por el manipuleo durante el transporte.

La identificación individual de los contenedores de embarque para muestras de agregado estará anexa o incluida tanto en el reporte de campo, en el parte de laboratorio y en el reporte de ensayo.

b. Método de análisis granulométrico del agregados gruesos y finos. MTC E204 – ASTM C136 – NTP 400.012

Resumen:

Este ensayo se aplica para determinar la gradación de materiales propuestos para su uso como agregados o los que están siendo utilizados como tales. Los resultados serán utilizados para determinar el cumplimiento de la distribución del tamaño de partículas con los requisitos que exige la especificación técnica de la obra y proporcionar los datos necesarios para el control de la producción de agregados.

Material:

- Muestra seca a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- La muestra se obtiene por medio de cuarteo. El agregado debe estar completamente mezclado y tener humedad suficiente para evitar segregación y pérdida de finos.
- Agregado Fino, las muestras de agregado fino para el análisis granulométrico, después de secadas, deberán tener mínimo 300 g.
- Agregado Grueso, las muestras de agregado grueso para el análisis granulométrico, después de secadas, deberán tener aproximadamente los siguientes pesos:

Tabla N° 6. Cantidad mínima de muestra de granulometría para agregado grueso.

Tamaño Máximo Nominal Aberturas Cuadradas mm (pulg)	Cantidad de la Muestra de Ensayo, Mínimo kg
9,5 (3/8)	1
12,5 (1/2)	2
19,0 (3/4)	5
25,0 (1)	10
37,5 (1 ½)	15
50 (2)	20
63 (2 ½)	35
75 (3)	60
90 (3 ½)	100
100 (4)	150
125 (5)	300
150 (6)	500

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.012-2001, 2018

Para mezclas de agregados gruesos y finos, la muestra será separada en dos tamaños, por el tamiz N° 4 y preparada de acuerdo a lo descrito para agregados gruesos y finos respectivamente.

Equipos:

- Balanza con sensibilidad de por lo menos 0.1% del peso de la muestra.
- Tamices seleccionados de acuerdo con las especificaciones del material a ensayar.
- Estufa capaz de mantener una temperatura uniforme de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$. (También se puede realizar el tamizado con material seco al aire libre, por lo que no es necesario secar en una estufa).

-

Procedimientos:

- Secar la muestra a peso constante a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Seleccionar tamices adecuados para cumplir con las especificaciones del material que se va a ensayar, colocar los tamices en orden decreciente por tamaño de abertura.

- Efectuar la operación de tamizado manual o por medio de un tamizador mecánico, durante un tiempo adecuado.
- Limitar la cantidad de material en un tamiz con el objetivo que todas las partículas puedan alcanzar las aberturas del tamiz varias veces durante el tamizado.
- Continuar el tamizado por un periodo suficiente, de tal manera que al final no más del 1% de la masa del residuo sobre uno de los tamices, pasará a través de él durante 1 min de tamizado manual.
- Determinar la masa de cada incremento de medida sobre una balanza. La masa total de material luego del tamizado deberá ser verificada con la masa de la muestra colocada sobre cada tamiz. Si la cantidad difiere en más de 0.3%, sobre la masa seca original de la muestra, el resultado no deberá utilizarse para propósitos de aceptación.

c. Método para contenido de humedad. MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127

Resumen:

El contenido de humedad de un material se usa para expresar las relaciones de fase del aire, agua y sólidos en un volumen de material dado. Como es posible obtener la humedad en casi todos los tipos de muestra, se utiliza con frecuencia para completar los diagramas de fase. Sirve también para obtener la masa húmeda de algún agregado, para la corrección en la fase de diseño de mezclas.

En un suelo fino (cohesivo), la consistencia depende de su humedad. La humedad de un suelo, junto con sus límites líquido y plástico se usa para expresar su consistencia relativa o índices de liquidez.

Material:

- Muestra alterada extraída del estrato en estudio o agregados fino o grueso: 500 gr.
- Agregado Fino: 400 gr. (Arena gruesa o fina)
- Agregado Grueso: 1 Kg. ($TM \leq 1''$), 1.5 kg ($TM > 1''$),
- (*) Para el caso de agregados se tiene que realizar el procedimiento de variabilidad y muestreo. (ASTM-D75). El número de taras a utilizar depende la cantidad y el tamaño de su tara. (Recomendable 6 taras.

Equipos:

- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Estufa con control de temperaturas o Horno de Temperatura: $100 \pm 10^\circ\text{C}$
- Recipientes o Taras.

Procedimientos:

- Identificación del recipiente (A)
- Pesar el recipiente o tara (B).
- Pesar la muestra húmeda en el recipiente o tara (C).
- Secar la muestra en la estufa durante 24 horas a 105°C .
- Pesar la muestra seca en el recipiente o tara (D).
- Determinar el peso masa húmeda (E) = C - B.
- Determinar el peso del suelo seco (F) = D - B
- Determinar el contenido de humedad (G) = $(E - F / F) * 100\%$
- $(W\%) = \frac{W_w - W_s}{W_s} * 100 \dots \dots \dots$ **Ecuación N° 1**
- *W_w: Peso Natural W_s: Peso Seco W%: Humedad Total*

d. Método para peso específico y absorción de agregados gruesos. MTC E206 – ASTM C127 – NTP 400.021.

Resumen:

Este ensayo se aplica para determinar el peso específico seco, peso específico saturado con superficie seca, peso específico aparente y absorción de agregado grueso, a fin de usar estos valores en el cálculo y corrección de diseños de mezclas.

Material:

- Material retenido en la malla N° 4 y lavado para remover el polvo e impurezas superficiales.
- El peso mínimo de la muestra de ensayo que será usado será:

Tabla N° 7. Peso mínimo para el ensayo de peso específico del agregado grueso.

Tamaño Máximo Nominal mm (pulg)	Cantidad de la Muestra de Ensayo, Mínimo kg
12,5 (1/2) o menos	2
19,0 (3/4)	3
25,0 (1)	4
37,5 (1 ½)	5
50 (2)	8
63 (2 ½)	12
75 (3)	18
90 (3 ½)	25
100 (4)	40
112 (4 ½)	50
125 (5)	75
150 (6)	125

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.021-2002, 2018

Equipos:

- Balanza sensible a 0.5gr y con capacidad de 5000 gr o más.
- Cesta con malla de alambre, abertura correspondiente al tamiz N° 6
- Depósito de agua, para sumergir la cesta de alambre y un dispositivo para suspenderla del centro en la escala de la balanza
- Tamiz N° 4, para separar agregados gruesos de finos.
- Estufa capaz de mantener una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Procedimientos:

- Secar la muestra a peso constante a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, ventilar en lugar fresco a temperatura ambiente hasta que el agregado haya enfriado a una temperatura que sea cómoda al tacto aproximadamente 30 minutos. Sumergir el agregado en agua a una temperatura ambiente por 24 horas.
- Cuando los valores de peso específico y la absorción van a ser usados en proporcionamiento de mezclas de concreto en los cuales los agregados van a ser usados en condición natural de humedad, el requerimiento inicial de secado a peso constante puede ser eliminado y si las superficies de las

partículas de la muestra van a ser mantenidas continuamente húmedas antes del ensayo, el remojo de 24 horas puede ser eliminado.

- Remover la muestra del agua y hacerla rodar sobre un paño grande y absorbente, hasta hacer desaparecer toda película de agua visible, aunque la superficie de las partículas aún parezca húmeda. Secar separadamente en fragmentos más grandes. Se debe tener cuidado en evitar la evaporación durante la operación del secado de la superficie. Se obtiene el peso de la muestra bajo la condición de saturado superficialmente seca.
- Después de pesar, se coloca de inmediato la muestra saturada con superficie seca en la cesta de alambre y se determina su peso en agua a una temperatura entre $23\text{ °C} \pm 1.7\text{ °C}$.
- Secar la muestra hasta peso constante a una temperatura de $100\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ y se deja enfriar hasta temperatura ambiente.

e. Método para la gravedad específica y absorción de agregados finos MTC E205 – ASTM C128 – NTP 400.022.

Resumen:

Este ensayo se aplica para determinar el peso específico seco, peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción de agregado fino, a fin de usar estos valores en el cálculo y corrección de diseños de mezclas.

Material:

- Agregado fino (aprox. 1000 gr), secado a peso constante a $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

Equipos:

- Balanza sensible a 0.5gr y con capacidad de 5000 gr o más.
- Balanza sensible a 0.1% del peso medido y con capacidad de 1000 gr o más
- Frasco volumétrico de 500 ml de capacidad, calibrado hasta 0.1 ml a 20 °C
- Molde cónico metálico, $40\text{ mm} \pm 3\text{ mm}$ de diámetro en la parte superior, $90\text{ mm} \pm 3\text{ mm}$ de diámetro en la parte inferior y $75\text{ mm} \pm 3\text{ mm}$ de altura.
- Varilla compactadora de metal de $340\text{ gr} \pm 15\text{ gr}$ de peso con un extremo de superficie plana circular de $25\text{ mm} \pm 3\text{ mm}$ de diámetro.

Procedimientos:

- Se coloca el material en un recipiente y se cubre con agua, se deja reposar durante 24 horas. Se extiende sobre una superficie plana expuesta a una corriente suave de aire tibio y se remueve con frecuencia, para garantizar un secado uniforme. Se continúa esta operación hasta que los granos del agregado no se adhieran entre sí. En el molde cónico, se coloca la muestra y se apisona suavemente 25 veces con la varilla de metal y se levanta el molde verticalmente. Repetir la operación del secado y del molde cónico hasta que el cono de agregado se desintegre, siendo en ese instante cuando el agregado fino se encuentra en estado de saturado superficialmente seco
- Invertir y agitar el frasco para eliminar todas las burbujas de aire cerca de 15 a 20 minutos
- Se introduce en el frasco 500 gr de la muestra preparada y se añade agua hasta aproximadamente 90% de la capacidad del frasco para eliminar el aire atrapado, se agita constantemente y se coloca en un baño de agua a una temperatura entre 21 °C y 25 °C durante 1 hora. Se llena el frasco hasta la marca de 500 ml y se determina su peso total.
- Se saca el agregado fino del frasco, se seca a peso constante a una temperatura de 110 °C ± 5 °C, se enfría a temperatura ambiente en un secador durante ½ hora a 1 ½ hora y se pesa.

Formulas

- Peso específico de masa (Pem)

$$P e_m = \frac{W_o}{(V-Va)} * 100 \dots\dots\dots \text{Ecuación N° 2}$$

Siendo:

Pem = Peso específico de masa

Wo = Peso en el aire de la muestra secada en el horno (g)

V = Volumen del frasco en cm³

Va = Peso en g o volumen en cm³ de agua añadida al frasco.

- Peso específico de masa saturado con superficie seca (Pesss)

$$Pe_{sss} = \frac{500}{(V-Va)} * 100 \dots\dots\dots \text{Ecuación N° 3}$$

- Peso específico aparente (Pea)

$$Pe_a = \frac{W_o}{(V-Va)-(500-W_o)} * 100 \dots\dots\dots \text{Ecuación N° 4}$$

- Absorción (Ab)

$$A_b = \frac{500-W_o}{W_o} * 100 \dots\dots\dots \text{Ecuación N° 5}$$

f. Método para determinar el peso unitario y relación de vacíos del agregado.

MTC E203 – ASTM C29 – NTP 400.017.

Resumen:

Este ensayo cubre la determinación del peso unitario suelto o compactado y el cálculo de vacíos en el agregado fino, grueso o en una mezcla de ambos, basados en la misma determinación. Este método se utiliza para determinar el valor del peso unitario utilizado por algunos métodos de diseño de mezclas de concreto.

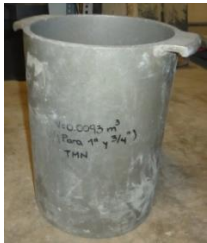
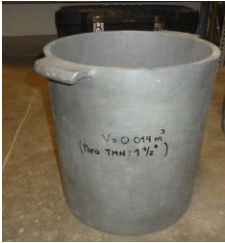
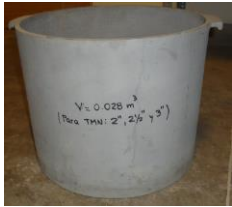
Material:

- La muestra de ensayo debe ser aproximadamente 125 a 200% de la cantidad requerida para llenar el recipiente de medida y ser manipulada evitando la segregación. Secar el agregado a peso constante, preferiblemente en un horno a $110 \pm 5^\circ\text{C}$.

Equipos:

- Balanza con aproximación a 0.05 kg y con exactitud de 0.1% del peso de la muestra
- Varilla compactadora de acero cilíndrica y punta semiesférica.
- Moldes de medida, cilíndricos y metálicos. (tener en cuenta la tabla N° 6)
- Pala o cucharón metálico de mano.

Tabla N° 8 Modelos cilíndricos.

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO	VOLUMEN DEL MOLDE A UTILIZAR	MOLDE
3/4" – 1"	0.0093 m ³	
1 1/2"	0.014 m ³	
2"	0.028 m ³	

Procedimientos:

- **Método del apisonado (T.M.N menor a 1 1/2") – Peso unitario compactado**
 - ✓ El agregado debe colocarse en el recipiente, en tres capas de igual volumen aproximadamente, hasta colmarlo; cada una de las capas se nivela con la mano y se apisona con 25 golpes de varilla, distribuidos uniformemente en cada capa, utilizando el extremo semiesférico de la varilla. Al apisonar la primera, debe evitarse que la varilla golpee el fondo del recipiente, al apisonar las capas superiores, se aplica la fuerza necesaria para que la varilla solamente atraviese la respectiva capa.
 - ✓ Una vez colmado el recipiente, se enrasa la superficie con la varilla, usándola como regla, y se determina el peso del recipiente lleno en kilogramos.

- **Procedimiento de percusión: para agregados de tamaño máximo nominal entre 37,5 mm (1 ½") y 150 mm (6").**

- ✓ Llenar el recipiente con el agregado en tres capas de igual volumen aproximadamente. Cada una de las capas se compacta colocando el recipiente con el agregado sobre una base firme y se inclina, hasta que el borde opuesto al punto de apoyo, diste unos 50 mm (2") de la base. Luego dejar caer, lo que produce un golpe seco y repetir la operación inclinando el recipiente por el borde opuesto. Cada capa se compacta dejando caer el recipiente 50 veces de la manera descrita, 25 veces cada extremo. Compactada la última capa, enrasar la superficie del agregado con una regla, de modo que las partes salientes se compensen con las depresiones en relación con el plano de enrase. Determinar el peso del recipiente de medida lleno y peso del recipiente, registrar los pesos con aproximación de 0,05 kg (0,11b).

- **Método de llenado con cucharón de mano (Peso unitario del agregado suelto)**

- ✓ Se llena el recipiente por medio de una herramienta (pala o cucharón de mano), de modo que el agregado se descargue de una altura no mayor de 50 mm, por encima del borde hasta colmarlo, el agregado sobrante se elimina con una regla.
- ✓ Se determina el peso del recipiente de medida más su contenido y el peso del recipiente y se registran los pesos con una aproximación de 0.05 kg.

g. Método para determinar cantidad de material fino que pasa por el tamiz N°200. MTC E202 – ASTM C117 – NTP 400.018.

Resumen:

Mediante este ensayo de laboratorio, se determina por lavado la cantidad de material fino que pasa el tamiz N° 200 (75 mm) en un agregado. Se separan de la superficie del agregado, partículas que pasan el tamiz N° 200, tales como: arcillas, agregados muy finos y materiales solubles en el agua.

El principio del ensayo consiste en evaluar el recubrimiento superficial que puede tener un agregado como consecuencia de material fino y su potencial de perjudicar el comportamiento de concretos y morteros en lo que pueda ser empleado.

Material:

- Muestra secada a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Obtención de la Muestra:

- Muestrear el agregado de acuerdo con el procedimiento descrito en MTC E-201. Si la muestra de ensayo será sometida a análisis granulométrico de acuerdo a MTC E 204, cumplir los requisitos aplicables en este procedimiento.
- Mezclar uniformemente la muestra de agregado a ser ensayado y reducir por cuarteo hasta una cantidad suficiente para ensayo utilizando los métodos aplicables descritos en ASTM C 702. Si la muestra es ensayada de acuerdo con MTC E-204, el tamaño mínimo será como se muestra en el protocolo

Equipos:

- Tamices N° 16 (1.18 mm) y N° 200 (75 μm)
- Recipiente.
- Balanza con aproximación a 0.1% del peso medido (de la muestra a ensayar)
- Estufa con control de temperaturas.

Procedimientos:

- Secar al aire libre la muestra extraída de la cantera.
- Separar el agregado fino y grueso a través de la malla N° 4 para facilitar el ensayo.
- Secar muestra a peso constante a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, pesar con una aproximación al 0.1% de la masa de la muestra de ensayo.
- Colocar la muestra seca y pesada en un recipiente y adicionar agua hasta cubrirla.
- Agitar la muestra para lograr la separación completa de las partículas más finas que el tamiz N° 200 de las partículas gruesas y llevar el material fino a la suspensión.

- Colocar el tamiz N° 16 sobre el tamiz N° 200 y verter el agua de lavado conteniendo los sólidos suspendidos y disueltos sobre los tamices; tener cuidado para evitar la decantación de las partículas más gruesas de la muestra.
- Adicionar una segunda carga de agua a la muestra en el recipiente, agitar y decantar como antes. Repetir esta operación hasta que el agua de lavado esté clara.
- Retornar todo el material retenido sobre los tamices mediante un chorro de agua. Secar el agregado lavado a peso constante a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y determinar la masa con aproximación al 0.1% de la masa original de la muestra.

h. Método para la abrasión de los Ángeles al desgaste de los agregados de tamaños menores de 35.5 mm (1 ½”). MTC E207 – ASTM C131 – NTP 400.019.

Resumen:

Este ensayo es una medida de la degradación de agregados de gradaciones normalizadas resultantes de una combinación de acciones, las cuales incluyen abrasión o desgaste, impacto y trituración, en un tambor de acero de rotación que contiene un número especificado de esferas de acero, dependiendo de la gradación de la muestra de ensayo. Al rotar el tambor, la muestra y las esferas de acero son recogidas por una pestaña de acero transportándolas hasta que son arrojadas al lado opuesto del tambor creando un efecto de trituración por impacto. Este ciclo es repetido mientras el tambor gira con su contenido. Luego de un número de revoluciones establecido, el agregado es retirado del tambor y tamizado para medir su degradación como porcentaje de pérdida.

Material:

- Muestra secada a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Elección de la carga dependiendo de la gradación

Tabla N° 9 Elección de carga.

Gradación	Numero de Esferas	Masa de la carga (g)
A	12	5 000 +- 25
B	11	4 584 +- 25
C	8	3 330 +- 20
D	6	2 500 +- 15

Equipos:

- Máquina de Los Ángeles.
- Tamices.
- Balanza con exactitud al 0.1% de la carga de ensayo sobre el rango requerido para este ensayo.
- Carga abrasiva (esferas de acero)

Procedimientos:

- Colocar la muestra de ensayo y la carga en la máquina de Los Ángeles y hacerla girar a una velocidad entre 30 rpm a 33 rpm por 500 revoluciones. Luego de terminadas las 500 revoluciones, descargar el material y pasar por el tamiz N° 12.
- Lavar el material más grueso que el tamiz N° 12 y secar al horno a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, hasta peso constante y determinar la masa con una aproximación a 1 gr.
- Si el agregado está esencialmente libre de revestimiento y polvo el requerimiento de lavado puede ser obviado, pero siempre se requiere secar antes del ensayo.

2.6.2. Ensayos de las propiedades mecánicas

2.6.2.1. Resistencia a flexión

a. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

En referencia con la Norma Técnica Peruana NTP 339.078, método de ensayo consiste en aplicar una carga en los tercios de la luz de la viga hasta que ocurra la

falla. El módulo de rotura se calculará, según la ubicación de la falla: dentro del tercio medio o a una distancia de éste no mayor del 5 % de la luz libre.

Material:

- Moldes con las proporciones adecuadas para someterla al ensayo.

Equipos:

- Máquina de ensayo de capacidad conveniente, suficiente y capaz de proveer una velocidad de carga indicada.

Procedimientos:

- La prueba de flexión se realizará tan pronto como sea posible, luego de retirar la viga de la cámara de curado. Las vigas con superficie seca arrojan resultados menores en mediciones del módulo de rotura.
- Cuando se usan vigas moldeadas, se gira sobre uno del lado con respecto a la posición de moldeado y se centra sobre las placas de apoyo. Cuando se usan vigas cortadas, se posiciona ésta para que la tensión corresponda a la superficie superior o al, tal como se hizo el corte inicialmente
- Se centra el sistema de aplicación de carga en relación con la fuerza aplicada. Se colocan los bloques los cuales se aplicará la carga en contacto con la superficie de la muestra en los tercios de la luz de la viga y aplicar una carga entre 3 % y 6% de la carga de rotura estimada. Usando medidores de espesores tipo láminas de 0,10 mm y 0,40 mm, determinar si algún espacio existente entre la muestra y el bloque de carga los de soporte, es mayor o menor que cada uno de los medidores de espesor en una longitud de 25 mm o más. Si no se obtiene u contacto completo entre la viga y los bloques de aplicación de la carga, será necesario refrenar, lijar o poner una cuña de cuero. Las tiras de cuero serán de un espesor uniforme de 6 mm y tendrán un ancho comprendido entre 25 mm a 50 mm, y deberán extenderse todo el ancho de la viga. Los espacios de más de 0,40 mm deben ser eliminados solamente mediante refrenado o esmerilado. El lijado de las superficies laterales debe ser mínimo, debido a que esta acción puede cambiar las características físicas de las muestras. El refrentado se hará en conformidad con las secciones aplicables de la NTP 339.037

- Se aplica la carga al espécimen de forma continua y sin impactos. La carga se aplica a una velocidad constante hasta el punto de ruptura. Aplica la carga a una velocidad que incremente constantemente la resistencia de la fibra extrema, entre 0,9MPa/min y 1,2MPa/min, hasta producir la rotura de la viga. La relación de carga se calcula utilizando la siguiente ecuación.

$$r = \frac{Sbd^2}{L} * 100 \dots\dots\dots \text{Ecuación N° 6}$$

En donde:

r: es la relación de carga, en N/min

S: tasa de incremento de la tensión máxima en la cara de tracción en MPa min

b: ancho promedio de la viga según su disposición para el ensayo, mm

Determinación de la resistencia a la flexión del concreto

En este resumen se presentan los lineamientos sobre la determinación de la resistencia a la flexión del concreto usando una viga simple con carga en los tercios del claro conforme a la norma mexicana NMX-C-191-ONNCCE-2004. Usted puede usarlo para familiarizarse con los procedimientos básicos de la Norma. Sin embargo, este resumen no tiene la intención de reemplazar los estudios completos que usted haga de la Norma NMX-C-191-ONNCCE. Esta norma mexicana establece el método de prueba para la determinación de la resistencia a la flexión del concreto, usando una viga con cargas concentradas en los tercios del claro (Hernández, 2008):

$$R = \frac{(P \times L)}{(b \times d)} * 100 \dots\dots\dots \text{Ecuación N° 7}$$

En donde:

R: Es el módulo de ruptura, en kPa (kgf/cm²).

S: Es la carga máxima aplicada, en N (kgf).

L: Es la distancia entre apoyos, en cm.

b: Es el ancho promedio del espécimen, en cm

d: Es al peralte promedio del espécimen, en cm.

b. Metodología de instalación de fibra de carbono como refuerzo estructural

Existen varias metodologías para colocar láminas de fibra de carbono como refuerzo estructural. La metodología para la colocación de la fibra de carbono en vigas de concreto armado es la siguiente (Helene, 2003):

- En primer lugar, se debe limpiar la superficie de contacto del concreto, esta superficie debe estar libre de aceites, grasas, polvo, pinturas, etc. Se debe realizar una limpieza integral eliminando las partículas sueltas como el polvo para evitar una mala adherencia entre el concreto y el reforzamiento de fibra de carbono.
- Seguidamente se aplica una capa de imprimante epóxico con rodillo, cuya finalidad es proveer una lámina de adherencia a la superficie del concreto. Posteriormente se rellenan con masilla o pasta epóxica los huecos que pudiera tener la superficie de contacto. En el caso de cangrejeras o fisuras profundas se deberá utilizar con mortero como relleno.
- Luego de preparar la superficie de concreto se envuelve la superficie con un saturante epóxico para humedecer las fibras secas y conservarla correcta dirección y posición de las fibras. Debido a su alta viscosidad, permite el fácil manejo de la fibra y su correcta aplicación. Además, dicho saturante distribuye los esfuerzos en las fibras y ayuda a protegerlas de las condiciones ambientales y la abrasión.
- Seguidamente se cortan y preparan a medida las láminas de fibras de carbono según el diseño de la sección, luego se colocan sobre la superficie de contacto, lo que permitirá que las láminas de fibras de carbono y el comiencen a absorber el saturante.
- Luego que la lámina absorba la primera capa de saturante, se aplica una segunda capa de saturante para cubrirla.
- Finalmente, se aplica una capa de acabado que cubre totalmente el reforzamiento con fibra de carbono, logrando una apariencia similar al concreto y protegiendo a la fibra de carbono de agentes externos.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

1) RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA BANDA

En las siguientes tablas (N 8 y N 9) podemos observar las propiedades del agregado grueso y agregado fino respectivamente de la cantera “La Banda”.

Tabla N° 10. Propiedades del agregado grueso.

PARÁMETRO DEL AGREGADO	VALOR	UNIDAD
Peso específico base seca	2.53	gr/cm ³
Peso específico base saturada	2.57	gr/cm ³
Peso específico aparente	2.62	gr/cm ³
Porcentaje de absorción	1.33	%
Peso unitario suelto	1324.76	Kg/m ³
Peso unitario compactado	1433.81	Kg/m ³
Contenido de humedad	1.35	%
Resistencia a la abrasión	31.9	%

Tabla N° 11. Propiedades del agregado fino.

PARÁMETRO DEL AGREGADO	VALOR	UNIDAD
Peso específico base seca	2.63	gr/cm ³
Peso específico base saturada	2.65	gr/cm ³
Peso específico aparente	2.68	gr/cm ³
Porcentaje de absorción	0.79	%
Peso unitario suelto	1686.38	Kg/m ³
Peso unitario compactado	1800.54	Kg/m ³
Módulo de finura	2.67	
Contenido de humedad	3.97	%
Material que pasa por el tamiz N° 200	8.43	%

2) RESULTADOS DEL DISEÑO DE MEZCLA ACI 211 DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA LA BANDA

En la siguiente tabla podemos observar cuales son los valores obtenidos del diseño de mezcla ACI, los cuales fueron usados en laboratorio para la elaboración de las Vigas de concreto Simple.

Tabla N 12. Diseño de mezcla.

Material	Dosificación
Cemento	1.00
Agregado fino	2.23
Agregado grueso	2.51
Agua	20.81 lts/bolsa

3) RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE PROBETAS CILÍNDRICAS A COMPRESIÓN.

En la siguiente tabla se presenta los resultados del ensayo a compresión axial de probetas de concreto simple, ensayadas a los 7 días de curado.

Tabla N° 13. Resistencia a compresión axial de probetas de concreto simple a los 7 días de curado.

N° de espécimen	Carga (kgf)	Resistencia (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)
1	47950	273.89	
2	49855	285.54	284.94
3	51575	295.39	

4) RESULTADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE ELABORADAS POR EL MÉTODO ACI 211,

En la siguiente tabla se presenta los resultados del ensayo a flexión de vigas de concreto simple, ensayadas a los 7 días de curado.

Tabla N° 14. Resistencia a flexión de vigas de concreto a los 7 días de curado.

N° de espécimen	Muestra Patrón		Reforzamiento con 2 cm de ancho de fibra		Reforzamiento con 3 cm de ancho de fibra		Reforzamiento con 4 cm de ancho de fibra	
	kgf	kg/cm ²	kgf	kg/cm ²	kgf	kg/cm ²	kgf	kg/cm ²
1	2950	39.74	3036	40.90	3391	46.29	4099	55.96
2	2606	34.99	3173	43.60	3558	47.93	3824	51.35
3	2957	40.10	3025	40.75	3540	48.49	3954	53.62
4	2830	38.25	3032	40.71	3333	45.65	3640	49.36
5	2968	40.25	3264	44.56	3531	48.04	3712	49.68
PROMEDIO	2862.20	38.67	3106.00	42.11	3470.60	47.28	3845.80	51.99
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	153.76	2.20	107.69	1.84	101.70	1.23	184.76	2.79

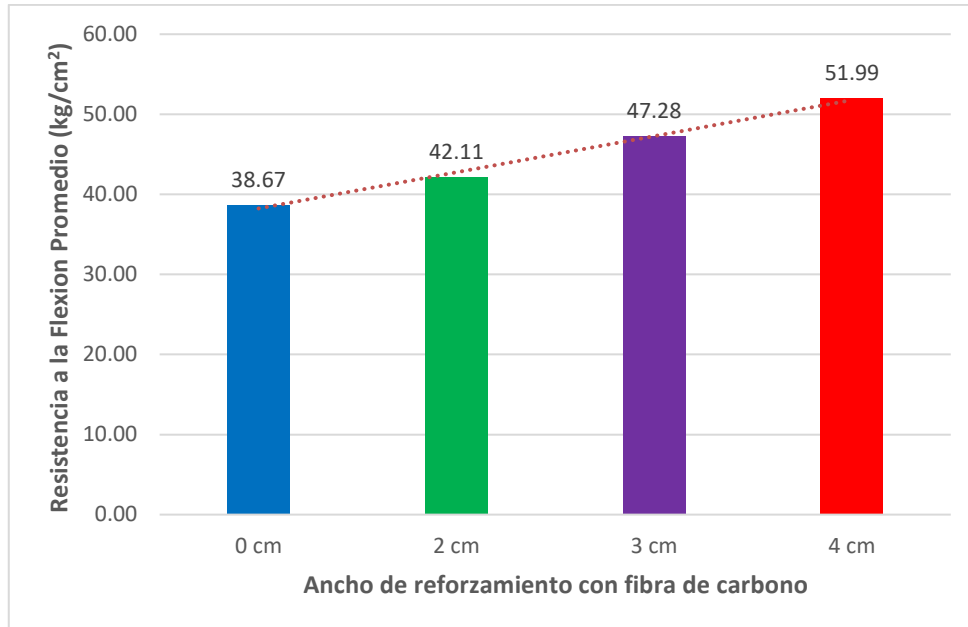
En la siguiente tabla se presenta la variación de la resistencia a flexión (módulo de rotura) a los 7 días de curado.

Tabla N° 15. Variación de la resistencia a flexión a los 7 días de curado.

Ancho de reforzamiento con fibra de carbono (cm)	0	2	3	4
Resistencia a la flexión promedio de vigas de concreto simple (kg/cm²)	38.67	42.11	47.28	51.99
% de la resistencia a flexión de las vigas de concreto simple respecto a la muestra patrón	100.00	108.89	122.28	134.46
Variación de la resistencia a flexión (%)	Aumenta en :	8.89	22.28	34.46

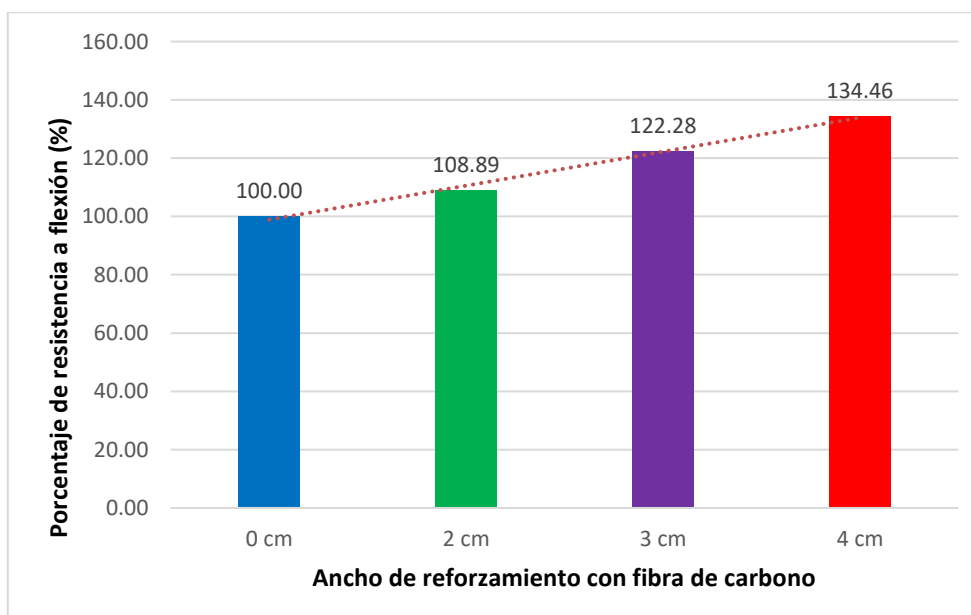
En la siguiente figura se pueden observar la resistencia a flexión promedio de las vigas de concreto simple vs el ancho de reforzamiento con fibra de carbono a los 7 días de curado.

Figura N° 3 Resistencia A flexión promedio en las vigas de concreto simple sin y con reforzamiento de fibra de carbono, a los 7 días de curado.



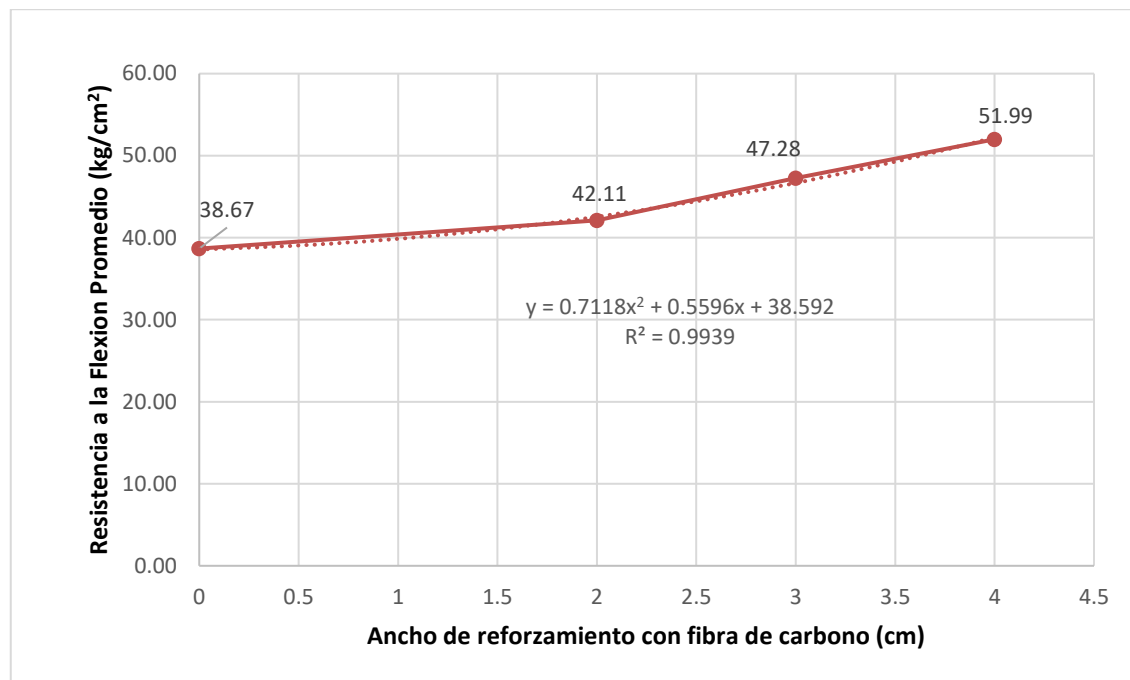
En la siguiente figura se pueden ver la variación de la resistencia a flexión de las vigas de concreto simple, a los 7 días de curado.

Figura N° 4 Variación de la resistencia a flexión en las vigas de concreto simple, a los 7 días de curado.



En la siguiente figura se pueden ver la línea de tendencia y ecuación de la variación de la resistencia a flexión de las vigas de concreto simple, a los 7 días de curado.

Figura N° 5 Línea de tendencia y ecuación de la variación de la resistencia a flexión de las vigas de concreto simple, a los 7 días de curado..



En la siguiente tabla se presenta los resultados del ensayo a flexión de vigas de concreto simple, ensayadas a los 14 días de curado

Tabla N° 16. Resistencia a flexión de vigas de concreto a los 14 días de curado.

N° de espécimen	Muestra Patrón		Reforzamiento con 2 cm de ancho de fibra		Reforzamiento con 3 cm de ancho de fibra		Reforzamiento con 4 cm de ancho de fibra	
	kgf	kg/cm²	kgf	kg/cm²	kgf	kg/cm²	kgf	kg/cm²
1	2949	40.39	3590	48.21	3868	52.45	4043	54.65
2	2950	40.14	3519	47.41	3867	52.44	4327	58.68
3	3409	46.85	3565	47.87	3857	52.83	4287	58.72
4	3434	46.88	3494	47.38	3876	52.56	4193	57.24
5	2945	40.34	3867	52.10	3646	49.94	4069	55.00
PROMEDIO	3137.40	42.92	3607.00	48.59	3822.80	52.04	4183.80	56.86
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	259.50	3.60	150.14	1.99	99.06	1.19	126.73	1.95

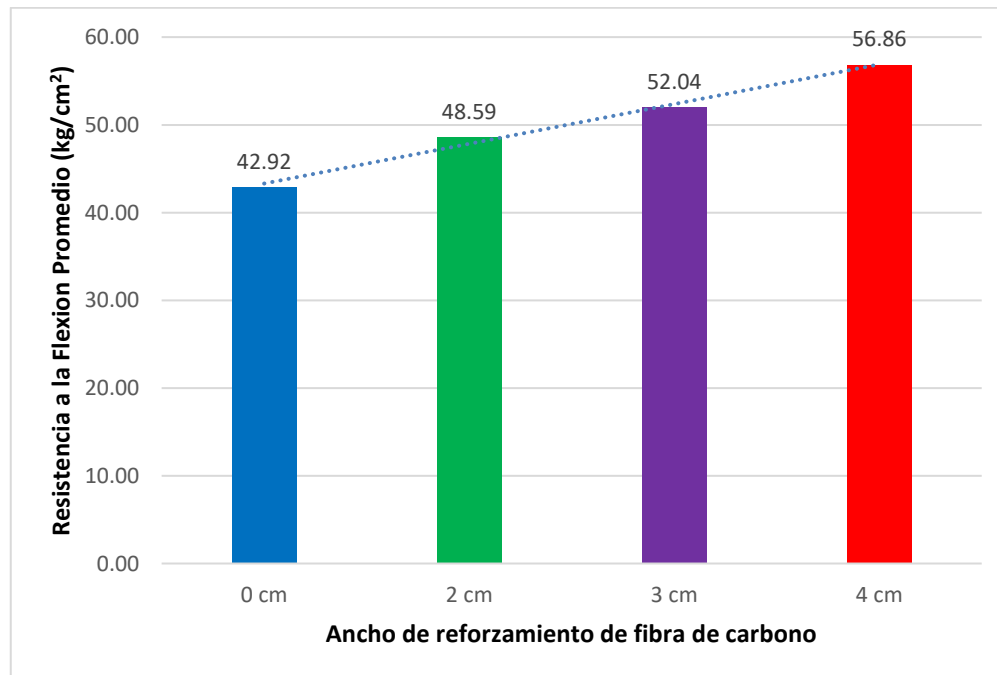
En la siguiente tabla se presenta la variación de la resistencia a flexión (módulo de rotura) a los 14 días de curado.

Tabla N° 17. Variación de la resistencia a flexión a los 14 días de curado.

Ancho de reforzamiento con fibra de carbono (cm)	0	2	3	4
Resistencia a la flexión promedio de vigas de concreto simple (kg/cm ²)	42.92	48.59	52.04	56.86
% de la resistencia a flexión de las vigas de concreto simple respecto a la muestra patrón	100.00	113.22	121.27	132.48
Variación de la resistencia a flexión (%)	Aumenta en :	13.22	21.27	32.48

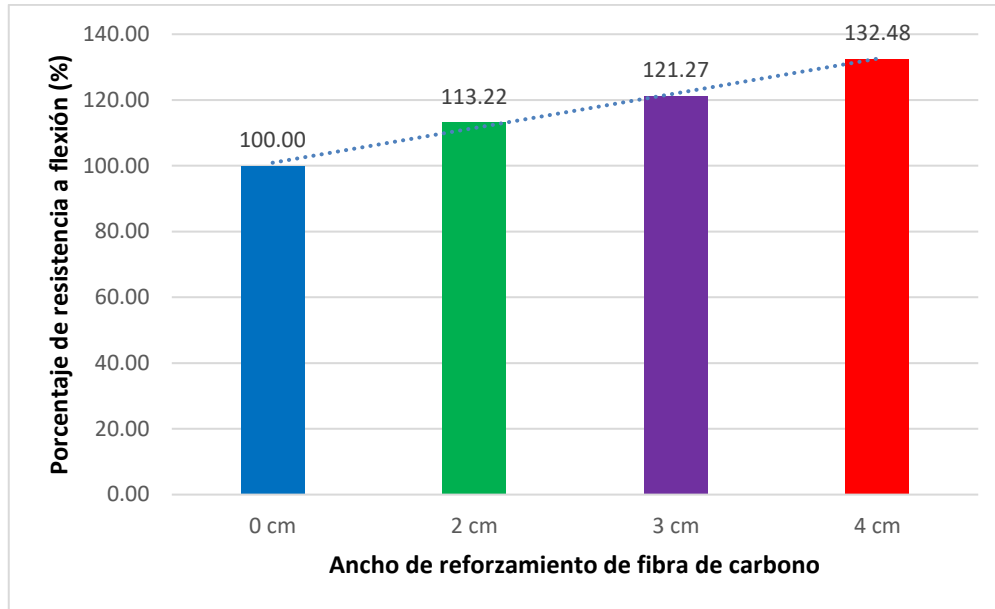
En la siguiente figura se pueden observar la resistencia a flexión promedio de las vigas de concreto simple vs el ancho de reforzamiento con fibra de carbono a los 14 días de curado.

Figura N° 6 Resistencia A flexión promedio en las vigas de concreto simple sin y con reforzamiento de fibra de carbono, a los 14 días de curado.



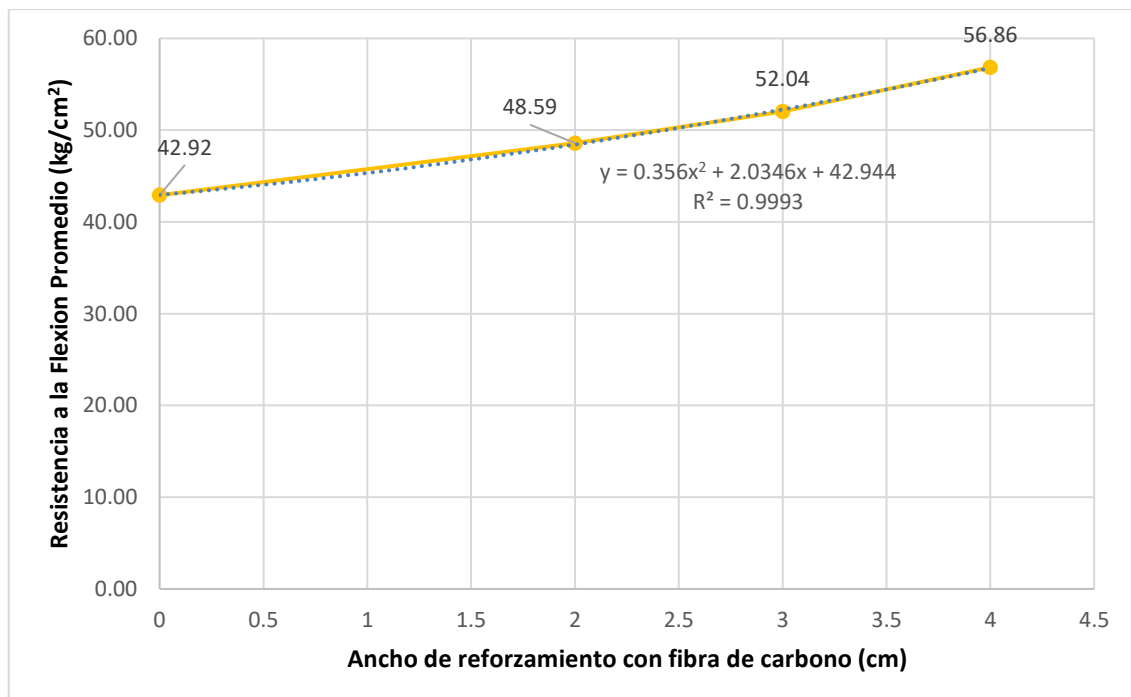
En la siguiente figura se pueden ver la variación de la resistencia a flexión de las vigas de concreto simple, a los 14 días de curado.

Figura N° 7 Variación de la resistencia a flexión en las vigas de concreto simple, a los 14 días de curado.



En la siguiente figura se pueden ver la línea de tendencia y ecuación de la variación de la resistencia a flexión de las vigas de concreto simple, a los 14 días de curado.

Figura N° 8 Línea de tendencia y ecuación de la variación de la resistencia a flexión de las vigas de concreto simple, a los 14 días de curado.



En la siguiente tabla se presenta los resultados del ensayo a flexión de vigas de concreto simple, ensayadas a los 28 días de curado

Tabla N° 18. Resistencia a flexión de vigas de concreto a los 28 días de curado.

N° de espécimen	Muestra Patrón		Reforzamiento con 2 cm de ancho de fibra		Reforzamiento con 3 cm de ancho de fibra		Reforzamiento con 4 cm de ancho de fibra	
	kgf	kg/cm ²	kgf	kg/cm ²	kgf	kg/cm ²	kgf	kg/cm ²
1	3201	43.84	3602	49.01	3835	52.53	4025	55.13
2	3437	47.07	3455	47.01	3972	53.86	4325	58.85
3	3336	45.69	3520	48.21	4029	55.18	4308	58.61
4	3458	46.89	3634	49.28	3743	51.10	4265	58.03
5	3282	44.80	3667	50.06	3785	51.16	4320	59.37
PROMEDIO	3342.80	45.66	3575.60	48.71	3872.80	52.77	4248.60	58.00
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	107.23	1.38	86.74	1.16	122.70	1.77	127.21	1.67

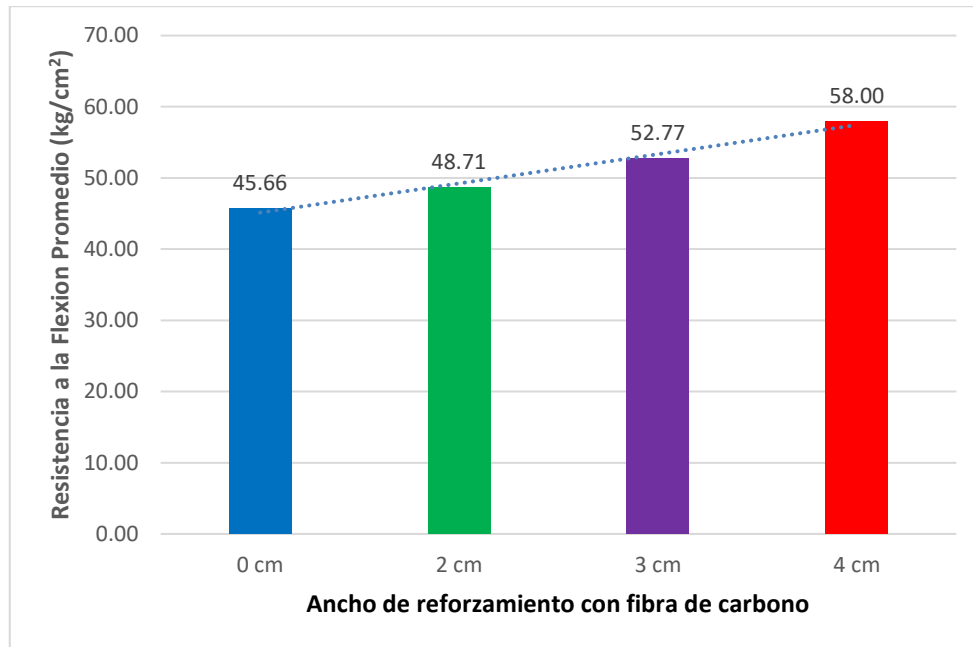
En la siguiente tabla se presenta la variación de la resistencia a flexión (módulo de rotura) a los 28 días de curado.

Tabla N° 19. Variación de la resistencia a flexión a los 28 días de curado.

Ancho de reforzamiento con fibra de carbono (cm)	0	2	3	4
Resistencia a la flexión promedio de vigas de concreto simple (kg/cm²)	45.66	48.71	52.77	58.00
% de la resistencia a flexión de las vigas de concreto simple respecto a la muestra patrón	100.00	106.69	115.56	127.02
Variación de la resistencia a flexión (%)	Aumenta en :	6.69	15.56	27.02

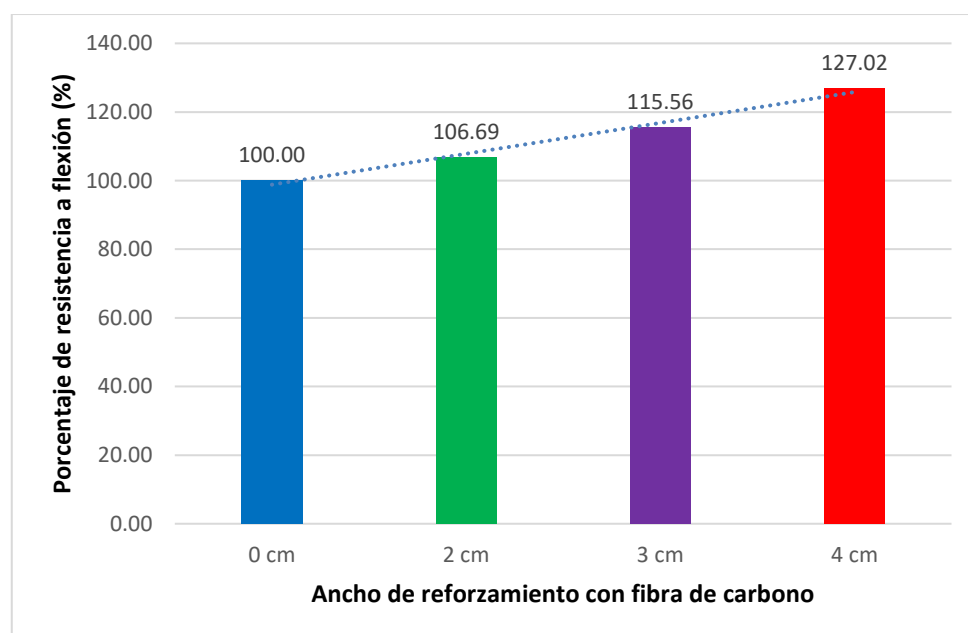
En la siguiente figura se pueden observar la resistencia a flexión promedio de las vigas de concreto simple vs el ancho de reforzamiento con fibra de carbono a los 28 días de curado.

Figura N° 9 Resistencia A flexión promedio en las vigas de concreto simple sin y con reforzamiento de fibra de carbono, a los 28 días de curado.



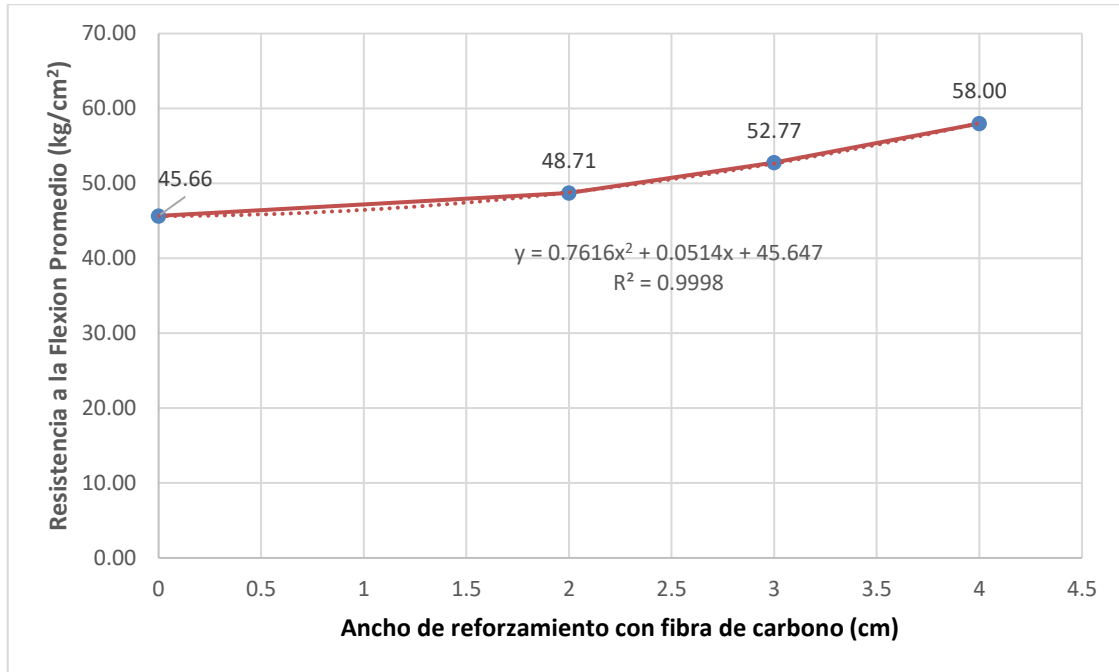
En la siguiente figura se pueden ver la variación de la resistencia a flexión de las vigas de concreto simple, a los 28 días de curado.

Figura N° 10 Variación de la resistencia a flexión en las vigas de concreto simple, a los 28 días.



En la siguiente figura se pueden ver la línea de tendencia y ecuación de la variación de la resistencia a flexión de las vigas de concreto simple, a los 28 días de curado.

Figura N° 11 Línea de tendencia y ecuación de la variación de la resistencia a flexión de las vigas de concreto simple, a los 28 días de curado.



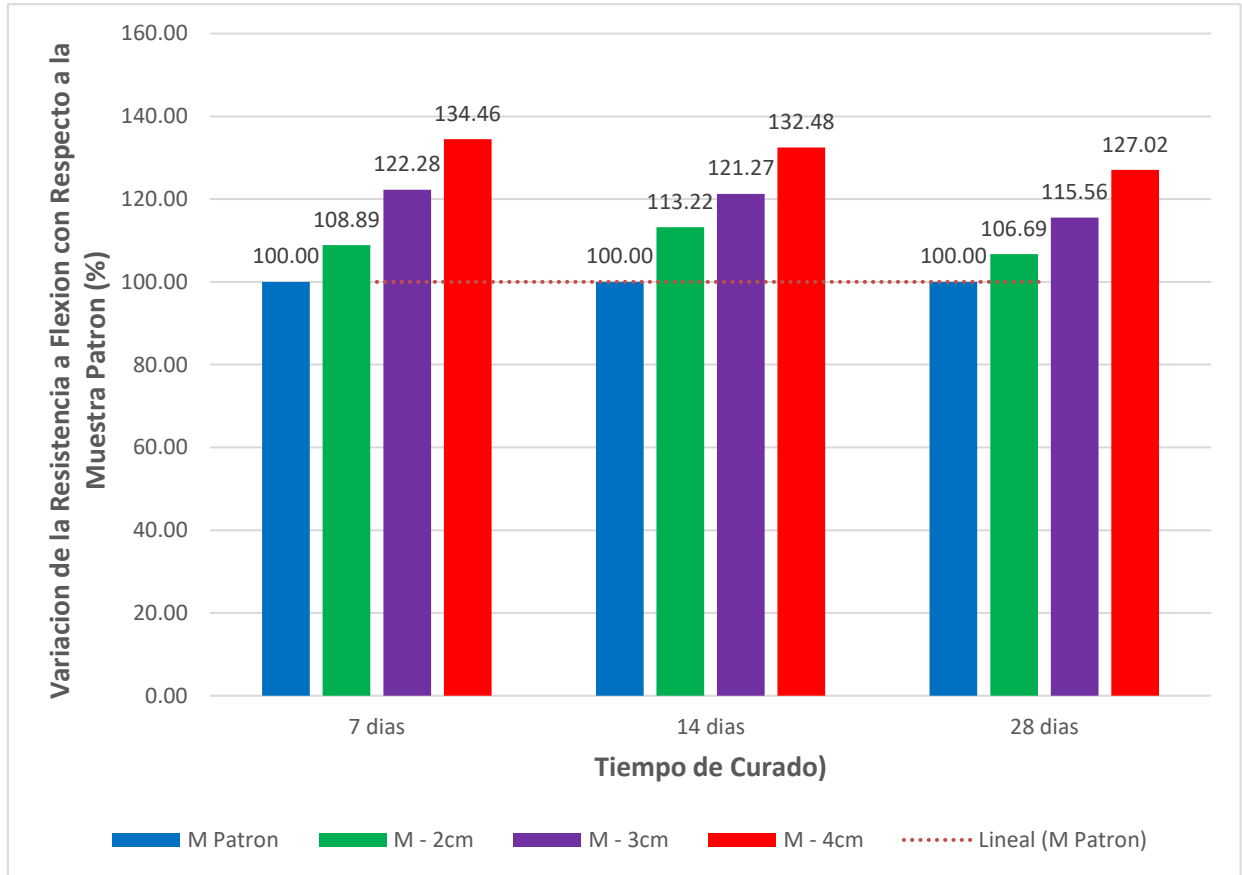
En la siguiente tabla se presenta la variación de la resistencia a flexión (módulo de rotura) con respecto a la muestra patrón en porcentaje a través del tiempo de curado.

Tabla N° 20. Variación de la resistencia a flexión con respecto a la muestra patrón (%) a través del tiempo de curado.

Ancho de reforzamiento de fibra de carbono	Variación de la resistencia a flexión con respecto a la muestra patrón (%)		
	7 días	14 días	28 días
M Patrón	100.00	100.00	100.00
M – 2 cm	108.89	113.22	106.69
M – 3 cm	122.28	121.27	115.56
M – 4 cm	134.46	132.48	127.02

En la siguiente figura se presenta la variación de la resistencia a flexión (módulo de rotura) con respecto a la muestra patrón en porcentaje a través del tiempo de curado.

Figura N° 12 Variación de la resistencia a flexión con respecto a la muestra patrón (%) a través del tiempo de curado



En la siguiente tabla de muestra la manera como va evolucionando la resistencia a flexión (módulo de rotura) de los diferentes tipos de concreto evaluados a través del tiempo, observándose el incremento en la resistencia a través del tiempo de curado.

Tabla N° 21. Evolución de la resistencia a flexión a través del tiempo.

Ancho de reforzamiento de fibra de carbono	Resistencia a flexión Promedio (kg/cm ²)		
	7 días	14 días	28 días
M Patrón	38.67	42.92	45.66
M - 2 cm	42.11	48.59	48.71
M - 3 cm	47.28	52.04	52.77
M - 4 cm	51.99	56.86	58.00

Figura N° 13 evolución de la resistencia a flexión a través del tiempo.

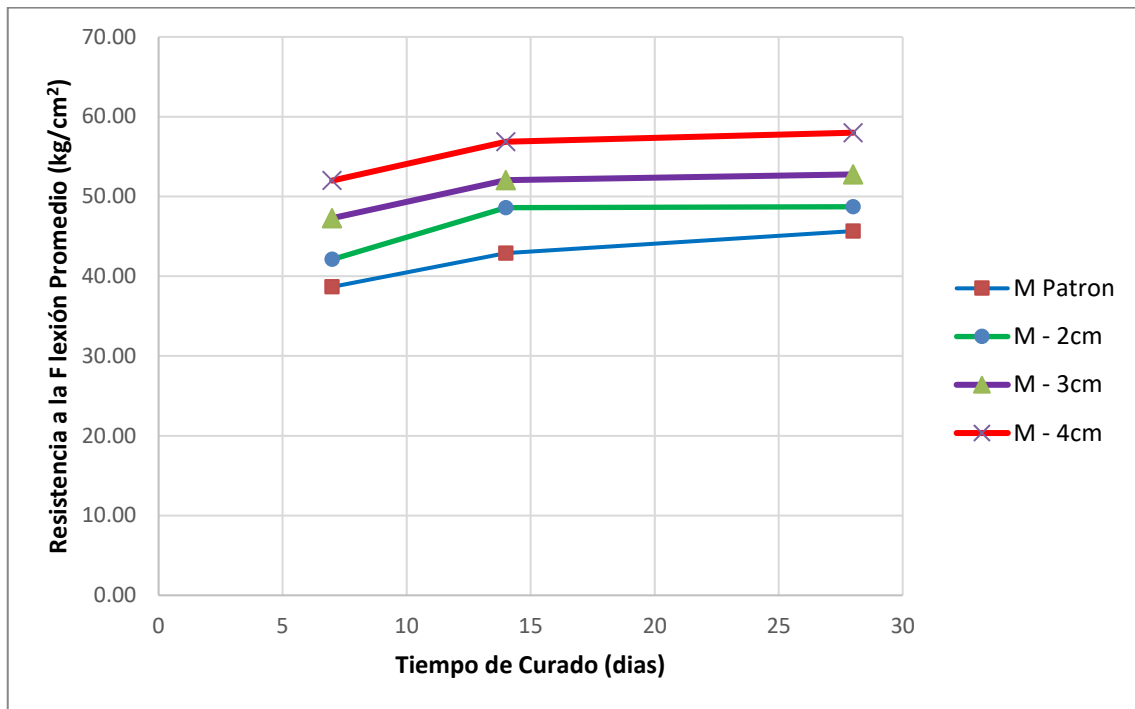
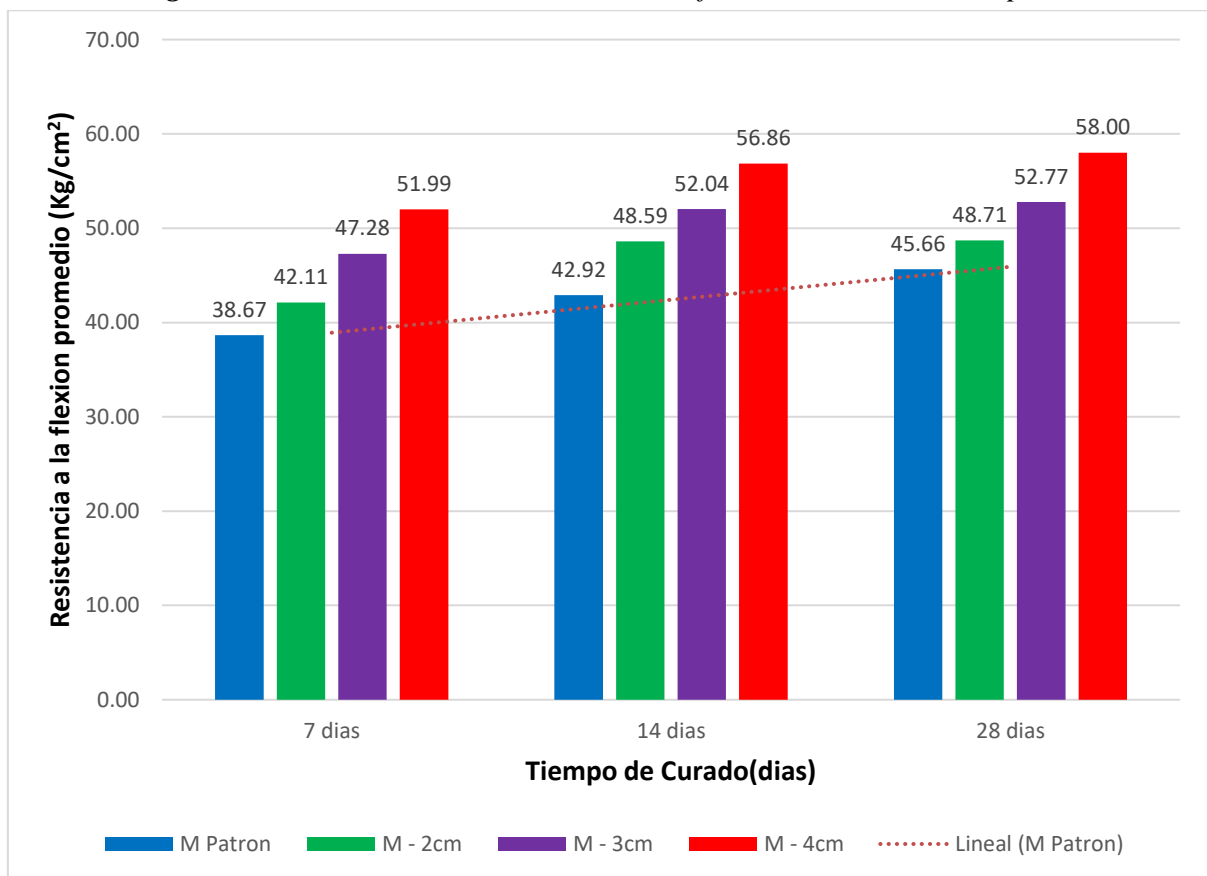


Figura N° 14 Evolución de la resistencia a flexión a través del tiempo.



CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Se analizaron los resultados obtenidos de las características físico – mecánicas de los agregados de la cantera “La Banda”, asimismo los resultados de la resistencia a flexión de las vigas de concreto simple elaboradas en el laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte.

Al realizar el análisis de propiedades físico – mecánicas de los agregados de la cantera “La Banda”, verificamos que son aceptables para el diseño de mezclas, teniendo el agregado fino las siguientes propiedades: Un módulo de finura de 2.67, un contenido de humedad de 3.97%, peso específico base seca 2.63 gr/cm^3 , absorción de 0.79%, un peso unitario compactado de 1800.54 kg/m^3 . El agregado grueso tiene por su parte las siguientes características: un contenido de humedad de 1.35%, peso específico base seca 2.53 gr/cm^3 , absorción de 1.33%, un peso unitario compactado de 1433.81 kg/m^3 .

Con el reforzamiento de fibra de carbono con anchos de 2, 3 y 4 centímetros, se ha logrado determinar que la hipótesis cumple parcialmente, ya que la resistencia a flexión aumenta su resistencia con respecto a la muestra patrón en 6.69%, 15.56% y 27.02% respectivamente a los 28 días de curado.

Los resultados promedio de la resistencia a flexión se pueden observar en la tabla N° 21 en las cuales se observa que la resistencia a flexión de la muestra patrón como de las muestras con reforzamiento de fibra de carbono va incrementando mientras el tiempo de curado pasa de 7 a 28 días, lo cual nos indicó que el concreto va por la tendencia optima a alcanzar lo diseñado.

La tabla N° 15 con un tiempo de curado de 7 días nos muestra que en función a la resistencia patrón obtenida, las muestras reforzadas con fibra de carbono de anchos 2, 3 y 4 cm, aumenta su resistencia en 8.89%, 22.28% y 34.46% respectivamente.

La tabla N° 17 con un tiempo de curado de 14 días nos muestra que en función a la resistencia patrón obtenida, las muestras reforzadas con fibra de carbono de anchos 2, 3 y 4 cm, aumenta su resistencia en 13.22%, 21.27% y 32.48% respectivamente.

La tabla N° 19 con un tiempo de curado de 28 días nos muestra que en función a la resistencia patrón obtenida, las muestras reforzadas con fibra de carbono de anchos 2, 3 y 4 cm, aumenta su resistencia en 6.69%, 15.56% y 27.02% respectivamente.

Según la tesis de Calla F, Torres J. (2015), mencionado y referenciado en la introducción señala la efectividad del reforzamiento con fibra de carbono por flexión, ya que en todas las vigas ensayadas se obtuvo momentos resistentes mayores, llegando así a un aumento aproximado de 30% a 40% en comparación a las que no fueron reforzadas, obteniéndose en la presente investigación con 4 cm de ancho de reforzamiento con fibra de carbono en un tiempo de 7, 14 y 28 días de curado un incremento promedio de 31.33% en su resistencia con respecto a la muestra patrón, lo cual muestra que los resultados obtenidos en la presente investigación concuerda con los resultados de la tesis de los autores antes mencionados..

Según la tesis de Santo A. (2019), mencionado y referenciado en la introducción indica que, la variación de la resistencia a la flexión de vigas de concreto armado reforzadas con láminas de fibras de carbono (Sika CarboDur S512), con respecto a las vigas de concreto armado patrones fue de: 63.6 % y 59.8% para el Tipo I ($f'c=210$ kg/ cm²) y Tipo II ($f'c=280$ kg/ cm²) respectivamente, obteniéndose en la presente investigación con 4 cm de ancho de reforzamiento con fibra de carbono en un tiempo de 7 días de curado hasta un incremento de 34.46% en su resistencia con respecto a la muestra patrón, lo cual muestra que este incremento es muy lejano a los resultados obtenidos el autor antes mencionado.

Según la tesis de Alegre (2016), mencionado y referenciado en la introducción, indica que el refuerzo con fibra de carbono aumenta la resistencia de las secciones del concreto armado sometidas a flexión. El incremento de la resistencia a flexión alcanza un valor de 58.9% para secciones de menor cuantía y en el caso de secciones de mayor cuantía, el incremento de la resistencia alcanza un valor de 18.4%.

Comparado con los resultados obtenidos con el reforzamiento con diferentes porcentajes de fibra de carbono en vigas de concreto simple, se puede concluir que este material tiene efectos positivos en la resistencia del concreto, obteniéndose en la presente investigación con 4 cm de ancho de reforzamiento con fibra de carbono en un tiempo de 7 días de curado hasta un incremento de 34.46% en su resistencia con respecto a la muestra patrón, lo cual concuerda parcialmente con los resultados obtenidos por el autor antes mencionado.

Vásquez (2015), mencionado y referenciado en la introducción, indica que en nuestro país y específicamente en Cajamarca el concreto reforzado con fibra es muy limitado, debido a que no se cuenta con suficiente evidencia experimental y requisitos reglamentarios al respecto, sin embargo, con los resultados obtenidos utilizando la fibra de carbono como reforzamiento, se puede concluir que esta fibra se tiene que utilizar con mayor frecuencia ya que debido al gran incremento que le brinda a la resistencia a flexión de concreto su uso se hace cada vez más inminente.

Una limitación fue poder conseguir la fibra de carbono SikaWrap 600C y el adhesivo Sikadur 301, debido a que este producto Sika solo los venden por mayor y su costo es alto, lo cual me retrasó un poco al momento de la elaboración de la investigación.

4.2 Conclusiones

La resistencia a flexión o módulo de rotura en vigas de concreto simple reforzadas con fibra de carbono con anchos de 2, 3 y 4 cm aumenta su resistencia con respecto a la muestra patrón en 6.69%, 15.56% y 27.02% respectivamente a los 28 días de curado, cumpliendo parcialmente con la hipótesis formulada.

La variación de la resistencia a flexión o módulo de rotura en vigas de concreto simple respecto a la muestra patrón a la edad de curado de 28 días, con un ancho de reforzamiento de fibra de carbono de 2, 3 y 4 cm es de 6.69%, 15.56%, y 27.02% respectivamente

Se determinó las propiedades físico - mecánicas de los agregados obteniéndose como resultados para el agregado fino las siguientes propiedades: Un módulo de finura de 2.67, un contenido de humedad de 3.97%, peso específico base seca 2.63 gr/cm^3 , absorción de 0.79%, un peso unitario compactado de 1800.54 kg/m^3 . El agregado grueso tiene por su parte las siguientes características: un contenido de humedad de 1.35%, peso específico base seca 2.53 gr/cm^3 , absorción de 1.33%, un peso unitario compactado de 1433.81 kg/m^3 .

La resistencia a flexión o módulo de rotura en vigas de concreto simple de la muestra patrón a la edad de curado de 28 días es de 45.66 kg/cm^2 .

La resistencia a flexión o módulo de rotura en vigas de concreto simple reforzadas con 2, 3 y 4 cm de ancho de fibras de carbono a la edad de curado de 28 días es de 48.71 kg/cm^2 , 52.77 kg/cm^2 y 58.00 kg/cm^2 respectivamente.

Recomendaciones

Realizar investigaciones con mayores anchos de fibra de carbono para ver cómo va incrementando cada vez más la resistencia a flexión.

Se recomienda realizar investigaciones similares variando el tiempo de secado del adhesivo Sikadur – 301, ya que puede cambiar los resultados de la presente tesis.

Se recomienda realizar investigaciones con las diferentes canteras de la ciudad de Cajamarca, con la finalidad de generalizar los resultados.

REFERENCIAS

1. Alegre, G. (2017). Estudio de la Influencia en la Resistencia y Ductilidad de las Fibras de Carbono Utilizadas como Reforzamiento de Vigas de Concreto Armado (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
2. Beltrán, A. (2011). Uso de fibras de carbono como reforzamiento a flexión en vigas de concreto reforzado (Tesis de pregrado). Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.
3. Santos, A. (2019). Variación de la resistencia a la flexión de vigas de concreto armado reforzadas con láminas de fibras de carbono (CFRP) (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
4. Calla F, Torres J. (2015) Reforzamiento por flexión de vigas de concreto armado con fibra de carbono (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú.
5. Silva, L. (2014). Comportamiento del Hormigón Reforzado con Fibras de Acero y su Influencia en sus propiedades Mecánicas en el Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
6. Flores, L. (2013). Fibras de Carbono: Reforzamiento de Estructuras. Revista Civilizate. Lima, 2013, número 3, p 1-3
7. Mallick P.K. Compuestos reforzados con fibra 3ra edición, Michigan, E.E.U.U. CRC Pres, 2008, páginas 19-34.
8. Moncayo, Rodríguez, Alcívar, López, Soriano y Villacis (2016). Las fibras de carbono como una alternativa para reforzamiento de estructuras. Revista Redalyc.org, Mérida, México 2016, numero1, p. 58.
9. OJEDA, M (2011). Tecnología de los plásticos. Consulta: 19 de junio 2018. <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.pe/2011/11/fibra-de-carbono.html>.

10. Rocha, Rodríguez, Martínez, García, Cruz y Munive (2011). ESTUDIO DE LA RESISTENCIA MECÁNICA DE MATERIALES COMPUESTOS POLIMÉRICOS REFORZADOS CON FIBRAS DE CARBONO Revista Redalyc.org, La Serena, Chile, número, p. 3.
11. Vásquez, I. (2015). Comportamiento Mecánico del Concreto con adición de Fibra de acero para una Resistencia de 500 Kg/cm² (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
12. Norma NTP 339.034. (2008). HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. 3a. ed.
13. NTP. 339.078. (1999). Norma Técnica Peruana. Resistencia a la Flexión o Módulo de rotura.
14. Norma NTP 400.012. (2001). AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. 2a. ed.
15. Norma NTP 339.127. (2002). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.
16. Norma NTP 400.017. (1999). AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado. 2a. ed.
17. Norma NTP 400.021. (2002). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. 2a. ed.
18. Norma NTP 400.022. (2002). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino. 2a. ed.
19. Norma NTP 400.019. (2002). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles. 2a. ed

20. Norma NTP 400.018. (2002). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz 75 um (N°200) por lavado en agregados. 2a. ed

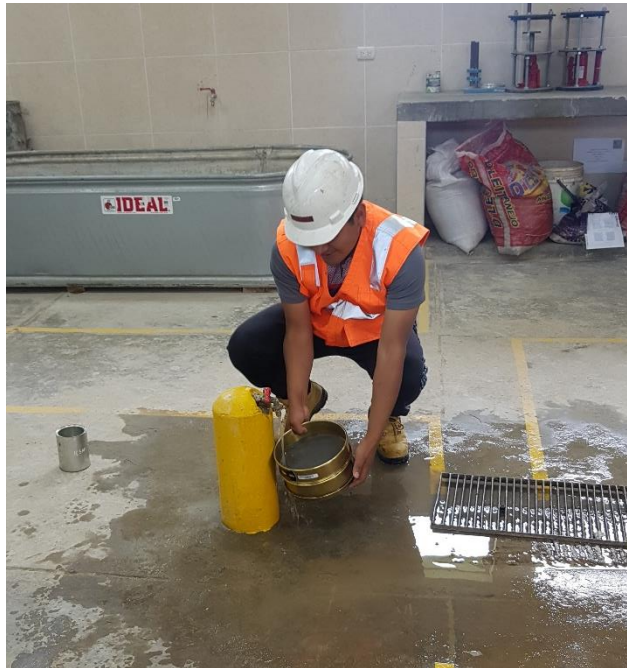
21. Norma NTP 339.035. (1999). HORMIGÓN. Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams. 2a. ed

22. Norma NTP 339.047. (2006). HORMIGÓN (CONCRETO). Definiciones y terminología relativas al hormigón y agregados para concreto. 2a. ed

ANEXOS

ANEXO N° 01 PANEL FOTOGRÁFICO

Fotografía N° 1 Lavado por la malla N°200.



Fotografía N° 2 Peso unitario del agregado grueso.



Fotografía N° 3 Granulometría de los agregados.



Fotografía N° 4 Contenido de humedad de los agregados.



Fotografía N° 5. Ensayo para determinar la gravedad específica y la absorción de agregados finos.



Fotografía N° 6 Ensayo para determinar la gravedad específica y la absorción de agregados gruesos.





Fotografía N° 8 Elaboración de mezcla para Vigas de concreto simple.



Fotografía N° 9 Elaboración de vigas de concreto simple.



Fotografía N° 10 Enrrasado de vigas de concreto simple.



Fotografía N° 11. Elaboración de vigas de concreto simple.



Fotografía N° 12 Desencofrado de vigas de concreto simple.





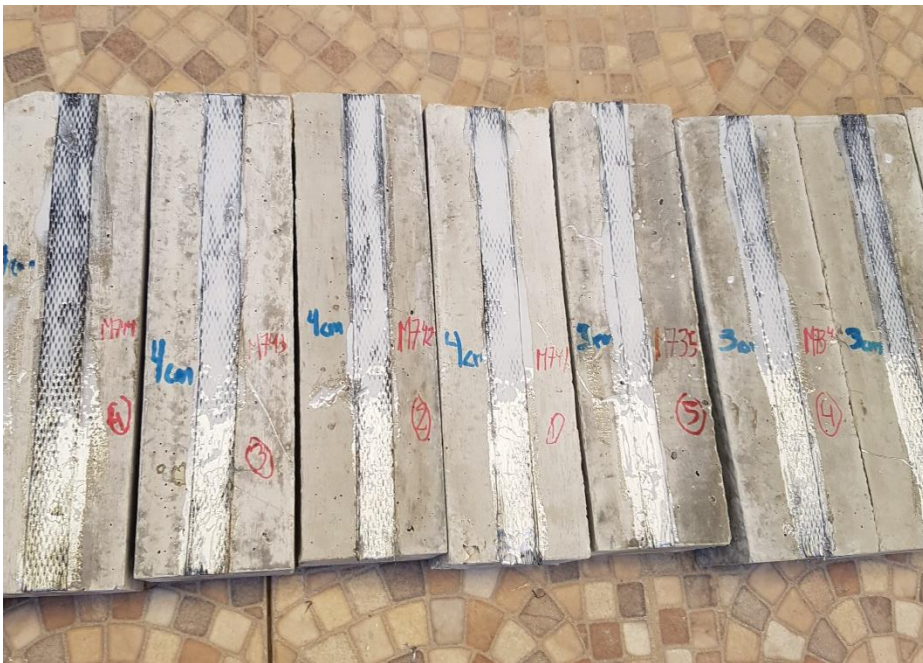
Fotografía N° 14 Mezclado de la resina de impregnacion (Sikadur-301).



Fotografía N° 15 Adhesión de la fibra de carbono (SikaWrap-600C).



Fotografía N° 16 Adhesión de la fibra de carbono (SikaWrap-600C).



Fotografía N° 17 Rotura de vigas de concreto simple sin y con reforzamiento de fibra de carbono.



Fotografía N° 18 Rotura de vigas de concreto simple sin y con reforzamiento de fibra de carbono.



Fotografía N° 19 Verificación de los ensayos realizados en el laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte por parte del Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno – Asesor.



Fotografía N° 20 Verificación de rotura de vigas de concreto simple con y sin reforzamiento en el laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte por parte del Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno – Asesor.



ANEXO N° 02 ENSAYO DE LOS AGREGADOS

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA:	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127		CH-LS-UPNC:	
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"			
CANTERA:	"LA BANDA"	MUESTRA:		TIPO DE MATERIAL:	ARENA GRUESA
UBICACIÓN:	CAJAMARCA		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	07/09/2018		RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph	
FECHA DE ENSAYO:	07/09/2018		REVISADO POR:	Dr.Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno	

Temperatura de Secado
110 °C

Método
Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara	-	T1	T2	T3
B	Peso del Recipiente	gr	84.20	84.60	76.00
C	Recipiente + Material Natural	gr	312.30	316.00	329.40
D	Recipiente + Material Seco	gr	303.60	307.10	319.80
E	Peso del material húmedo (Wmh) = C - B	gr	228.10	231.40	253.40
F	Peso del material Seco (Ws) = D - B	gr	219.40	222.50	243.80
W%	Porcentaje de humedad (E-F / F) * 100	%	3.97	4.00	3.94
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	3.97		

$$(W\%) = \frac{Wmh - Ws}{Ws} \cdot 100$$

Nota: Materia hace mención tanto al suelo como a los agregados tanto grueso como fino.

OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR	
					
NOMBRE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE:	Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE:	Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno
FECHA:	07/09/2018	FECHA:	07/09/2018	FECHA:	07/09/2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC:	
	NORMA:	MTC E 108 / ASTM D2218 / NTP 339.127			
	TESIS:	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"			
CANtera:	"LA BANDA"	MUESTRA:		TIPO DE MATERIAL:	PIEDRA DE 1/2" Y 3/4"
UBICACIÓN:	CAJAMARCA			COLOR DE MATERIAL:	
FECHA DE MUESTREO:	07/09/2018			RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
FECHA DE ENSAYO:	07/09/2018			REVISADO POR:	Dr.Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

Temperatura de Secado
110 °C


Método
Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara	-	T1	T2	T3
B	Peso del Recipiente	gr	76.40	85.20	85.60
C	Recipiente + Material Natural	gr	586.80	585.50	588.70
D	Recipiente + Material Seco	gr	579.70	579.20	582.00
E	Peso del material húmedo $(W_{mh}) = C - B$	gr	510.40	500.30	503.10
F	Peso del material Seco $(W_s) = D - B$	gr	503.30	494.00	496.40
W%	Porcentaje de humedad $(E - F / F) * 100$	%	1.41	1.28	1.35
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	1.35		

$$(W\%) = \frac{W_{mh} - W_s}{W_s} \cdot 100$$

Nota: Materia hace mención tanto al suelo como a los agregados tanto grueso como fino.

OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR	
					
NOMBRE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE:	Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE:	Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno
FECHA:	07/09/2018	FECHA:	07/09/2018	FECHA:	07/09/2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	MTC E204 - ASTM C136 - NTP 400.012	CH-LB-UPNC:
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
CANTERA:	"LA BANDA"	TM:	
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	TMN:	
FECHA DE MUESTREO:	07/09/2018	M.F:	2.67
FECHA DE ENSAYO:	10/09/2018	HUSO A UTILIZAR	
RESPONSABLE	Luzón Paredes, Oscar Paúl Santiago	REVISADO POR:	Dr.Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

AGREGADO FINO

N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	%RETENIDO (%)	%RETENIDO ACUMULADO (%)	%PASANTE ACUMULADO (%)	Husos Granulométrico (Depende TMN, Revisar Norma ASTM C33)	
	(pulg)	(mm)					Límite Superior	Límite Inferior
1	N° 4	4.75	3.90	0.78	0.78	99.22	95.00	100
2	N° 8	2.36	71.50	14.30	15.08	84.92	80.00	100
3	N°10	2.00	-	-	-	-	-	-
4	N° 16	1.18	93.50	18.70	33.78	66.22	50	85
5	N° 30	0.60	72.60	14.52	48.30	51.70	25	60
6	N° 50	0.30	126.87	25.37	73.67	26.33	10	30
7	N° 100	0.15	107.54	21.51	95.18	4.82	2	10
8	N° 200	0.08	23.20	4.64	99.82	0.18	0	3
9	Bandeja	0.00	0.90	0.18	100.00	0.00	-	-

Nota: Para calcular el módulo de finura no utilizar la malla N° 10 y N° 200, además para el cálculo utilizar la siguiente ecuación:

$$M.F = \frac{(\sum \% \text{ Retenido acumulado en las mallas } N^{\circ} 4, 8, 16, 30, 50 \text{ y } 100)}{100}$$

OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR	
					
NOMBRE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE:	Ing.Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE:	Dr.Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA:	10/09/2018	FECHA:	10/09/2018	FECHA:	10/09/2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC:
	NORMA:	MTC E204 – ASTM C136 – NTP 400.012	
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
CANTERA:	"LA BANDA"	TM:	
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	TMN:	3/4"
FECHA DE MUESTREO:	07/09/2018	M.F.:	
FECHA DE ENSAYO:	10/09/2018	HUSO A UTILIZAR	
RESPONSABLE	Chávez Merino, Kevin Jhoseph	REVISADO POR:	Dr.Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

AGREGADO GRUESO

N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	%RETENIDO (%)	%RETENIDO ACUMULADO (%)	%PASANTE ACUMULADO (%)	Husos Granulométrico (Depende TMN, Revisar Norma ASTM C33)	
	(pulg)	(mm)					Límite Superior	Límite Inferior
1	2 1/2"	51.35	0.00	0.00	0.00	100.00		
2	2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00		
3	1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00		
4	1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
5	3/4"	19.00	184.60	18.46	18.46	81.54		
6	1/2"	12.50	687.20	68.72	87.18	12.82		
7	3/8"	9.50	111.10	11.11	98.29	1.71		
8	N°4	4.75	8.00	0.80	99.09	0.91		
9	BANDEJA	-	9.10	0.91	100.00	0.00		

Nota: El tamaño máximo (TM), se calcula como el menor tamiz en el que pasa el 100% y el tamaño máximo nominal(TMN), se calcula como el tamiz superior al que retiene mayor o igual del 10% retenido acumulado. **Norma ASTM C33**

OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR	
					
NOMBRE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE:	Ing.Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE:	Dr.Ing. Miguel Ángel Mosqueira
FECHA:	10/09/2018	FECHA:	10/09/2018	FECHA:	10/09/2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO:	PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC:
	NORMA:	MTC E 203 - ASTM C29 - NTP 400.017	
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
CANTERA:	"LA BANDA"	TIPO DE CANTERA:	RÍO
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	TIPO DE MATERIAL:	ARENA GRUESA, PIEDRA DE 1/2" Y 3/4"
FECHA DE MUESTREO:	18/09/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
FECHA DE ENSAYO:	19/09/2018	REVISADO POR:	Dr.Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO						
AGREGADO FINO		TAMAÑO MÁX NOMINAL	<1/2"		VOLUMEN MOLDE	0.0093
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del molde + AF compactado	kg	24.61	24.77	24.96	
B	Peso del molde	kg	8.03	8.03	8.03	
C	Peso AF compactado, C=A-B	kg	16.58	16.74	16.93	
D	PESO UNITARIO COMPACTADO D=C/Vol.Molde	kg/m3	1,782.26	1,799.46	1,819.89	1,800.54
E	Peso del molde + AF suelto	kg	23.45	23.94	23.76	
F	Peso del AF suelto, F= E-B	kg	15.42	15.91	15.73	
G	PESO UNITARIO SUELTO, G=F/Vol.Molde	kg/m3	1,658.06	1,710.22	1,690.86	
PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO						
AGREGADO GRUESO		TAMAÑO MÁX NOMINAL	<1/2"		VOLUMEN MOLDE	0.014
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1.000	2.000	3.000	RESULTADO
A	Peso del molde + AG compactado	kg	29.96	30.01	30.17	
B	Peso del molde	kg	9.97	9.97	9.97	
C	Peso AG compactado, C=A-B	kg	19.99	20.04	20.20	
D	PESO UNITARIO COMPACTADO D=C/Vol.Molde	kg/m3	1,427.50	1,431.43	1,442.50	1,433.81
E	Peso del molde + AG suelto	kg	28.58	28.58	28.40	
F	Peso del AG suelto, F= E-B	kg	18.61	18.61	18.43	
G	PESO UNITARIO SUELTO, G=F/Vol.Molde	kg/m3	1,328.93	1,329.29	1,316.07	

OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR	
					
NOMBRE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE:	Ing.Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE:	Dr.Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno
FECHA:	19/09/2018	FECHA:	19/09/2018	FECHA:	19/09/2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO			
	ENSAYO:	GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA:	MTC E205 – ASTM C128 – NTP 400.022	CH-LS-UPNC:	
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"		
CANTERA:	"LA BANDA"	TIPO DE CANTERA:	RÍO	
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	TIPO DE MATERIAL:	ARENA GRUESA	
FECHA DE MUESTREO:	18/09/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph	
FECHA DE ENSAYO:	26/09/2018	REVISADO POR:	Dr.Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno	


GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS							
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO	
A	Peso saturado superficialmente seco del suelo (P _{ss})	gr	500.00	500.00	500.00	P R O M E D I O	
B	Peso del frasco + agua hasta marca de 500 ml	gr	669.80	665.20	675.54		
C	Peso del frasco + agua + P _{ss} , C=A+B	gr	1169.80	1165.20	1175.54		
D	Peso del frasco + P _{ss} + agua hasta la marca de 500 ml	gr	980.30	981.30	982.30		
E	Volumen de masa + volumen de vacío, E=C-D	cm ³	189.50	183.90	193.24		
F	Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	gr	496.20	495.50	496.50		
G	Volumen de masa, G=E-(A-F)	cm ³	185.70	179.40	189.74		
H	Peso específico base seca, H=F/E	gr/cm ³	2.62	2.69	2.57		2.63
I	Peso específico base saturada, I=A/E	gr/cm ³	2.64	2.72	2.59		2.65
J	Peso específico aparente, J=F/G	gr/cm ³	2.67	2.76	2.62		2.68
K	Absorción K=(A-F/F)*100	%	0.77	0.91	0.70	0.79	

OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR	
					
NOMBRE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE:	Ing.Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE:	Dr.Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno
FECHA:	26/09/2018	FECHA:	26/09/2018	FECHA:	26/09/2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	GRAVEDAD ESPECÍFICA Y LA ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC:
	NORMA:	MTC E206 – ASTM C127 – NTP 400.021	
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
CANTERA:	"LA BANDA"	TIPO DE CANTERA:	RÍO
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	TIPO DE MATERIAL:	PIEDRA DE 1/2" Y 3/4"
FECHA DE MUESTREO:	18/09/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
FECHA DE ENSAYO:	26/09/2018	REVISADO POR:	Dr.Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso saturado superficialmente seco del suelo en aire	gr	3030.00	3050.00	3040.00	P R O M E D I O
B	Peso saturado superficialmente seco del suelo en agua	gr	1853.70	1863.30	1852.60	
C	Volumen de masa + volumen de vacío, C=A-B	gr	1176.30	1186.70	1187.40	
D	Peso seco del suelo(en estufa a 105°C ± 5°C)	gr	3000.00	3000.00	3000.00	
E	Volumen de masa, E=C-(A-D)	cm3	1146.30	1136.70	1147.40	
F	Peso específico base seca, F=D/C	gr/cm3	2.55	2.53	2.53	2.53
G	Peso específico base saturada, G=A/C	gr/cm3	2.58	2.57	2.56	2.57
H	Peso específico aparente, H=D/E	gr/cm3	2.62	2.64	2.61	2.62
I	Absorción $I=(A-D/D)*100$	%	1.00	1.67	1.33	1.33

OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR	
					
NOMBRE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE:	Ing.Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE:	Dr.Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno
FECHA:	26/09/2018	FECHA:	26/09/2018	FECHA:	26/09/2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO:	CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N° 200 POR LAVADO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	MTC E 202 - ASTM C117 - NTP 400.018	CH-LS-UPNC:
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
CANTERA:	"LA BANDA"	TIPO DE CANTERA:	RÍO
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	TIPO DE MATERIAL:	ARENA GRUESA
FECHA DE MUESTREO:	18/09/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
FECHA DE ENSAYO:	24/09/2018	REVISADO POR:	Dr.Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno


TMN DEL AGREGADO: 3/4"

Nota: El tamaño máximo (TM), se calcula como el menor tamiz en el que pasa el 100% y el tamaño máximo nominal(TMN), se calcula como el tamiz superior al que retiene mayor o igual del 10% retenido acumulado. Norma ASTM C33

MUESTRA MÍNIMA REQUERIDA SEGÚN TAMAÑO DE AGREGADO		
Tamaño nominal máximo de tamices		Peso mínimo aproximado de la muestra (gr)
4.75 mm	N° 4 o menores	300
9.5 mm	3/8"	1000
19.00 mm	3/4"	2500
37.5 mm	1 1/2" o mayor	5000

CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N°200 POR LAVADO					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Peso de la muestra original seca	gr	300.00	300.00	300.00
B	Peso de la muestra lavada y seca	gr	271.40	278.60	274.10
C	Material que pasa el tamiz N° 200 C = A - B	gr	28.60	21.40	25.90
D	% que pasa el tamiz N° 200 por lavado D = (C / A) * 100	%	9.53	7.13	8.63

OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR	
					
NOMBRE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE:	Ing.Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE:	Dr.Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno
FECHA:	24/09/2018	FECHA:	24/09/2018	FECHA:	24/09/2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO:	ABRASIÓN LOS ANGELES AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37.5 mm (1 ½")	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC:
	NORMA:	MTC E207 – ASTM C 131 – NTP 400.019	
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
CANTERA:	"LA BANDA"	TIPO DE CANTERA:	RÍO
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	TIPO DE MATERIAL:	PIEDRA DE 1/2" Y 3/4"
FECHA DE MUESTREO:	07/09/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
FECHA DE ENSAYO:	10/09/2018	REVISADO POR:	Dr.Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

GRANULOMETRÍA DE ENSAYO				
GRADACIÓN	"A"	"B"	"C"	"D"
CARGA ABRASIVA (N° de esferas de acero)	12	11	8	6

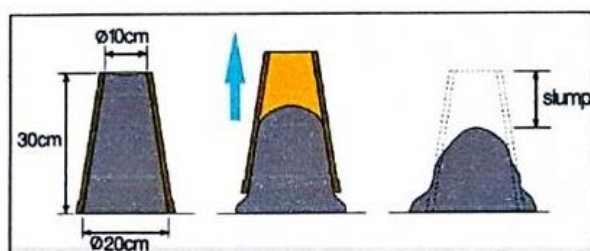
GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA DE AGREGADO PARA ENSAYO					
Tamiz (pasa)	Tamiz (retiene)	"A" (gr)	"B" (gr)	"C" (gr)	"D" (gr)
1 ½"	1"	1250 ± 25			
1"	¾"	1250 ± 25			
¾"	½"	1250 ± 10	2500 ± 10		
½"	3/8"	1250 ± 10	2500 ± 10		
3/8"	¼"			2500 ± 10	
¼"	N° 4			2500 ± 10	
N° 4	N° 8				5000 ± 10
TOTALES		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

DESGASTE POR ABRASIÓN						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	PROMEDIO
A	Peso muestra total	gr	5000.00			
B	Peso retenido en el tamiz N°12	gr	3405.00			
D	Desgaste a la abrasión de los ángeles = (A - B) * 100 / A	gr	31.90			

OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR	
					
NOMBRE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE:	Ing.Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE:	Dr.Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno
FECHA:	10/09/2018	FECHA:	10/09/2018	FECHA:	10/09/2018

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	PROCOLO		
	ENSAYO:	ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	MTC E705 - ASTM C143 - NTP 339.035	CH-LS-UPNC:
	TESIS	*RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS*	
CANTIDAD DE MUESTRA (cm ³)	5497.787	TIPO DE CANTERA:	RÍO
FECHA DE MUESTRA:	05/11/2018		
HORA DE MUESTRA:	05:00 p.m.	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
HORA DE ENSAYO:	05:40 p.m.		

DIMENSIONES DEL MOLDE



PROCESO DE ENSAYO	
CAPAS	Nº DE GOLPES
1	25
2	25
3	25

CONSISTENCIA EN CONO	
Consistencia	Asentamiento (pulg)
Seca	0-2
Plástica	3-5
Blanda	6-9
Fluida	10-15
Líquida	≥16

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO C°	
SLUMP(cm)	12.35
CONSISTENCIA	Plástica

OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR	
					
NOMBRE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE:	Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE:	Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno
FECHA:	05/11/2018	FECHA:	05/11/2018	FECHA:	05/11/2018



CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.
Calle La Colonia Nro. 150 Urb. El Vivero de Montarico Santiago de Surco - Lima
Carretera Panamericana Norte Km. 666 Pacasmayo - La Libertad
Teléfono 317 - 6000



G-CC-F-04
Versión 03

Cemento Portland Tipo I

Conforme a la NTP 334.009 / ASTM C150
Pacasmayo, 20 de Setiembre del 2017

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
MgO	%	2.3	Máximo 6.0
SO3	%	2.7	Máximo 3.0
Pérdida por Ignición	%	3.0	Máximo 3.5
Residuo Insoluble	%	0.92	Máximo 1.5

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
Contenido de Aire	%	7	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.09	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm ² /g	3750	Mínimo 2800
Densidad	g/mL	3.10	NO ESPECIFICA

Resistencia Compresión :

Resistencia Compresión a 3días	MPa (Kg/cm ²)	26.1 (266)	Mínimo 12.0 (Mínimo 122)
Resistencia Compresión a 7días	MPa (Kg/cm ²)	33.9 (346)	Mínimo 19.0 (Mínimo 194)
Resistencia Compresión a 28días (*)	MPa (Kg/cm ²)	42.3 (431)	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)

Tiempo de Fraguado Vicat :

Fraguado Inicial	min	138	Mínimo 45
Fraguado Final	min	267	Máximo 375

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-08-2017 al 31-08-2017.
La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Julio 2017.

(*) Requisito opcional.



Ing. Gabriel G. Mansilla Fiestas
Superintendente de Control de Calidad

Solicitado por :

Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S.A.A.

ANEXO N° 04 DISEÑO DE MEZCLAS



LABORATORIO DE CONCRETO UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE.

Tesis : “RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS”

DISEÑO DE MEZCLA

En base a los parámetros de los agregados obtenidos, se desarrollará el diseño de mezclas para un concreto de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, considerando que será usado para un concreto estructural. Usar el tamaño máximo nominal de acuerdo al agregado grueso que se haya obtenido. Así mismo se considerará el uso de cemento Portland Pacasmayo Tipo 1.

El diseño de mezcla se realizará mediante el método ACI.

RESULTADOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS ENSAYOS

Materiales.

a. Cemento.

Portland ASTM tipo 1 Pacasmayo

Peso específico 3.15 gr/cm^3

b. Agregado fino.

Peso específico de masa 2.63 gr/cm^3

Absorción (%) 0.79%

Contenido de humedad (%) 3.97%

Módulo de finura 2.67%

c. Potable de la red de servicio público.

d. Agregado grueso.

Tamaño máximo nominal $3/4''$

Peso seco compactado 1433.81 kg/m^3

Peso específico de masa 2.53 gr/cm^3

Absorción (%) 1.33%

Contenido de humedad (%) 1.35%

I. Módulo de finura.

$$F'_{cr} = f'c + 1.34s$$

$$F'_{cr} = f'c + 2.33s - 35$$

Puesto que no tenemos referencia a una producción de concreto, la resistencia promedio, la calcularemos en función a la siguiente tabla.

$f'c$	$F'cr$
Menos de 210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 84$
Sobre 350	$f'c + 98$

La resistencia promedio a la compresión ($F'cr$) que usaremos por fines prácticos es donde la resistencia de diseño ($f'c$) sea de 210 Kg/cm², por lo tanto.

$$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F'cr = f'c + 84 = 294 \text{ Kg/cm}^2$$

II. Seleccionamos el tamaño máximo del agregado.

ITINTEC 400.037 define al “tamaño máximo” como aquel que corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso.

ITINTEC 400.037 define al “tamaño máximo nominal” como aquel que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido.

Por lo tanto, de nuestro resultado del análisis granulométrico en el Laboratorio tenemos:

Tamaño máximo 1”

Tamaño máximo nominal 3/4”

III. Selección del asentamiento

Revenimiento, verificar con el cono de Abrahams.

Revenimiento 3” a 4” en pulgadas.

TIPO DE CONSTRUCCIÓN	REVENIMIENTO	
	MÁXIMO	MÍNIMO
Zapatas y muros de cimentación armados	3”	1”
Cimentaciones simples, cajones y subestructuras de muros	3”	1”
Vigas y muros armados	4”	1”
Columnas de edificios	4”	1”
Losas y pavimentos	3”	1”
Concreto ciclópeo	2”	1”

Adaptado de la Normativa.

IV. Volumen unitario de agua

Se tiene que revisar el asentamiento en pulgadas, y también saber si es con aire incorporado o no, con TMN de 1/2”, para poder verificar cuanto va a ser la cantidad de agua en L/m³.

De acuerdo a la tabla:

Cantidad de agua: 205 L/m³.

SELECCIÓN DEL VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

REVENIMIENTO	AGUA EN L/M ³ PARA LOS TAMAÑOS MÁXIMOS NOMINALES DEL AGREGADO GRUESO							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
CONCRETOS SIN AIRE INCORPORADO								
1" A 2"	207	199	90	179	166	154	130	113
3" A 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" A 7"	243	228	216	202	109	178	160
CONCRETO CON AIRE INCORPORADO								
1" A 2"	181	15	168	160	150	142	122	107
3" A 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" A 7"	216	205	197	184	174	166	154

Adaptado de la Normativa

V. Contenido de aire

La estructura para para la cual se está diseñando la mezcla, no va a estar expuesta a condiciones de temperaturas severas. Por lo tanto:

Aire atrapado

1/2" 2.0%

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	AIRE ATRAPADO
3/8"	3%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

Adaptado de la Normativa

VI. Relación agua cemento

 Para una resistencia promedio de 294 Kg/cm².

No existe una relación a/c, exacta por lo tanto interpolamos

250	0.62	
300	0.55	
294	0.56	Interpolando
Relación a/c	0.56	

f'cr (28 días)	RELACIÓN AGUA-CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	...

Adaptado de la Normativa

VII. Factor cemento

Cantidad de Cemento 367.12 Kg/m³.

Peso de una bolsa de cemento 42.5 Kg

Cantidad de bolsas 8.64 /m³.

La cantidad de bolsas de cemento se obtiene de dividir: Cantidad de cemento/peso de una bolsa de cemento

VIII. Contenido del agregado grueso

Se determina que el valor de $b/b_o = 0.72 \text{ m}^3$ de agregado grueso seco compactado por unidad de volumen, con un módulo de fineza del agregado fino de 2.67 y un tamaño máximo nominal de 3/4".

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AG. GRUESO	VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO, SECO Y COMPACTADO, POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO, PARA DIVERSOS MÓDULOS DE FINEZA DEL AG. FINO			
	2.4	2.6	2.8	3.0
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Adaptado de la Normativa.

2.6	0.64
2.8	0.62
2.67	0.633 Interpolando

La cantidad de agregado grueso seco por m³ será 907.60 Kg (0.633 * Peso unitario grueso)

IX. Cálculo de volúmenes absolutos.

	CANTIDAD	PESO ESP. *1000	RESULTADO FINAL
Cemento	367.12	3.15	0.1165 m ³
Agua	205	1	0.2050 m ³
Aire (%)	2.00	1	0.0200 m ³
Agregado grueso	907.60	2.53	0.3587 m ³
Suma de volúmenes conocidos			0.7003 m ³

X. Contenido de agregado fino.

El volumen absoluto de agregado fino será igual a la diferencia entre la unidad y la suma de los volúmenes conocidos.

Volumen absoluto de agregado fino 0.2997 m^3

Se obtiene de restar la unidad de la Suma de volúmenes.

Peso del agregado fino seco 788.26 Kg/m^3

Se obtiene del producto de: volumen absoluto del agregado fino * peso específico del agregado fino * 1000.

XI. Valores de diseño.

Las cantidades de materiales a ser empleadas como valores de diseño serán.

Cemento	367.12 Kg/m^3
Agua de diseño	205 L/m^3
Agregado fino seco	788.26 Kg/m^3
Agregado grueso seco	907.60 Kg/m^3

XII. Corrección por humedad del agregado.

Las proporciones deben ser corregidas en función a las condiciones de humedad.

Peso húmedo de:

	PESO SECO	% CONTENIDO DE HUMEDAD	RESULTADO FINAL	
Agregado fino seco	788.26	3.97	819.55 Kg/m^3	Agregado fino húmedo
Agregado grueso seco	907.60	1.35	919.85 Kg/m^3	Agregado grueso húmedo

A continuación, determinamos la humedad superficial del agregado

	% HUMEDA D	% ABSORCIÓN N	% RESULTADO FINAL
Agregado fino seco	3.97	0.79	3.18
Agregado grueso seco	1.35	1.33	0.02

Y los aportes de los agregados serán:

Aporte de humedad del:

	CANTIDAD	RESULTADO FINAL	CANTIDAD DE AGUA QUE CONTIENE EL AGREGADO
Agregado fino seco	788.26	3.18	25.07 L/m ³
Agregado grueso seco	907.60	0.02	0.18 L/m ³
Total aporte de humedad de los agregados			25.25 L/m ³

Agua efectiva 179.75 L/m³

Se obtiene de restar: Cantidad de agua – total de aporte de humedad de los agregados.

XIII. Corrección por humedad de los agregados.

Por tanto, los pesos de los materiales ya corregidos por humedad serán:

Cemento	367.12 Kg/m ³
Agua efectiva	179.75 L/m ³
Agregado fino húmedo	819.55 Kg/m ³
Agregado grueso húmedo	919.85 Kg/m ³

XIV. Proporciones en peso

CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	AGUA
367.12	819.55	919.85	-
367.12	367.12	367.12	-
1.00	2.23	2.51	20.81 litros por saco

XV. Peso por tanteo de un saco.

Relación agua cemento de diseño	205	367.12	0.56
Relación agua cemento efectiva	179.75	367.12	0.49

ASESOR	RESPONSABLE
	
NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno	NOMBRE: Kevin Jhoseoh Chávez Merino.
FECHA: 01/11/2018	FECHA: 01/11/2018

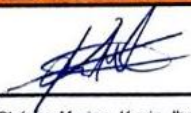
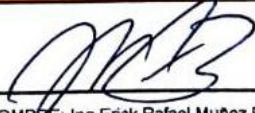
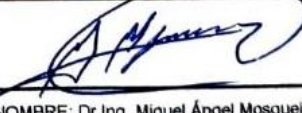
ANEXO N° 05 ENSAYOS A LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"		
ID. PROBETA:	PATRÓN 01	DIAMETRO PROBETA (cm):	14.93
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/11/2012	ÁREA (cm²):	175.07
FECHA DE ENSAYO:	12/11/2012	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA PROBETA:	07 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_x
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	2000	1.91	11.424	0.0064
3	4000	1.95	22.848	0.0065
4	6000	1.99	34.272	0.0066
5	8000	2.06	45.696	0.0069
6	10000	2.12	57.120	0.0071
7	12000	2.18	68.544	0.0073
8	14000	2.25	79.968	0.0075
9	16000	2.30	91.392	0.0077
10	18000	2.38	102.816	0.0079
11	20000	2.44	114.240	0.0081
12	22000	2.48	125.664	0.0083
13	24000	2.53	137.088	0.0084
14	26000	2.59	148.512	0.0086
15	28000	2.64	159.936	0.0088
16	30000	2.68	171.360	0.0089
17	32000	2.72	182.784	0.0091
18	34000	2.77	194.208	0.0092
19	36000	2.80	205.632	0.0093
20	38000	2.83	217.056	0.0094
21	40000	2.86	228.480	0.0095
22	42000	2.90	239.904	0.0097
23	44000	2.93	251.328	0.0098
24	46000	2.97	262.752	0.0099
25	47950	3.02	273.890	0.0101

ALTURA	299.8	cm
CARGA	47950	kg
σ	273.89	kg/cm ²



RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 12-11-2018	FECHA: 12-11-2018	FECHA: 12-11-2018

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"		
ID. PROBETA:	PATRÓN 02	DIAMETRO PROBETA (cm):	14.91
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/11/2012	ÁREA (cm ²):	174.6
FECHA DE ENSAYO:	12/11/2012	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA PROBETA:	07 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	2000	2.39	11.455	0.0080
3	4000	2.44	22.910	0.0081
4	6000	2.50	34.364	0.0083
5	8000	2.57	45.819	0.0086
6	10000	2.68	57.274	0.0089
7	12000	2.77	68.729	0.0092
8	14000	2.85	80.183	0.0095
9	16000	2.94	91.638	0.0098
10	18000	3.03	103.093	0.0101
11	20000	3.10	114.548	0.0103
12	22000	3.16	126.002	0.0105
13	24000	3.23	137.457	0.0108
14	26000	3.28	148.912	0.0109
15	28000	3.34	160.367	0.0111
16	30000	3.40	171.821	0.0113
17	32000	3.47	183.276	0.0116
18	34000	3.54	194.731	0.0118
19	36000	3.56	206.186	0.0119
20	38000	3.61	217.640	0.0120
21	40000	3.66	229.095	0.0122
22	42000	3.74	240.550	0.0125
23	44000	3.81	252.005	0.0127
24	46000	3.85	263.459	0.0128
25	48000	3.95	274.914	0.0132
26	49855	4.01	285.538	0.0134

ALTURA	300.1	cm
CARGA	49855	kg
σ	285.54	kg/cm ²




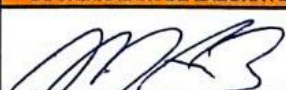

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 11-12-2018	FECHA: 11-12-2018	FECHA: 11-12-2018

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"		
ID. PROBETA:	PATRÓN 03	DIAMETRO PROBETA (cm):	14.91
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/11/2012	ÁREA (cm ²):	174.6
FECHA DE ENSAYO:	12/11/2012	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA PROBETA:	07 días	REVISADO POR:	Dr.Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	2000	1.75	11.455	0.0058
3	4000	1.82	22.910	0.0060
4	6000	1.90	34.364	0.0063
5	8000	1.95	45.819	0.0065
6	10000	2.01	57.274	0.0067
7	12000	2.09	68.729	0.0069
8	14000	2.15	80.183	0.0071
9	16000	2.24	91.638	0.0074
10	18000	2.31	103.093	0.0077
11	20000	2.40	114.548	0.0080
12	22000	2.46	126.002	0.0082
13	24000	2.54	137.457	0.0084
14	26000	2.59	148.912	0.0086
15	28000	2.64	160.367	0.0088
16	30000	2.71	171.821	0.0090
17	32000	2.78	183.276	0.0092
18	34000	2.84	194.731	0.0094
19	36000	2.88	206.186	0.0096
20	38000	2.91	217.640	0.0097
21	40000	2.95	229.095	0.0098
22	42000	3.01	240.550	0.0100
23	44000	3.14	252.005	0.0104
24	46000	3.21	263.459	0.0107
25	48000	3.35	274.914	0.0111
26	50000	3.48	286.369	0.0116
27	51575	3.58	295.389	0.0119

ALTURA	301.00	cm
CARGA	51575	kg
σ	295.39	kg/cm ²



RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 12-11-2018	FECHA: 12-11-2018	FECHA: 12-11-2018

ANEXO N° 06 ENSAYOS A LA RESISTENCIA A FLEXIÓN O MÓDULO DE ROTURA

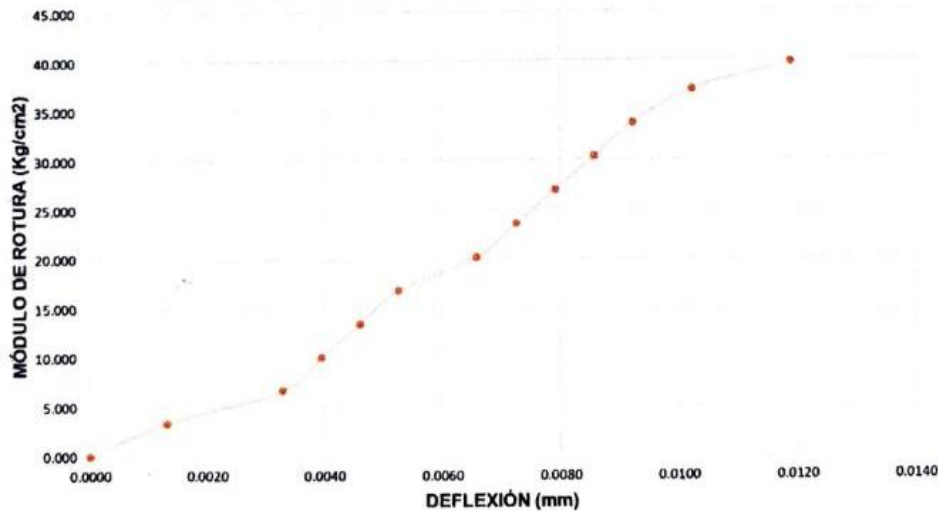
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	NTP 399 078	RCTC-LC-UPNC
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M701		
FECHA DE ELABORACIÓN:	19/11/2018	ÁREA (cm ²):	807.12
FECHA DE ENSAYO	28/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	7 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Moequeira Moreno


N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.20	3.368	0.0013
3	500	0.50	6.736	0.0033
4	750	0.60	10.104	0.0040
5	1000	0.70	13.472	0.0046
6	1250	0.80	16.840	0.0053
7	1500	1.00	20.208	0.0066
8	1750	1.10	23.576	0.0073
9	2000	1.20	26.944	0.0079
10	2250	1.30	30.312	0.0086
11	2500	1.40	33.680	0.0092
12	2750	1.55	37.048	0.0102
13	2950	1.80	39.742	0.0119

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.10
ANCHO (cm)	15.20
ALTURA (cm)	15.15

CARGA MÁXIMA (kg)	2950.00
Mr máx. (kg/cm ²)	39.74

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Moequeira Moreno
FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018

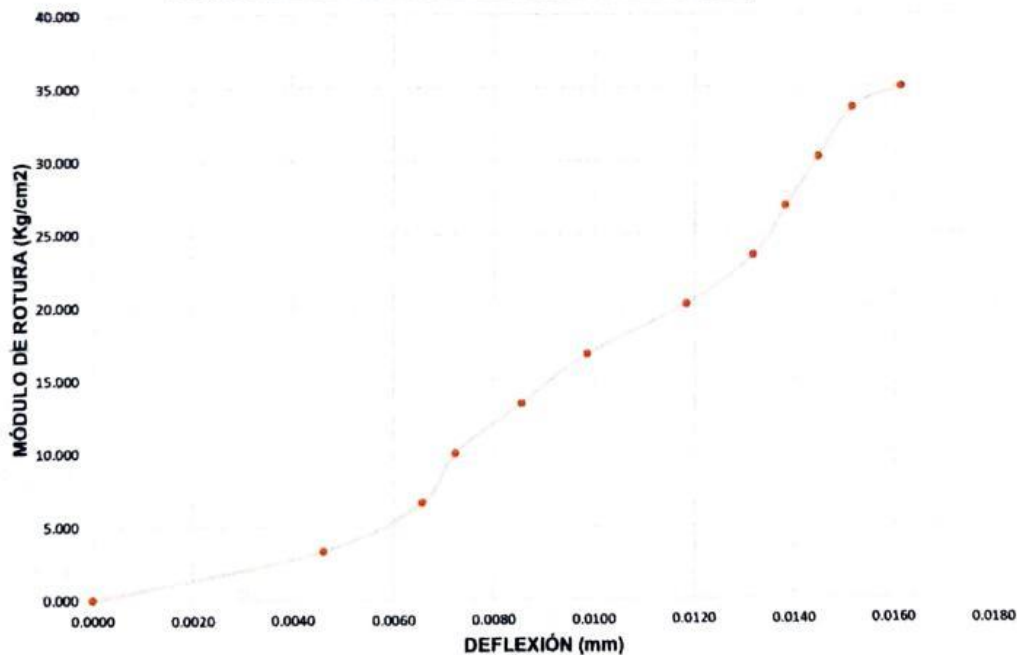
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N T P 399.078	RCTC-LC-UPNC
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M702		
FECHA DE ELABORACIÓN:	19/11/2018	ÁREA (cm ²):	805.22
FECHA DE ENSAYO:	28/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	7 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.70	3.357	0.0046
3	500	1.00	6.714	0.0066
4	750	1.10	10.071	0.0072
5	1000	1.30	13.428	0.0086
6	1250	1.50	16.784	0.0099
7	1500	1.80	20.141	0.0118
8	1750	2.00	23.498	0.0132
9	2000	2.10	26.855	0.0138
10	2250	2.20	30.212	0.0145
11	2500	2.30	33.569	0.0151
12	2606	2.45	34.992	0.0161

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.15
ANCHO (cm)	15.15
ALTURA (cm)	15.20

CARGA MÁXIMA (kg)	2606.00
Mr máx. (kg/cm ²)	34.99

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018

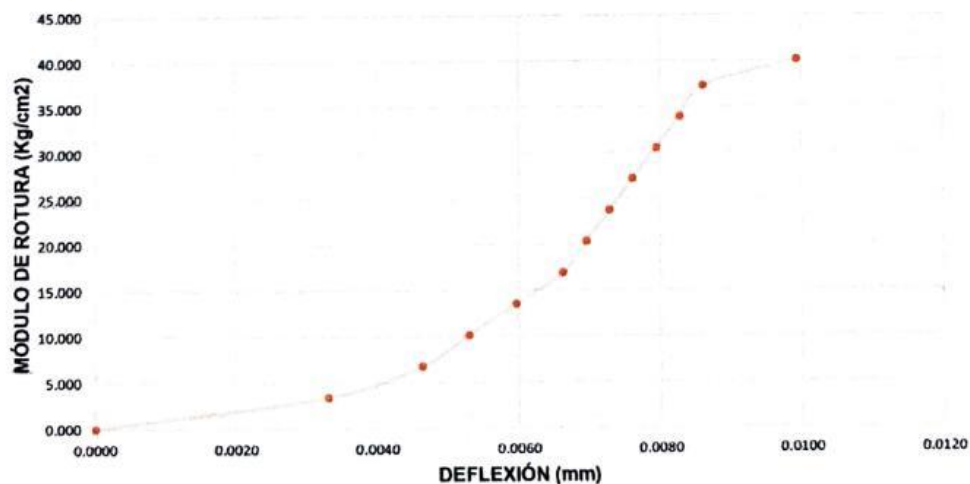
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P 399.078	RCTC-LC-UPNC:
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M703		
FECHA DE ELABORACIÓN:	19/11/2018	ÁREA (cm ²):	806.36
FECHA DE ENSAYO:	28/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	7 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno



N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	cμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.50	3.390	0.0033
3	500	0.70	6.781	0.0046
4	750	0.80	10.171	0.0053
5	1000	0.90	13.561	0.0060
6	1250	1.00	16.952	0.0066
7	1500	1.05	20.342	0.0070
8	1750	1.10	23.732	0.0073
9	2000	1.15	27.123	0.0076
10	2250	1.20	30.513	0.0079
11	2500	1.25	33.903	0.0083
12	2750	1.30	37.293	0.0086
13	2957	1.50	40.101	0.0099

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.05
ANCHO (cm)	15.20
ALTURA (cm)	15.10

CARGA MÁXIMA (kg)	2957.00
Mr máx. (kg/cm ²)	40.10

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018

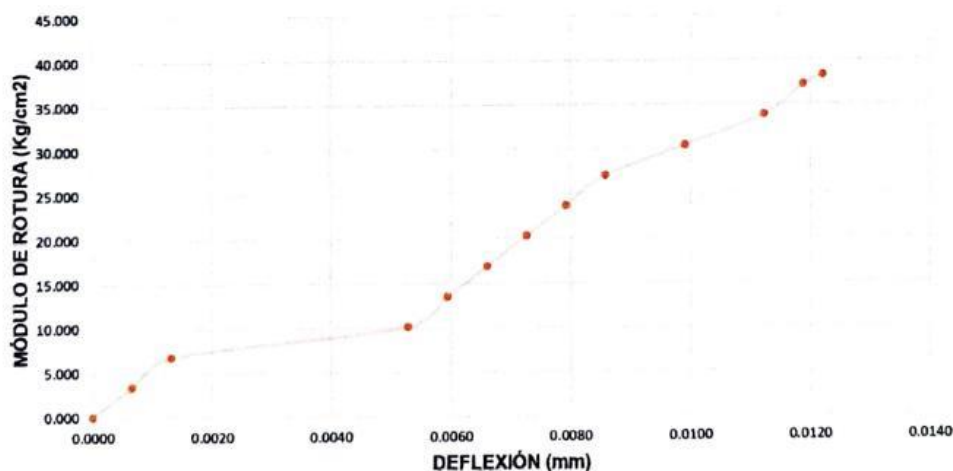
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P. 399.078	RCTC-LC-UPNC
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M704		
FECHA DE ELABORACIÓN:	19/11/2018	ÁREA (cm ²):	804.47
FECHA DE ENSAYO:	28/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	7 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.10	3.379	0.0007
3	500	0.20	6.758	0.0013
4	750	0.80	10.137	0.0053
5	1000	0.90	13.516	0.0059
6	1250	1.00	16.895	0.0066
7	1500	1.10	20.275	0.0073
8	1750	1.20	23.654	0.0079
9	2000	1.30	27.033	0.0086
10	2250	1.50	30.412	0.0099
11	2500	1.70	33.791	0.0112
12	2750	1.80	37.170	0.0119
13	2830	1.85	38.251	0.0122


DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.10
ANCHO (cm)	15.15
ALTURA (cm)	15.15

CARGA MÁXIMA (kg)	2830.00
Mr máx. (kg/cm ²)	38.25

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018

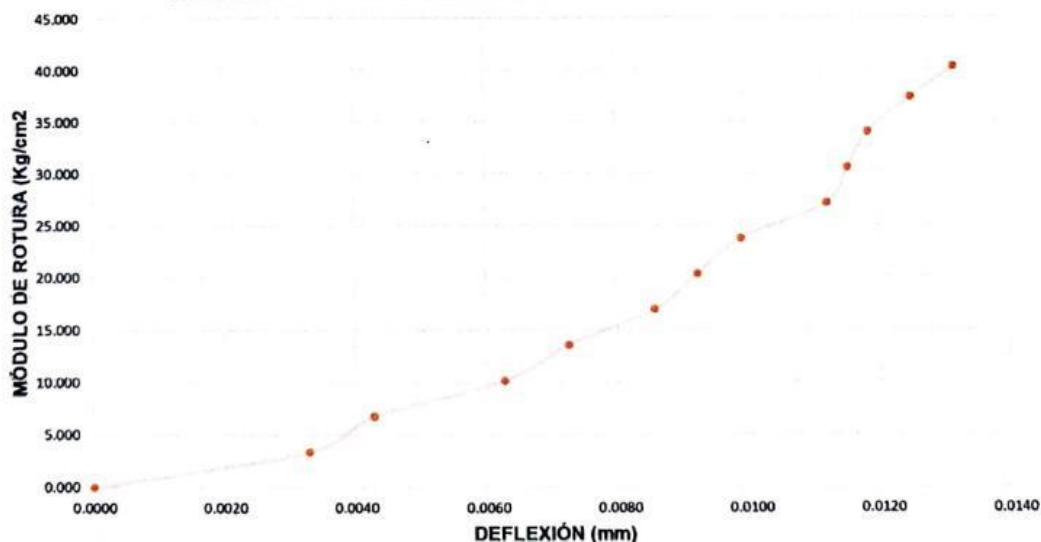
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P. 399.078	RCTC-LC-UPNC
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA	M705		
FECHA DE ELABORACIÓN:	19/11/2018	ÁREA (cm ²):	801.81
FECHA DE ENSAYO:	28/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	7 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.50	3.390	0.0033
3	500	0.65	6.781	0.0043
4	750	0.95	10.171	0.0063
5	1000	1.10	13.561	0.0073
6	1250	1.30	16.951	0.0086
7	1500	1.40	20.342	0.0092
8	1750	1.50	23.732	0.0099
9	2000	1.70	27.122	0.0112
10	2250	1.75	30.513	0.0116
11	2500	1.80	33.903	0.0119
12	2750	1.90	37.293	0.0125
13	2968	2.00	40.249	0.0132

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.10
ANCHO (cm)	15.10
ALTURA (cm)	15.15

CARGA MÁXIMA (kg)	2968.00
Mr máx. (kg/cm ²)	40.25

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018

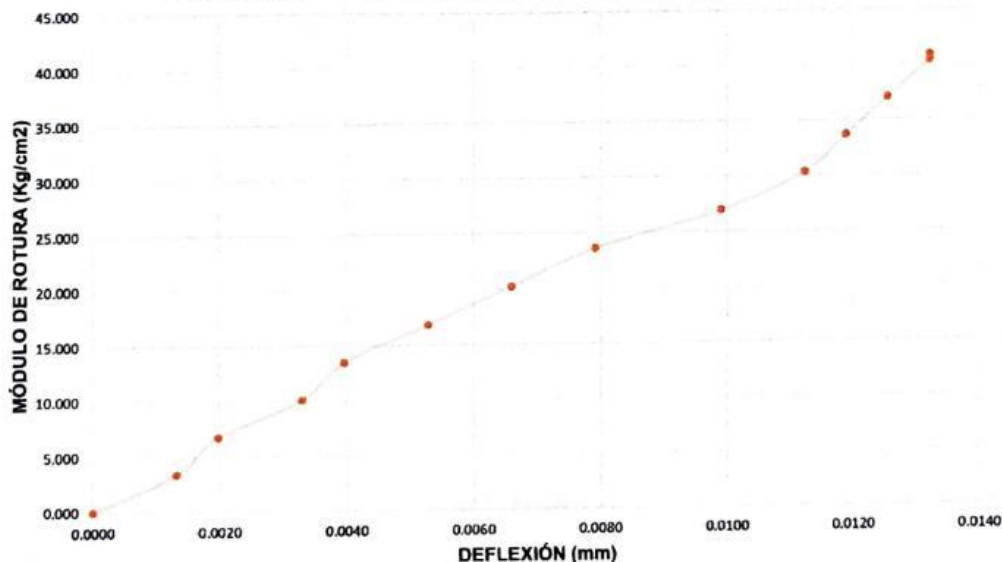
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P 399.078	RCTC-LC-UPNC:
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M721		
FECHA DE ELABORACIÓN:	19/11/2018	ÁREA (cm ²):	808.64
FECHA DE ENSAYO:	28/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	7 días	REVISADO POR:	Dr.Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.20	3.368	0.0013
3	500	0.30	6.736	0.0020
4	750	0.50	10.104	0.0033
5	1000	0.60	13.472	0.0040
6	1250	0.80	16.840	0.0053
7	1500	1.00	20.208	0.0066
8	1750	1.20	23.576	0.0079
9	2000	1.50	26.944	0.0099
10	2250	1.70	30.312	0.0112
11	2500	1.80	33.680	0.0119
12	2750	1.90	37.048	0.0125
13	3000	2.00	40.416	0.0132
13	3036	2.00	40.901	0.0132

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.20
ANCHO (cm)	15.20
ALTURA (cm)	15.15

CARGA MÁXIMA (kg)	3036.00
Mr máx. (kg/cm ²)	40.90

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018

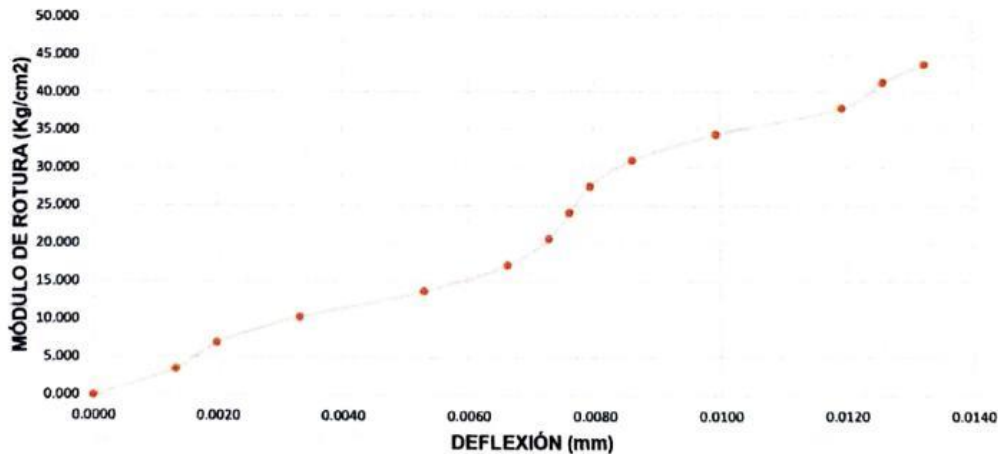
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P 399 078	RCTC-LC-UPNC
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M722		
FECHA DE ELABORACIÓN:	19/11/2018	ÁREA (cm ²):	795.00
FECHA DE ENSAYO:	28/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	7 días	REVISADO POR:	Dr.Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.20	3.436	0.0013
3	500	0.30	6.871	0.0020
4	750	0.50	10.307	0.0033
5	1000	0.80	13.742	0.0053
6	1250	1.00	17.178	0.0066
7	1500	1.10	20.613	0.0073
8	1750	1.15	24.049	0.0076
9	2000	1.20	27.484	0.0079
10	2250	1.30	30.920	0.0086
11	2500	1.50	34.355	0.0099
12	2750	1.80	37.791	0.0119
13	3000	1.90	41.226	0.0126
14	3173	2.00	43.604	0.0132

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.00
ANCHO (cm)	15.00
ALTURA (cm)	15.10

CARGA MÁXIMA (kg)	3173.00
Mr máx. (kg/cm ²)	43.60

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ABESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018

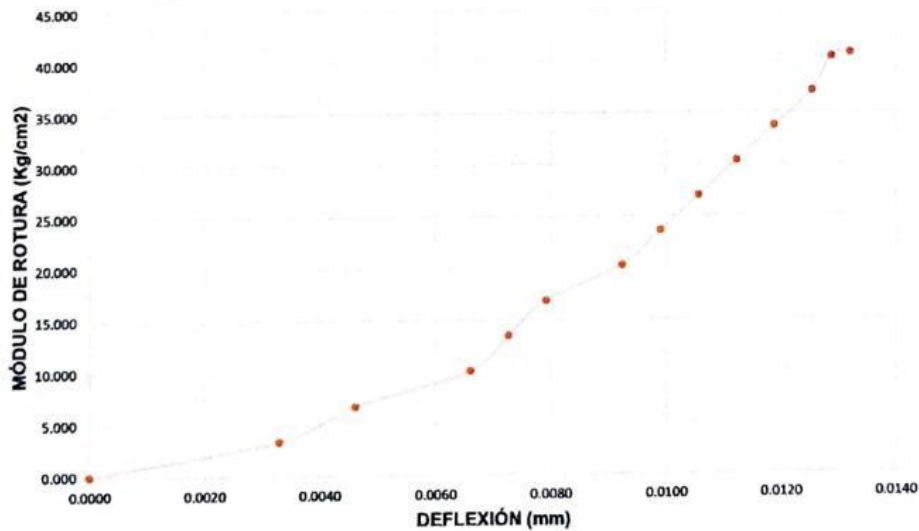
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P 399.078	RCTC-LC-UPNC
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M723		
FECHA DE ELABORACIÓN:	19/11/2018	ÁREA (cm ²):	808.64
FECHA DE ENSAYO:	28/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	7 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

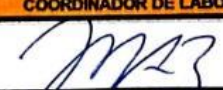
N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.50	3.368	0.0033
3	500	0.70	6.736	0.0046
4	750	1.00	10.104	0.0066
5	1000	1.10	13.472	0.0073
6	1250	1.20	16.840	0.0079
7	1500	1.40	20.208	0.0092
8	1750	1.50	23.576	0.0099
9	2000	1.60	26.944	0.0106
10	2250	1.70	30.312	0.0112
11	2500	1.80	33.680	0.0119
12	2750	1.90	37.048	0.0125
13	3000	1.95	40.416	0.0129
14	3025	2.00	40.753	0.0132


DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.20
ANCHO (cm)	15.20
ALTURA (cm)	15.15

CARGA MÁXIMA (kg)	3025.00
Mr máx. (kg/cm ²)	40.75

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018

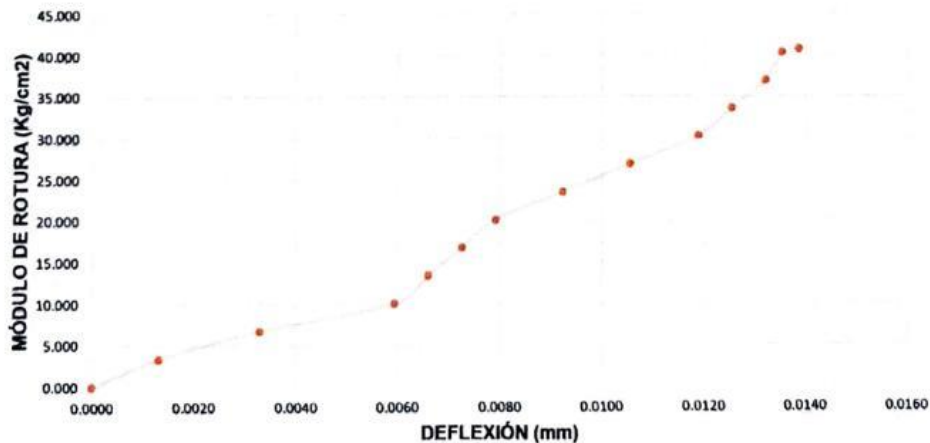
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N T P 399 078	RCTC-LC-UPNC
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M724		
FECHA DE ELABORACIÓN:	19/11/2018	ÁREA (cm ²):	812.06
FECHA DE ENSAYO:	28/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	7 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	$\epsilon\mu$
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.20	3.357	0.0013
3	500	0.50	6.714	0.0033
4	750	0.90	10.071	0.0059
5	1000	1.00	13.428	0.0066
6	1250	1.10	16.785	0.0073
7	1500	1.20	20.142	0.0079
8	1750	1.40	23.499	0.0092
9	2000	1.60	26.855	0.0106
10	2250	1.80	30.212	0.0119
11	2500	1.90	33.569	0.0125
12	2750	2.00	36.926	0.0132
13	3000	2.05	40.283	0.0135
14	3032	2.10	40.713	0.0139

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.25
ANCHO (cm)	15.25
ALTURA (cm)	15.15

CARGA MÁXIMA (kg)	3032.00
Mr máx. (kg/cm ²)	40.71

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno
FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018

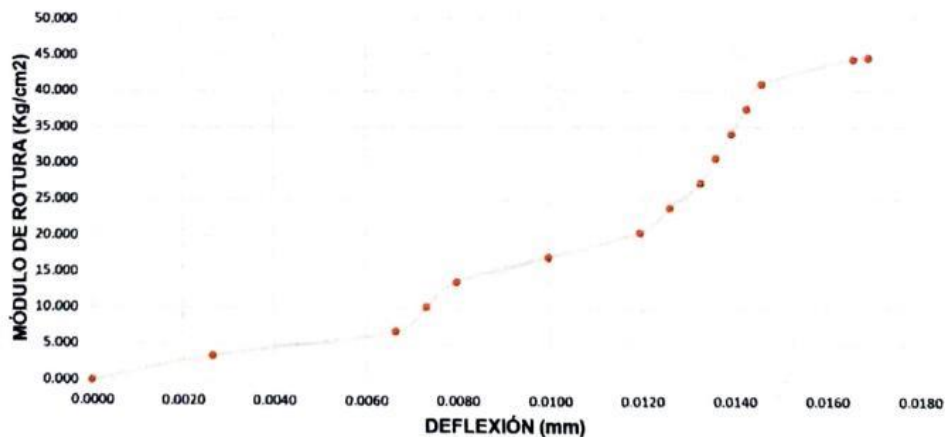
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P 399 078	RCTC-LC-UPNC:
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID VIGA:	M725		
FECHA DE ELABORACIÓN:	19/11/2018	ÁREA (cm ²):	808.64
FECHA DE ENSAYO:	28/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	7 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

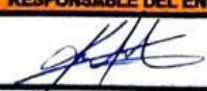
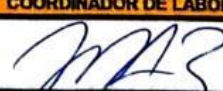

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.40	3.413	0.0027
3	500	1.00	6.826	0.0066
4	750	1.10	10.239	0.0073
5	1000	1.20	13.652	0.0080
6	1250	1.50	17.064	0.0100
7	1500	1.80	20.477	0.0120
8	1750	1.90	23.890	0.0126
9	2000	2.00	27.303	0.0133
10	2250	2.05	30.716	0.0136
11	2500	2.10	34.129	0.0140
12	2750	2.15	37.542	0.0143
13	3000	2.20	40.955	0.0146
14	3250	2.50	44.367	0.0166
15	3264	2.55	44.559	0.0169

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.20
ANCHO (cm)	15.20
ALTURA (cm)	15.05

CARGA MÁXIMA (kg)	3264.00
Mr máx. (kg/cm ²)	44.56

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018

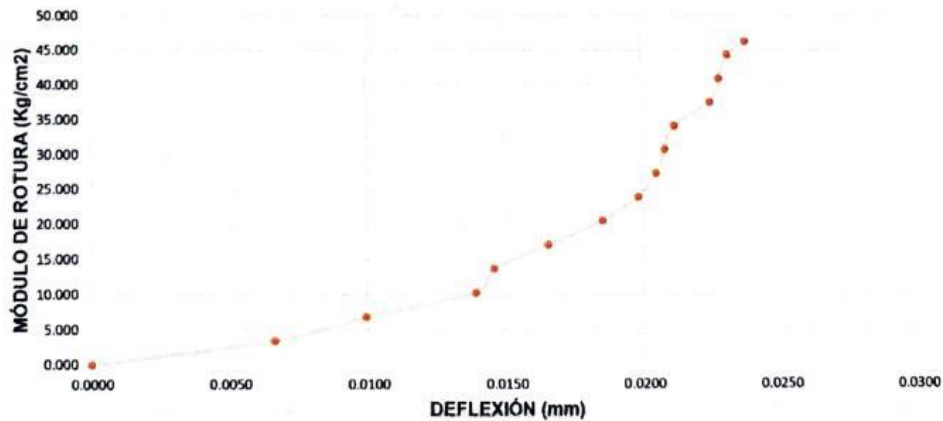
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P 399 078	RCTC-LC-UPNC
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M731		
FECHA DE ELABORACIÓN:	19/11/2018	ÁREA (cm ²):	801.81
FECHA DE ENSAYO:	28/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	7 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	1.00	3.413	0.0066
3	500	1.50	6.826	0.0099
4	750	2.10	10.238	0.0139
5	1000	2.20	13.651	0.0146
6	1250	2.50	17.064	0.0166
7	1500	2.80	20.477	0.0185
8	1750	3.00	23.889	0.0199
9	2000	3.10	27.302	0.0205
10	2250	3.15	30.715	0.0209
11	2500	3.20	34.128	0.0212
12	2750	3.40	37.540	0.0225
13	3000	3.45	40.953	0.0228
14	3250	3.50	44.366	0.0232
15	3391	3.60	46.291	0.0238

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.10
ANCHO (cm)	15.10
ALTURA (cm)	15.10

CARGA MÁXIMA (kg)	3391.00
Mr máx. (kg/cm ²)	46.29

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018

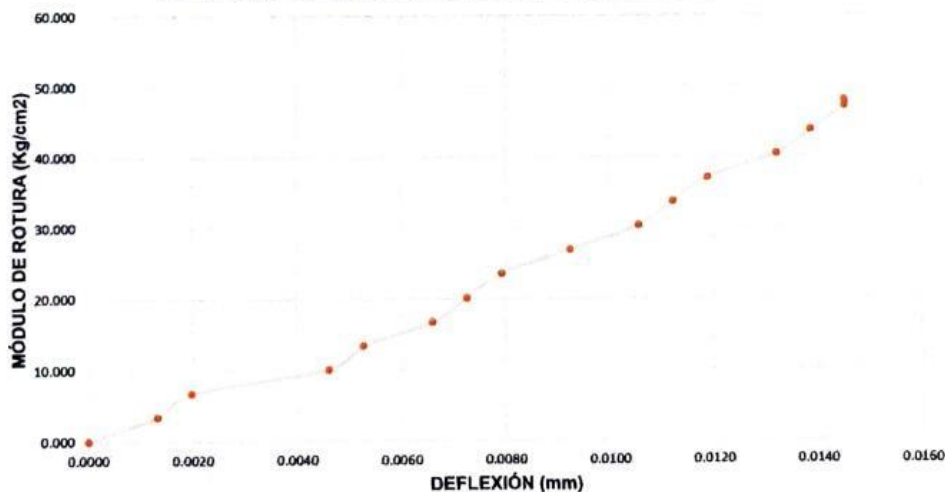
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P. 399.078	RCTC-LC-UPNC:
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M732		
FECHA DE ELABORACIÓN:	19/11/2018	ÁREA (cm ²):	808.64
FECHA DE ENSAYO:	28/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	7 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.20	3.368	0.0013
3	500	0.30	6.736	0.0020
4	750	0.70	10.104	0.0046
5	1000	0.80	13.472	0.0053
6	1250	1.00	16.840	0.0066
7	1500	1.10	20.208	0.0073
8	1750	1.20	23.576	0.0079
9	2000	1.40	26.944	0.0092
10	2250	1.60	30.312	0.0106
11	2500	1.70	33.680	0.0112
12	2750	1.80	37.048	0.0119
13	3000	2.00	40.416	0.0132
14	3250	2.10	43.784	0.0139
15	3500	2.20	47.152	0.0145
16	3558	2.20	47.933	0.0145

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.20
ANCHO (cm)	15.20
ALTURA (cm)	15.15

CARGA MÁXIMA (kg)	3558.00
Mr máx. (kg/cm ²)	47.93

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018

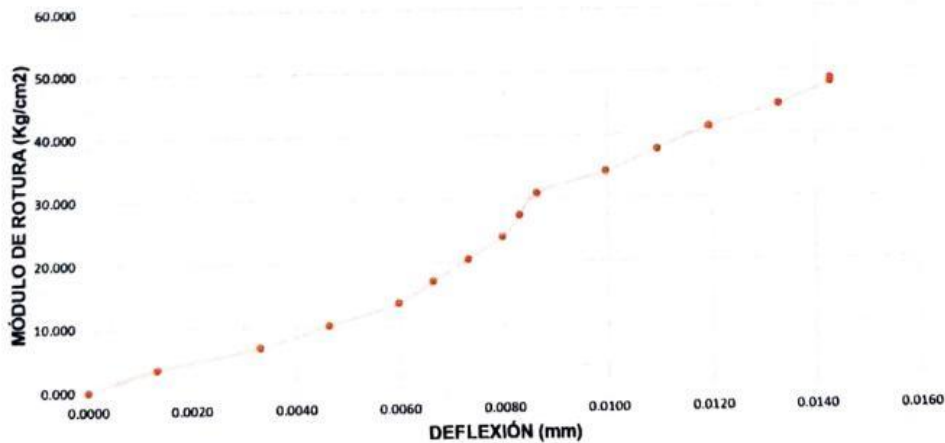
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P. 399.078	RCTC-LC-UPNC
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID VIGA:	M733		
FECHA DE ELABORACIÓN:	19/11/2018	ÁREA (cm ²):	804.47
FECHA DE ENSAYO:	28/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	7 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosquera Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.20	3.424	0.0013
3	500	0.50	6.848	0.0033
4	750	0.70	10.272	0.0047
5	1000	0.90	13.697	0.0060
6	1250	1.00	17.121	0.0066
7	1500	1.10	20.545	0.0073
8	1750	1.20	23.969	0.0080
9	2000	1.25	27.393	0.0083
10	2250	1.30	30.817	0.0086
11	2500	1.50	34.241	0.0100
12	2750	1.65	37.666	0.0110
13	3000	1.80	41.090	0.0120
14	3250	2.00	44.514	0.0133
15	3500	2.15	47.938	0.0143
16	3540	2.15	48.486	0.0143

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.10
ANCHO (cm)	15.15
ALTURA (cm)	15.05

CARGA MÁXIMA (kg)	3540.00
Mr máx. (kg/cm ²)	48.49

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosquera Moreno
FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018

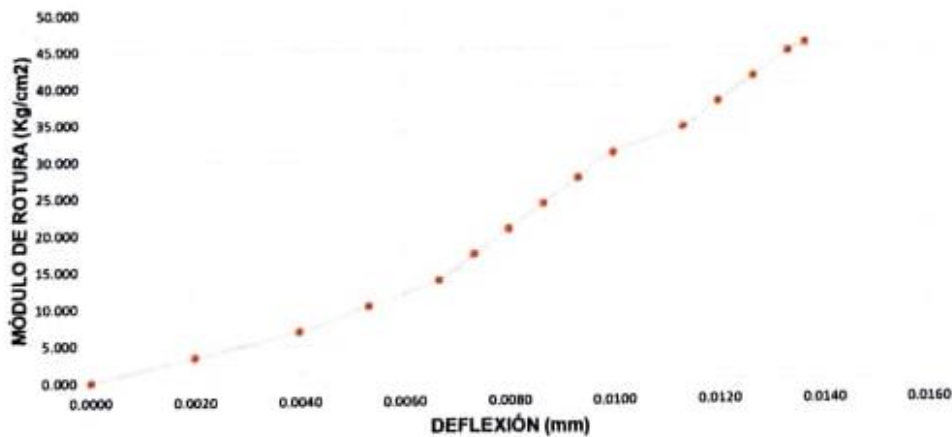
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P 399 078	RCTC-LC-UPNC
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M734		
FECHA DE ELABORACIÓN:	19/11/2018	ÁREA (cm ²):	804.47
FECHA DE ENSAYO:	28/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	7 días	REVISADO POR:	Dr.Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.30	3.424	0.0020
3	500	0.60	6.848	0.0040
4	750	0.80	10.272	0.0053
5	1000	1.00	13.697	0.0066
6	1250	1.10	17.121	0.0073
7	1500	1.20	20.545	0.0080
8	1750	1.30	23.969	0.0086
9	2000	1.40	27.393	0.0093
10	2250	1.50	30.817	0.0100
11	2500	1.70	34.241	0.0113
12	2750	1.80	37.666	0.0120
13	3000	1.90	41.090	0.0126
14	3250	2.00	44.514	0.0133
15	3333	2.05	45.651	0.0136

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.10
ANCHO (cm)	15.15
ALTURA (cm)	15.05

CARGA MÁXIMA (kg)	3333.00
Mr máx. (kg/cm ²)	45.65

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018

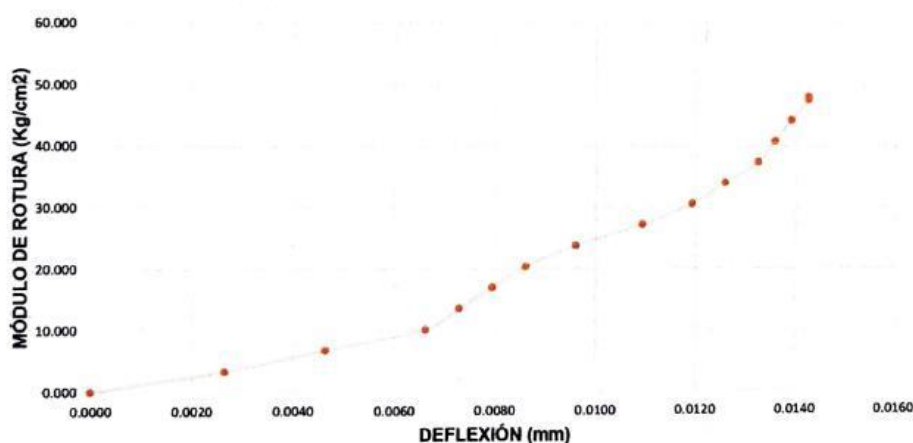
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P 399.078	RCTC-LC-UPNC:
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M735		
FECHA DE ELABORACIÓN:	19/11/2018	ÁREA (cm ²):	804.47
FECHA DE ENSAYO:	28/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	7 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.40	3.402	0.0026
3	500	0.70	6.803	0.0046
4	750	1.00	10.205	0.0066
5	1000	1.10	13.606	0.0073
6	1250	1.20	17.008	0.0079
7	1500	1.30	20.409	0.0086
8	1750	1.45	23.811	0.0096
9	2000	1.65	27.212	0.0109
10	2250	1.80	30.614	0.0119
11	2500	1.90	34.015	0.0126
12	2750	2.00	37.417	0.0132
13	3000	2.05	40.818	0.0136
14	3250	2.10	44.220	0.0139
15	3500	2.15	47.621	0.0142
16	3531	2.15	48.043	0.0142

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.10
ANCHO (cm)	15.15
ALTURA (cm)	15.10

CARGA MÁXIMA (kg)	3531.00
Mr máx. (kg/cm ²)	48.04

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018

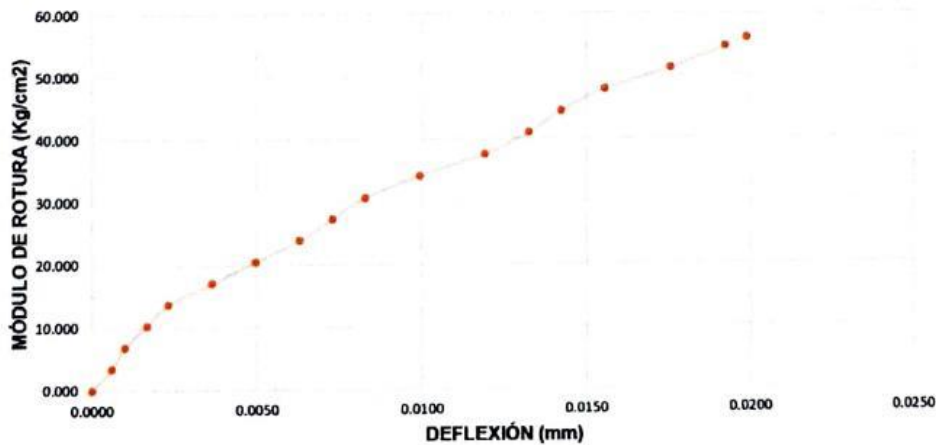
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P 399.078	RCTC-LC-UPNC,
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M741		
FECHA DE ELABORACIÓN:	19/11/2018	ÁREA (cm ²):	801.81
FECHA DE ENSAYO:	28/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	7 días	REVISADO POR:	Dr.Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	ε _u
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.09	3.413	0.0006
3	500	0.15	6.826	0.0010
4	750	0.25	10.238	0.0017
5	1000	0.35	13.651	0.0023
6	1250	0.55	17.064	0.0036
7	1500	0.75	20.477	0.0050
8	1750	0.95	23.889	0.0063
9	2000	1.10	27.302	0.0073
10	2250	1.25	30.715	0.0083
11	2500	1.50	34.128	0.0099
12	2750	1.80	37.540	0.0119
13	3000	2.00	40.953	0.0132
14	3250	2.15	44.366	0.0142
15	3500	2.35	47.779	0.0156
16	3750	2.65	51.192	0.0175
17	4000	2.90	54.604	0.0192
18	4099	3.00	55.956	0.0199

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.10
ANCHO (cm)	15.10
ALTURA (cm)	15.10

CARGA MÁXIMA (kg)	4099.00
Mr máx. (kg/cm ²)	55.96

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018

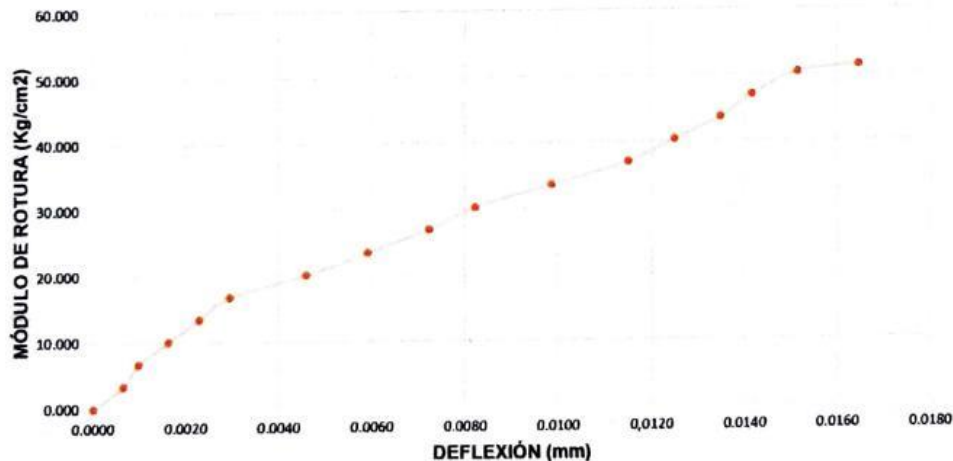
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA	N T P. 399 078		RCTC-LC-UPNC:
TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"		
ID. VIGA:	M742		
FECHA DE ELABORACIÓN:	19/11/2018	ÁREA (cm ²):	805.22
FECHA DE ENSAYO:	28/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	7 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	ε _m
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.10	3.357	0.0007
3	500	0.15	6.714	0.0010
4	750	0.25	10.071	0.0016
5	1000	0.35	13.428	0.0023
6	1250	0.45	16.784	0.0030
7	1500	0.70	20.141	0.0046
8	1750	0.90	23.498	0.0059
9	2000	1.10	26.855	0.0072
10	2250	1.25	30.212	0.0082
11	2500	1.50	33.569	0.0099
12	2750	1.75	36.926	0.0115
13	3000	1.90	40.283	0.0125
14	3250	2.05	43.640	0.0135
15	3500	2.15	46.997	0.0141
16	3750	2.30	50.353	0.0151
17	3824	2.50	51.347	0.0164

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.15
ANCHO (cm)	15.15
ALTURA (cm)	15.20

CARGA MÁXIMA (kg)	3824.00
Mr máx. (kg/cm ²)	51.35

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018

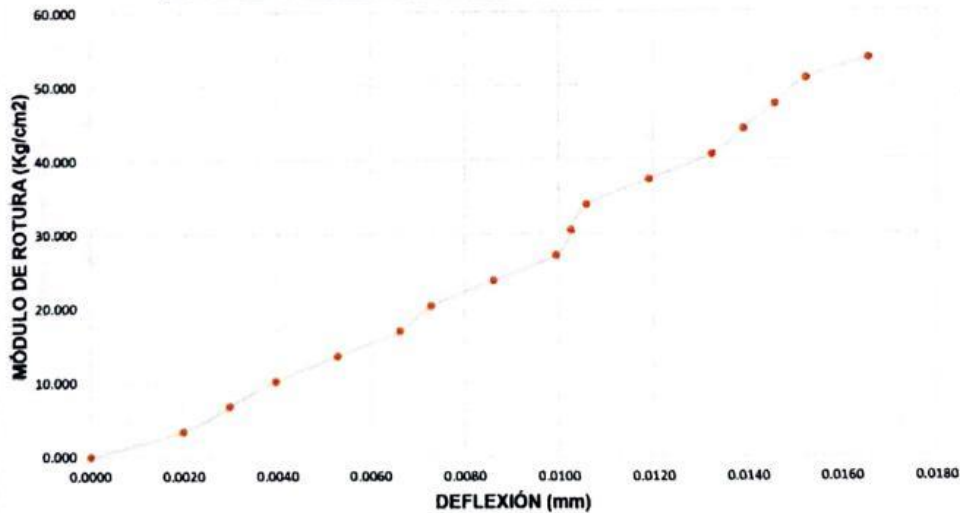
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P. 399.078	RCTC-LC-UPNC
	TEBIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M743		
FECHA DE ELABORACIÓN:	19/11/2018	ÁREA (cm ²):	808.64
FECHA DE ENSAYO:	28/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	7 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.30	3.390	0.0020
3	500	0.45	6.781	0.0030
4	750	0.60	10.171	0.0040
5	1000	0.80	13.561	0.0053
6	1250	1.00	16.952	0.0066
7	1500	1.10	20.342	0.0073
8	1750	1.30	23.732	0.0086
9	2000	1.50	27.123	0.0099
10	2250	1.55	30.513	0.0103
11	2500	1.60	33.903	0.0106
12	2750	1.80	37.293	0.0119
13	3000	2.00	40.684	0.0132
14	3250	2.10	44.074	0.0139
15	3500	2.20	47.464	0.0146
16	3750	2.30	50.855	0.0152
17	3954	2.50	53.621	0.0166

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.20
ANCHO (cm)	15.20
ALTURA (cm)	15.10

CARGA MÁXIMA (kg)	3954.00
Mr máx. (kg/cm ²)	53.62

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018

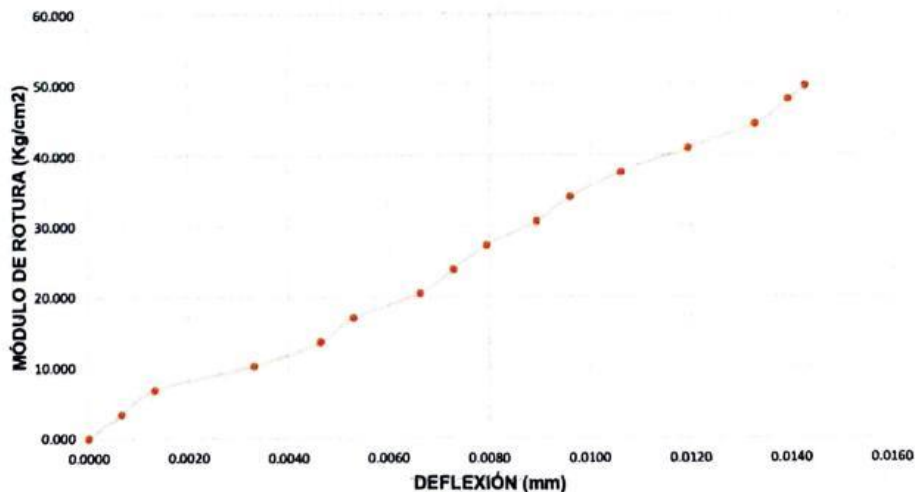
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P 399.078	RCTC-LC-UPNC
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M744		
FECHA DE ELABORACIÓN:	19/11/2018	ÁREA (cm ²):	802.57
FECHA DE ENSAYO:	28/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	7 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.10	3.413	0.0007
3	500	0.20	6.826	0.0013
4	750	0.50	10.238	0.0033
5	1000	0.70	13.651	0.0046
6	1250	0.80	17.064	0.0053
7	1500	1.00	20.477	0.0066
8	1750	1.10	23.889	0.0073
9	2000	1.20	27.302	0.0079
10	2250	1.35	30.715	0.0089
11	2500	1.45	34.128	0.0096
12	2750	1.60	37.540	0.0106
13	3000	1.80	40.953	0.0119
14	3250	2.00	44.366	0.0132
15	3500	2.10	47.779	0.0139
16	3640	2.15	49.690	0.0142


DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.15
ANCHO (cm)	15.10
ALTURA (cm)	15.10

CARGA MÁXIMA (kg)	3640.00
Mr máx. (kg/cm ²)	49.69

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018

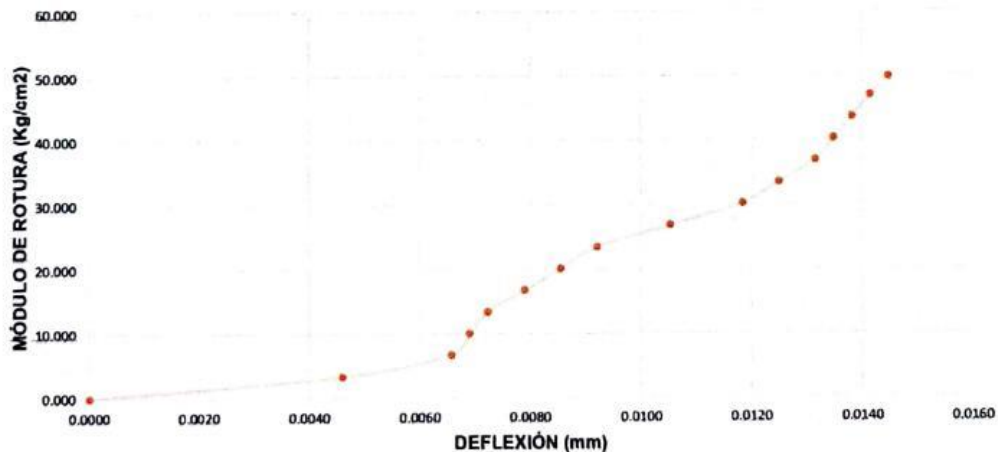
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P. 399.078	RCTC-LC-UPNOC
	TEMA	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M745		
FECHA DE ELABORACIÓN:	19/11/2018	ÁREA (cm ²):	810.16
FECHA DE ENSAYO:	28/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	7 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.70	3.346	0.0046
3	500	1.00	6.692	0.0066
4	750	1.05	10.038	0.0069
5	1000	1.10	13.383	0.0072
6	1250	1.20	16.729	0.0079
7	1500	1.30	20.075	0.0086
8	1750	1.40	23.421	0.0092
9	2000	1.60	26.767	0.0105
10	2250	1.80	30.113	0.0118
11	2500	1.90	33.459	0.0125
12	2750	2.00	36.804	0.0132
13	3000	2.05	40.150	0.0135
14	3250	2.10	43.496	0.0138
15	3500	2.15	46.842	0.0141
16	3712	2.20	49.679	0.0145

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.30
ANCHO (cm)	15.20
ALTURA (cm)	15.20

CARGA MÁXIMA (kg)	3712.00
Mr máx. (kg/cm ²)	49.68

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018	FECHA: 28/11/2018

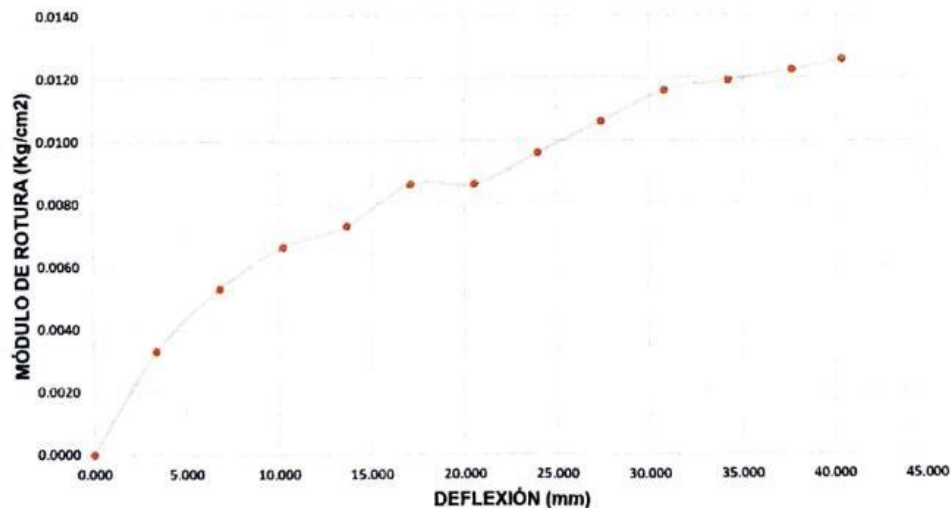
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P 399.078	RCTC-LC-UPNC:
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M1401		
FECHA DE ELABORACIÓN:	12/11/2018	ÁREA (cm ²):	796.40
FECHA DE ENSAYO:	29/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	14 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

Nº	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.50	3.424	0.0033
3	500	0.80	6.848	0.0053
4	750	1.00	10.272	0.0066
5	1000	1.10	13.696	0.0073
6	1250	1.30	17.121	0.0086
7	1500	1.30	20.545	0.0086
8	1750	1.45	23.969	0.0086
9	2000	1.60	27.393	0.0106
10	2250	1.75	30.817	0.0116
11	2500	1.80	34.241	0.0119
12	2750	1.85	37.665	0.0123
13	2949	1.90	40.391	0.0126

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.05
ANCHO (cm)	15.05
ALTURA (cm)	15.10

CARGA MÁXIMA (kg)	2949.00
Mr máx. (kg/cm ²)	40.39

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018

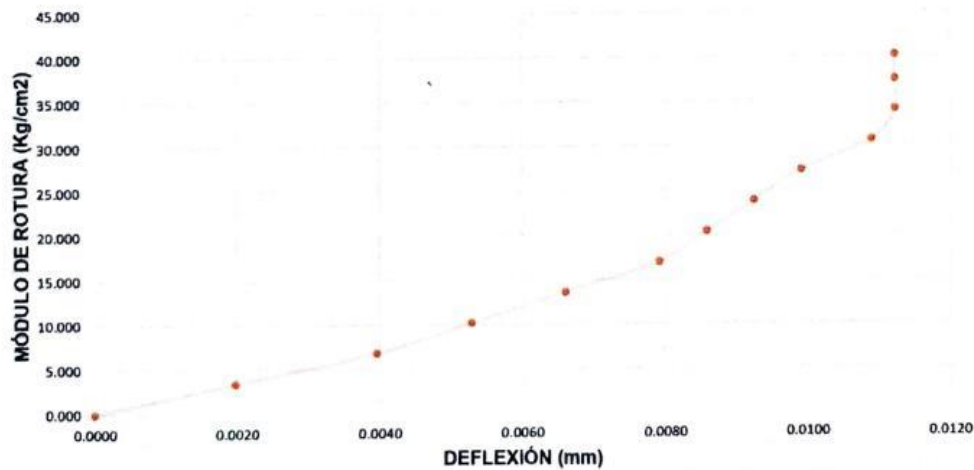
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P 399.078	RCTC-LC-UPNC
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M1402		
FECHA DE ELABORACIÓN:	12/11/2018	ÁREA (cm ²):	799.91
FECHA DE ENSAYO:	29/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	14 días	REVISADO POR:	Dr.Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.30	3.402	0.0020
3	500	0.60	6.803	0.0040
4	750	0.80	10.205	0.0053
5	1000	1.00	13.606	0.0066
6	1250	1.20	17.008	0.0079
7	1500	1.30	20.409	0.0086
8	1750	1.40	23.811	0.0092
9	2000	1.50	27.212	0.0099
10	2250	1.65	30.614	0.0109
11	2500	1.70	34.015	0.0112
12	2750	1.70	37.417	0.0112
13	2950	1.70	40.138	0.0112

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.15
ANCHO (cm)	15.05
ALTURA (cm)	15.15

CARGA MÁXIMA (kg)	2950.00
Mr máx. (kg/cm ²)	40.14

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr.Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018

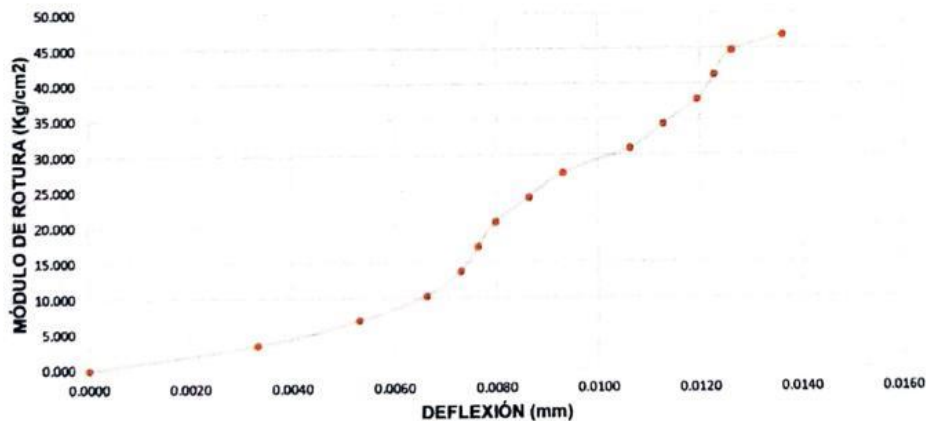
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P. 399.078	RCTC-LC-UPNC
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M1403		
FECHA DE ELABORACIÓN:	12/11/2018	ÁREA (cm ²):	801.81
FECHA DE ENSAYO:	29/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	14 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

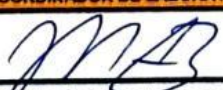
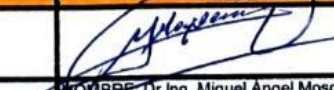
N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.50	3.435	0.0033
3	500	0.80	6.871	0.0053
4	750	1.00	10.306	0.0066
5	1000	1.10	13.742	0.0073
6	1250	1.15	17.177	0.0076
7	1500	1.20	20.613	0.0080
8	1750	1.30	24.048	0.0086
9	2000	1.40	27.484	0.0093
10	2250	1.60	30.919	0.0106
11	2500	1.70	34.355	0.0113
12	2750	1.80	37.790	0.0120
13	3000	1.85	41.226	0.0123
14	3250	1.90	44.661	0.0126
15	3409	2.05	46.846	0.0136

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.10
ANCHO (cm)	15.10
ALTURA (cm)	15.05

CARGA MÁXIMA (kg)	3409.00
Mr máx. (kg/cm ²)	46.85

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018

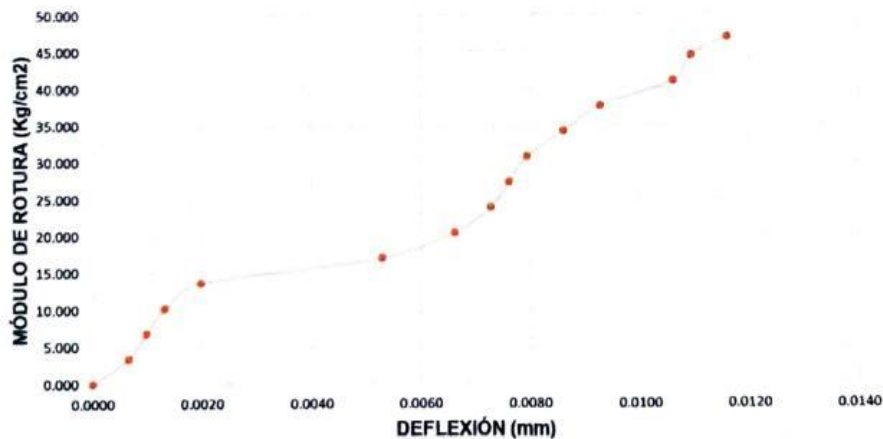
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N T P 399 07B	RCTC-LC-UPNC
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M1404		
FECHA DE ELABORACIÓN:	12/11/2018	ÁREA (cm ²):	802.57
FECHA DE ENSAYO:	29/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	14 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.10	3.413	0.0007
3	500	0.15	6.826	0.0010
4	750	0.20	10.238	0.0013
5	1000	0.30	13.651	0.0020
6	1250	0.80	17.064	0.0053
7	1500	1.00	20.477	0.0066
8	1750	1.10	23.889	0.0073
9	2000	1.15	27.302	0.0076
10	2250	1.20	30.715	0.0079
11	2500	1.30	34.128	0.0086
12	2750	1.40	37.540	0.0093
13	3000	1.60	40.953	0.0106
14	3250	1.65	44.366	0.0109
15	3434	1.75	46.878	0.0116

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.15
ANCHO (cm)	15.10
ALTURA (cm)	15.10

CARGA MÁXIMA (kg)	3434.00
Mr máx. (kg/cm ²)	46.88

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018

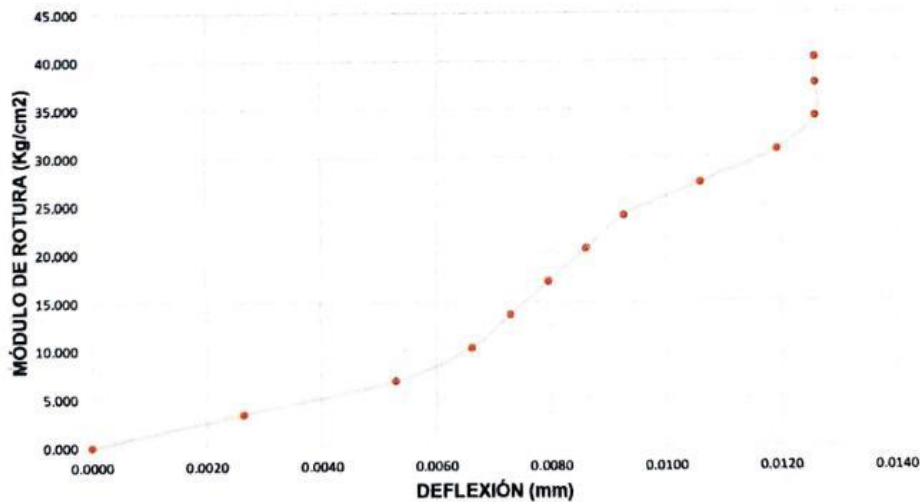
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P 399 078	RCTC-LC-UPNC:
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M1405		
FECHA DE ELABORACIÓN:	12/11/2018	ÁREA (cm ²):	799.16
FECHA DE ENSAYO:	29/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	14 días	REVISADO POR:	Dr.Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.40	3.424	0.0026
3	500	0.80	6.848	0.0053
4	750	1.00	10.272	0.0066
5	1000	1.10	13.696	0.0073
6	1250	1.20	17.121	0.0079
7	1500	1.30	20.545	0.0088
8	1750	1.40	23.969	0.0093
9	2000	1.60	27.393	0.0106
10	2250	1.80	30.817	0.0119
11	2500	1.90	34.241	0.0126
12	2750	1.90	37.665	0.0126
13	2945	1.90	40.336	0.0126


DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.10
ANCHO (cm)	15.05
ALTURA (cm)	15.10

CARGA MÁXIMA (kg)	2945.00
Mr máx. (kg/cm ²)	40.34

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018

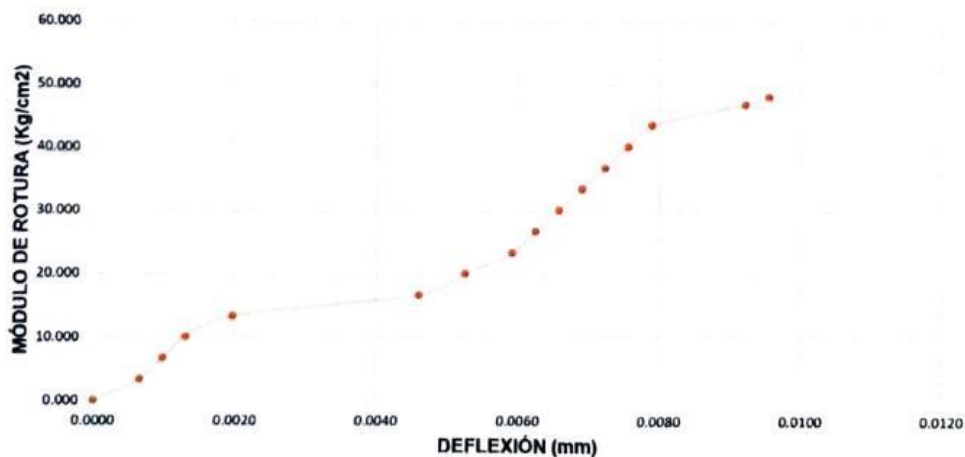
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P 399 07B	RCTC-LC-UPNC:
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M1421		
FECHA DE ELABORACIÓN:	12/11/2018	ÁREA (cm ²):	805.98
FECHA DE ENSAYO:	29/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	14 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.10	3.357	0.0007
3	500	0.15	6.714	0.0010
4	750	0.20	10.071	0.0013
5	1000	0.30	13.428	0.0020
6	1250	0.70	16.784	0.0046
7	1500	0.80	20.141	0.0053
8	1750	0.90	23.498	0.0059
9	2000	0.95	26.855	0.0063
10	2250	1.00	30.212	0.0066
11	2500	1.05	33.569	0.0069
12	2750	1.10	36.926	0.0072
13	3000	1.15	40.283	0.0076
14	3250	1.20	43.640	0.0079
15	3500	1.40	46.997	0.0092
16	3590	1.45	48.205	0.0095

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.20
ANCHO (cm)	15.15
ALTURA (cm)	15.20

CARGA MÁXIMA (kg)	3590.00
Mr máx. (kg/cm ²)	48.21

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018

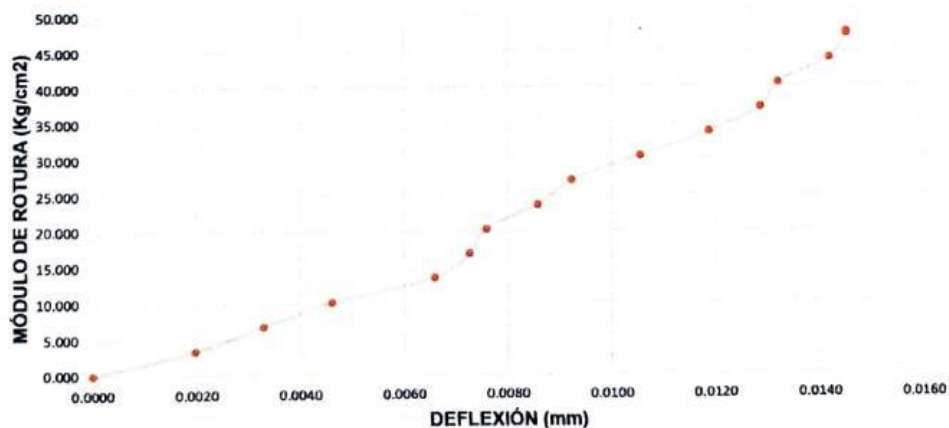
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N T P 399 078	RCTC-LC-UPNC:
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M1422		
FECHA DE ELABORACIÓN:	12/11/2018	ÁREA (cm ²):	807.88
FECHA DE ENSAYO:	29/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	14 días	REVISADO POR:	Dr.Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno


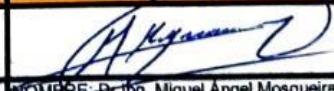
N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.30	3.368	0.0020
3	500	0.50	6.736	0.0033
4	750	0.70	10.104	0.0046
5	1000	1.00	13.472	0.0066
6	1250	1.10	16.840	0.0073
7	1500	1.15	20.208	0.0076
8	1750	1.30	23.576	0.0086
9	2000	1.40	26.944	0.0092
10	2250	1.60	30.312	0.0106
11	2500	1.80	33.680	0.0119
12	2750	1.95	37.048	0.0129
13	3000	2.00	40.416	0.0132
14	3250	2.15	43.784	0.0142
15	3500	2.20	47.152	0.0145
16	3519	2.20	47.408	0.0145

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.15
ANCHO (cm)	15.20
ALTURA (cm)	15.15

CARGA MÁXIMA (kg)	3519.00
Mr máx. (kg/cm ²)	47.41

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018

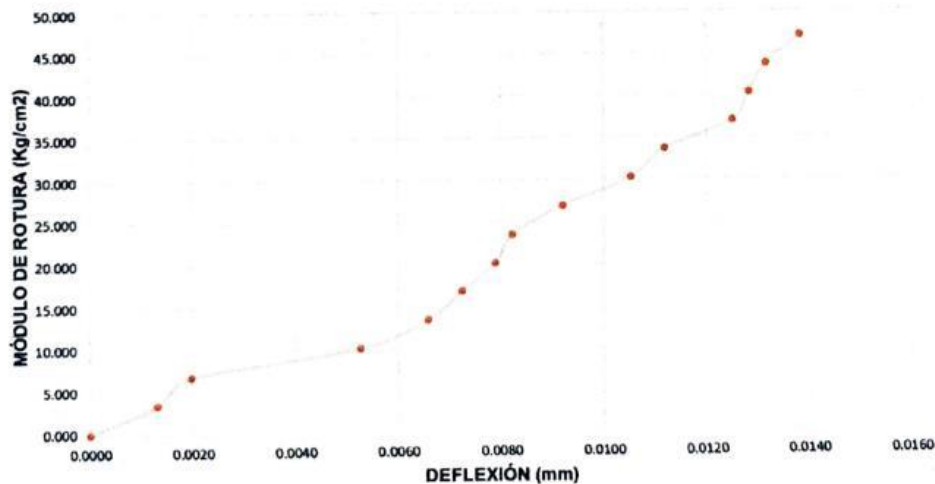
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P. 399.078	RCTC-LC-UPNC:
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M1423		
FECHA DE ELABORACIÓN:	12/11/2018	ÁREA (cm ²):	805.98
FECHA DE ENSAYO:	29/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	14 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosquera Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	ε _m
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.20	3.357	0.0013
3	500	0.30	6.714	0.0020
4	750	0.80	10.071	0.0053
5	1000	1.00	13.428	0.0066
6	1250	1.10	16.784	0.0072
7	1500	1.20	20.141	0.0079
8	1750	1.25	23.498	0.0082
9	2000	1.40	26.855	0.0082
10	2250	1.60	30.212	0.0105
11	2500	1.70	33.569	0.0112
12	2750	1.90	36.926	0.0125
13	3000	1.95	40.283	0.0128
14	3250	2.00	43.640	0.0132
15	3500	2.10	46.997	0.0138
16	3565	2.10	46.997	0.0138

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.20
ANCHO (cm)	15.15
ALTURA (cm)	15.20

CARGA MÁXIMA (kg)	3565.00
Mr máx. (kg/cm ²)	47.00

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ABESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosquera Moreno
FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018

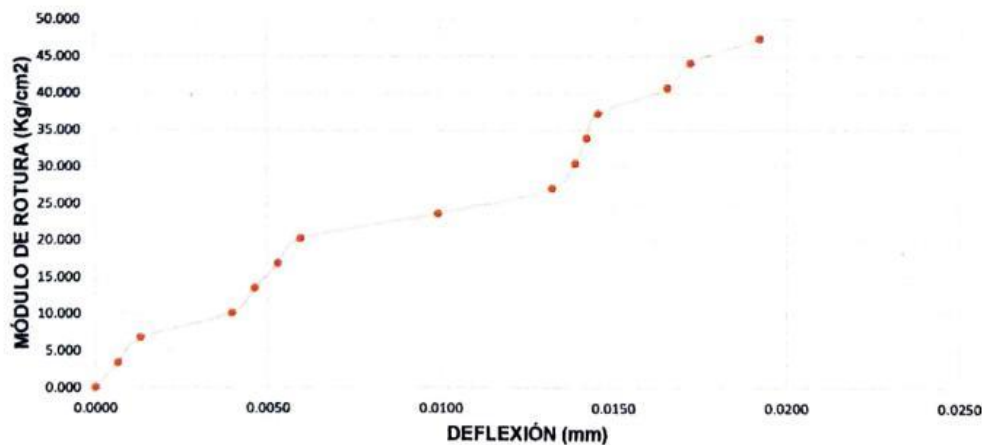
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P 399.078	RCTC-LC-UPNC.....
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M1424		
FECHA DE ELABORACIÓN:	12/11/2018	ÁREA (cm ²):	807.12
FECHA DE ENSAYO:	29/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	14 días	REVISADO POR:	Dr.Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.10	3.390	0.0007
3	500	0.20	6.781	0.0013
4	750	0.60	10.171	0.0040
5	1000	0.70	13.561	0.0046
6	1250	0.80	16.952	0.0053
7	1500	0.90	20.342	0.0060
8	1750	1.50	23.732	0.0099
9	2000	2.00	27.123	0.0132
10	2250	2.10	30.513	0.0139
11	2500	2.15	33.903	0.0142
12	2750	2.20	37.293	0.0146
13	3000	2.50	40.684	0.0166
14	3250	2.60	44.074	0.0172
15	3494	2.90	47.383	0.0192

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.10
ANCHO (cm)	15.20
ALTURA (cm)	15.10

CARGA MÁXIMA (kg)	3494.00
Mr máx. (kg/cm ²)	47.38

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018

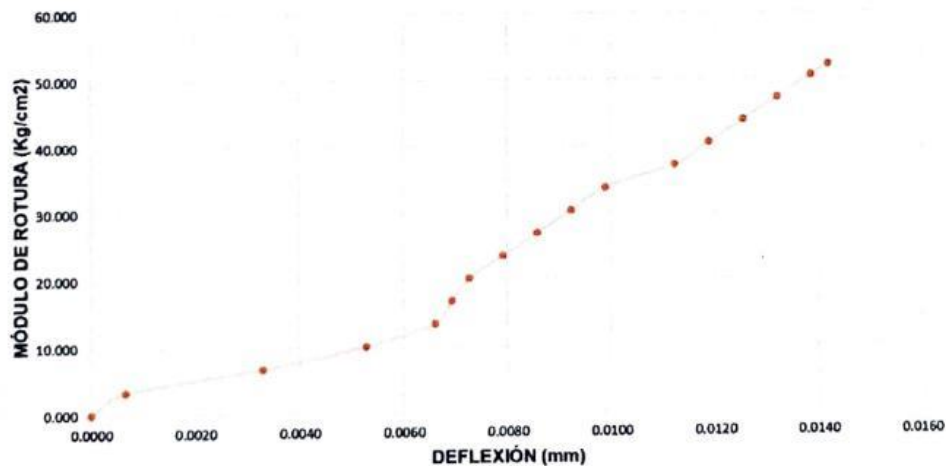
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P. 399.078	RCTC-LC-UPNO
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M1425		
FECHA DE ELABORACIÓN:	12/11/2018	ÁREA (cm ²):	807.88
FECHA DE ENSAYO:	29/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	14 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.10	3.368	0.0007
3	500	0.50	6.736	0.0033
4	750	0.80	10.104	0.0053
5	1000	1.00	13.472	0.0066
6	1250	1.05	16.840	0.0069
7	1500	1.10	20.208	0.0073
8	1750	1.20	23.576	0.0079
9	2000	1.30	26.944	0.0086
10	2250	1.40	30.312	0.0092
11	2500	1.50	33.680	0.0099
12	2750	1.70	37.048	0.0112
13	3000	1.80	40.416	0.0119
14	3250	1.90	43.784	0.0125
15	3500	2.00	47.152	0.0132
16	3750	2.10	50.520	0.0139
17	3867	2.15	52.096	0.0142

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.15
ANCHO (cm)	15.20
ALTURA (cm)	15.15

CARGA MÁXIMA (kg)	3867.00
Mr máx. (kg/cm ²)	52.10

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno
FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018

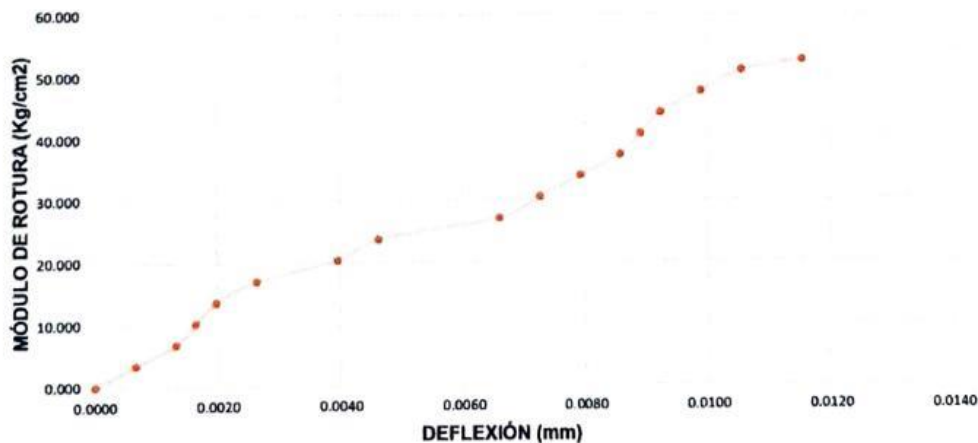
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P 399.078	RCTC-LC-UPNC:.....
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M1431		
FECHA DE ELABORACIÓN:	12/11/2018	ÁREA (cm ²):	801.81
FECHA DE ENSAYO:	29/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	14 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.10	3.390	0.0007
3	500	0.20	6.781	0.0013
4	750	0.25	10.171	0.0017
5	1000	0.30	13.561	0.0020
6	1250	0.40	16.951	0.0026
7	1500	0.60	20.342	0.0040
8	1750	0.70	23.732	0.0046
9	2000	1.00	27.122	0.0066
10	2250	1.10	30.513	0.0073
11	2500	1.20	33.903	0.0079
12	2750	1.30	37.293	0.0086
13	3000	1.35	40.683	0.0089
14	3250	1.40	44.074	0.0092
15	3500	1.50	47.464	0.0099
16	3750	1.60	50.854	0.0106
17	3868	1.75	52.454	0.0116

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.10
ANCHO (cm)	15.10
ALTURA (cm)	15.15

CARGA MÁXIMA (kg)	3868.00
Mr máx. (kg/cm ²)	52.45

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018

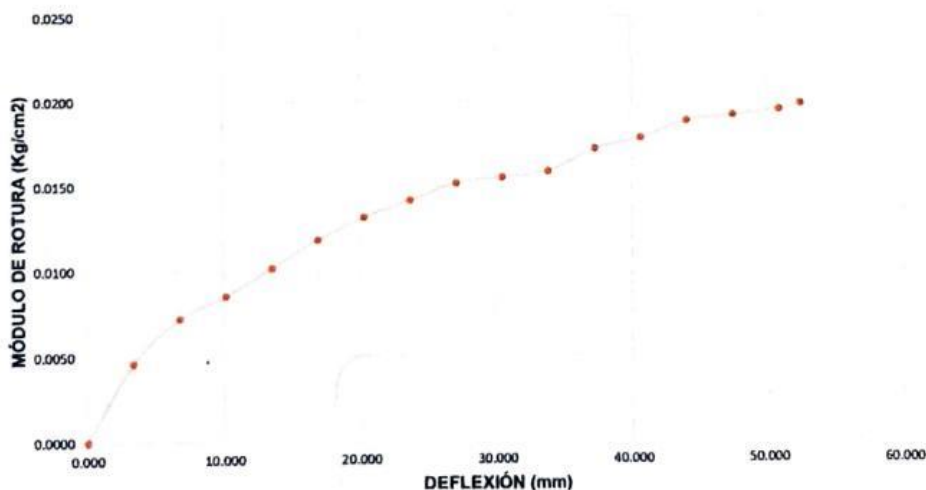
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P. 399.078	RCTC-LC-LIPNG
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M1432		
FECHA DE ELABORACIÓN:	12/11/2018	ÁREA (cm ²):	801.81
FECHA DE ENSAYO:	29/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	14 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno


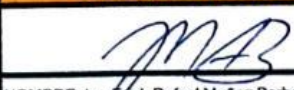
N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.70	3.390	0.0046
3	500	1.10	6.781	0.0073
4	750	1.30	10.171	0.0086
5	1000	1.55	13.561	0.0102
6	1250	1.80	16.951	0.0119
7	1500	2.00	20.342	0.0132
8	1750	2.15	23.732	0.0142
9	2000	2.30	27.122	0.0152
10	2250	2.35	30.513	0.0155
11	2500	2.40	33.903	0.0158
12	2750	2.60	37.293	0.0172
13	3000	2.70	40.683	0.0178
14	3250	2.85	44.074	0.0188
15	3500	2.90	47.464	0.0191
16	3750	2.95	50.854	0.0195
17	3867	3.00	52.441	0.0198

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.10
ANCHO (cm)	15.10
ALTURA (cm)	15.15

CARGA MÁXIMA (kg)	3867.00
Mr máx. (kg/cm ²)	52.44

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018

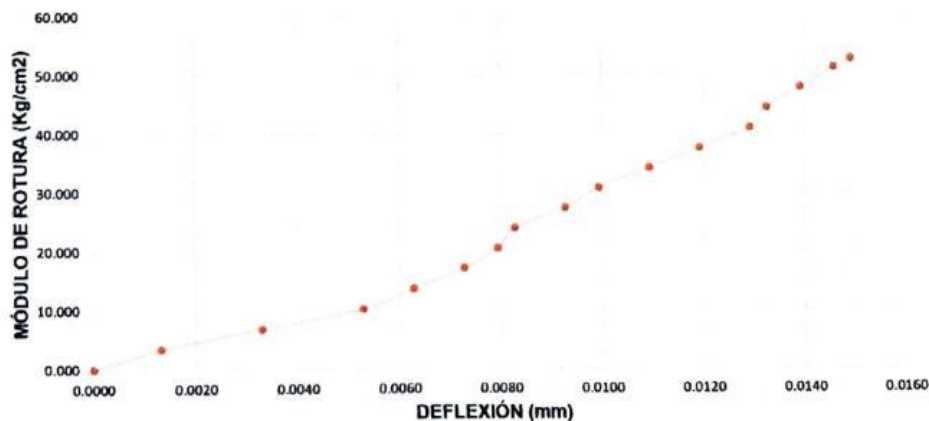
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P 399 078	RCTC-LC-UPNC
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M1433		
FECHA DE ELABORACIÓN:	12/11/2018	ÁREA (cm ²):	799.16
FECHA DE ENSAYO:	29/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	14 días	REVISADO POR:	Dr.Ing. Miguel Ángel Mosquera Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.20	3.424	0.0013
3	500	0.50	6.848	0.0033
4	750	0.80	10.272	0.0053
5	1000	0.95	13.696	0.0063
6	1250	1.10	17.121	0.0073
7	1500	1.20	20.545	0.0079
8	1750	1.25	23.969	0.0083
9	2000	1.40	27.393	0.0093
10	2250	1.50	30.817	0.0099
11	2500	1.65	34.241	0.0109
12	2750	1.80	37.665	0.0119
13	3000	1.95	41.089	0.0129
14	3250	2.00	44.513	0.0132
15	3500	2.10	47.938	0.0139
16	3750	2.20	51.362	0.0146
17	3857	2.25	52.827	0.0149

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.10
ANCHO (cm)	15.05
ALTURA (cm)	15.10

CARGA MÁXIMA (kg)	3857.00
Mr máx. (kg/cm ²)	52.83

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosquera Moreno
FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018

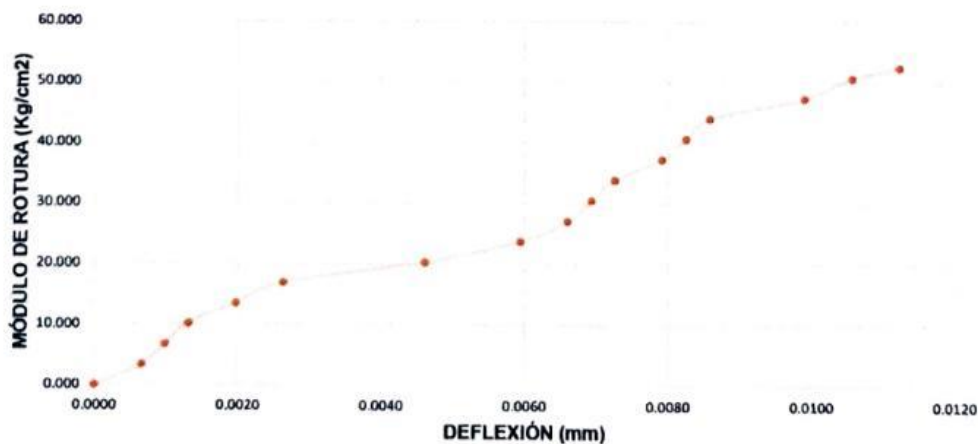
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N T P 399.078	RCTC-LC-UPNC
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M1434		
FECHA DE ELABORACIÓN:	12/11/2018	ÁREA (cm ²):	802.57
FECHA DE ENSAYO	29/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA	14 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno


N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	cμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.10	3.390	0.0007
3	500	0.15	6.781	0.0010
4	750	0.20	10.171	0.0013
5	1000	0.30	13.561	0.0020
6	1250	0.40	16.951	0.0026
7	1500	0.70	20.342	0.0046
8	1750	0.90	23.732	0.0059
9	2000	1.00	27.122	0.0066
10	2250	1.05	30.513	0.0069
11	2500	1.10	33.903	0.0073
12	2750	1.20	37.293	0.0079
13	3000	1.25	40.683	0.0083
14	3250	1.30	44.074	0.0086
15	3500	1.50	47.464	0.0099
16	3750	1.60	50.854	0.0106
17	3876	1.70	52.563	0.0112

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.15
ANCHO (cm)	15.10
ALTURA (cm)	15.15

CARGA MÁXIMA (kg)	3876.00
Mr máx. (kg/cm ²)	52.56

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018

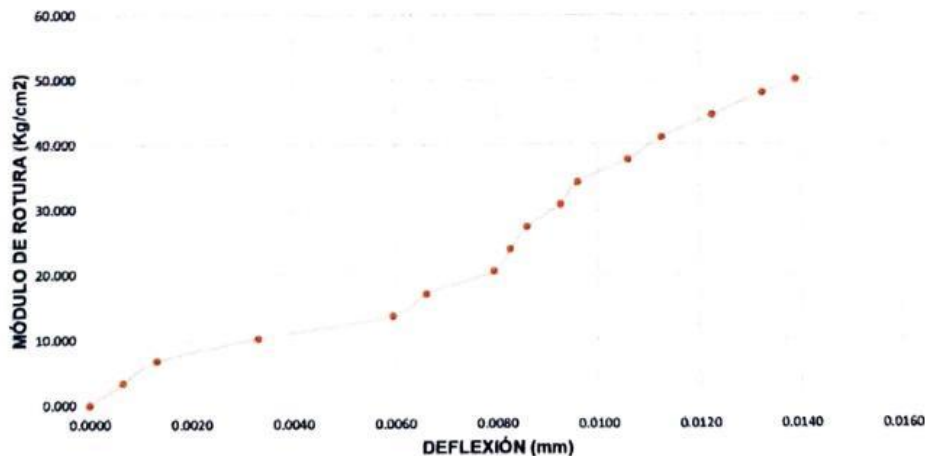
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	GÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N T P 399.078	RCTG-LC-LIPAC
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M1435		
FECHA DE ELABORACIÓN:	12/11/2018	ÁREA (cm ²):	799.16
FECHA DE ENSAYO:	29/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	14 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Angel Mosquera Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.10	3.424	0.0007
3	500	0.20	6.848	0.0013
4	750	0.50	10.272	0.0033
5	1000	0.90	13.696	0.0060
6	1250	1.00	17.121	0.0066
7	1500	1.20	20.545	0.0079
8	1750	1.25	23.969	0.0083
9	2000	1.30	27.393	0.0086
10	2250	1.40	30.817	0.0093
11	2500	1.45	34.241	0.0096
12	2750	1.60	37.665	0.0106
13	3000	1.70	41.089	0.0113
14	3250	1.85	44.513	0.0123
15	3500	2.00	47.937	0.0132
16	3646	2.10	49.937	0.0139

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.10
ANCHO (cm)	15.05
ALTURA (cm)	15.10

CARGA MÁXIMA (kg)	3646.00
Mr máx. (kg/cm ²)	49.94

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Angel Mosquera Moreno
FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018

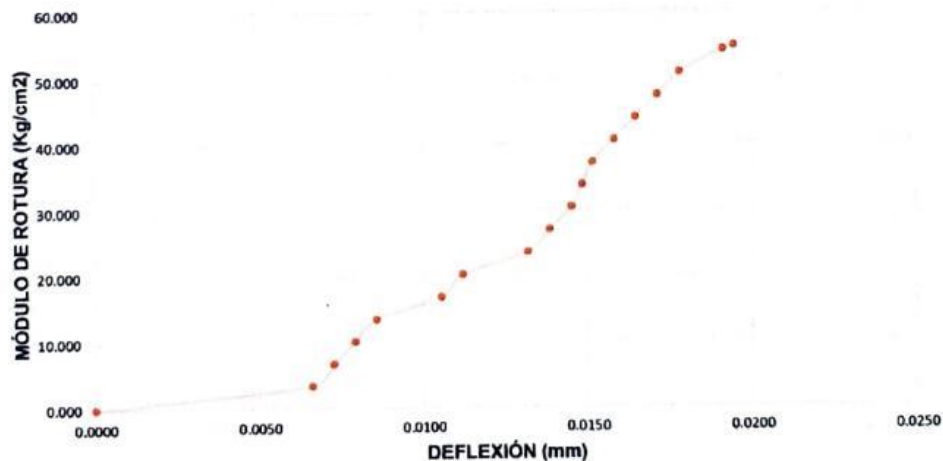
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P 399.078	RCTC-LC-UPNC:
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M1441		
FECHA DE ELABORACIÓN:	12/11/2018	ÁREA (cm ²):	805.22
FECHA DE ENSAYO:	29/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	14 días	REVISADO POR:	Dr.Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	1.00	3.379	0.0066
3	500	1.10	6.758	0.0073
4	750	1.20	10.137	0.0079
5	1000	1.30	13.516	0.0086
6	1250	1.60	16.895	0.0106
7	1500	1.70	20.275	0.0112
8	1750	2.00	23.654	0.0132
9	2000	2.10	27.033	0.0139
10	2250	2.20	30.412	0.0145
11	2500	2.25	33.791	0.0149
12	2750	2.30	37.170	0.0152
13	3000	2.40	40.549	0.0158
14	3250	2.50	43.928	0.0165
15	3500	2.60	47.307	0.0172
16	3750	2.70	50.686	0.0178
17	4000	2.90	54.065	0.0191
18	4043	2.95	54.647	0.0195

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.15
ANCHO (cm)	15.15
ALTURA (cm)	15.15

CARGA MÁXIMA (kg)	4043.00
Mr máx. (kg/cm ²)	54.65

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Jbg. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr.Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno
FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018

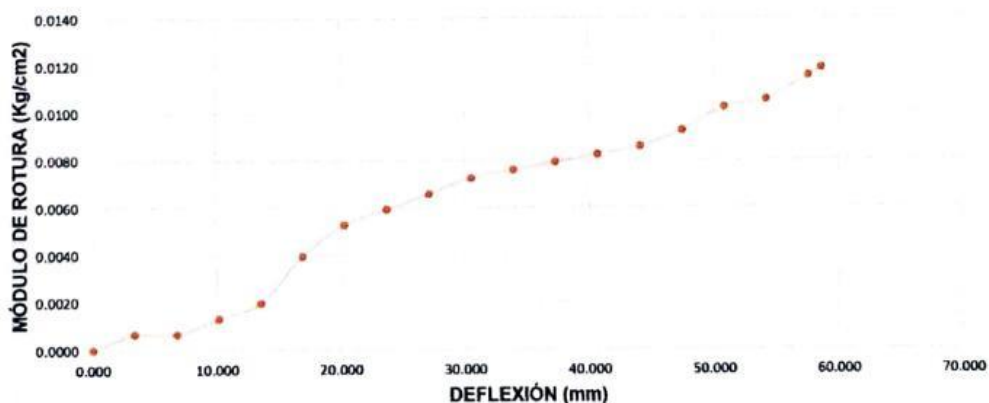
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P 399.078	RCTC-LC-UPNC:
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M1442		
FECHA DE ELABORACIÓN:	12/11/2018	ÁREA (cm ²):	801.81
FECHA DE ENSAYO:	29/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	14 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.10	3.390	0.0007
3	500	0.10	6.781	0.0007
4	750	0.20	10.171	0.0013
5	1000	0.30	13.561	0.0020
6	1250	0.60	16.951	0.0040
7	1500	0.80	20.342	0.0053
8	1750	0.90	23.732	0.0059
9	2000	1.00	27.122	0.0066
10	2250	1.10	30.513	0.0073
11	2500	1.15	33.903	0.0076
12	2750	1.20	37.293	0.0079
13	3000	1.25	40.683	0.0083
14	3250	1.30	44.074	0.0086
15	3500	1.40	47.464	0.0092
16	3750	1.55	50.854	0.0102
17	4000	1.60	54.244	0.0106
18	4250	1.75	57.635	0.0116
19	4327	1.80	58.679	0.0119

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.10
ANCHO (cm)	15.10
ALTURA (cm)	15.15

CARGA MÁXIMA (kg)	4327.00
Mr máx. (kg/cm ²)	58.68

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018

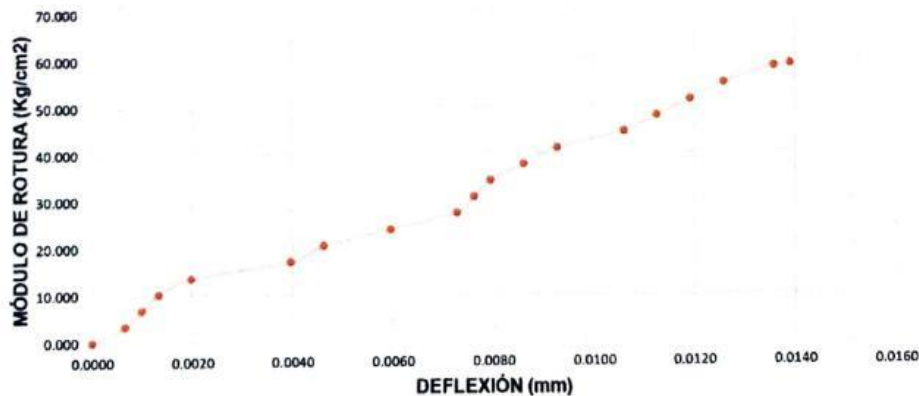
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N T P 399 078	RCTC-LC-UPNC:.....
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M1443		
FECHA DE ELABORACIÓN:	12/11/2018	ÁREA (cm ²):	799.16
FECHA DE ENSAYO:	29/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA	14 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	cμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.10	3.424	0.0007
3	500	0.15	6.848	0.0010
4	750	0.20	10.272	0.0013
5	1000	0.30	13.696	0.0020
6	1250	0.60	17.121	0.0040
7	1500	0.70	20.545	0.0046
8	1750	0.90	23.969	0.0060
9	2000	1.10	27.393	0.0073
10	2250	1.15	30.817	0.0076
11	2500	1.20	34.241	0.0079
12	2750	1.30	37.665	0.0086
13	3000	1.40	41.089	0.0093
14	3250	1.60	44.513	0.0106
15	3500	1.70	47.938	0.0113
16	3750	1.80	51.362	0.0119
17	4000	1.90	54.786	0.0126
18	4250	2.05	58.210	0.0136
19	4287	2.10	58.717	0.0139


DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.10
ANCHO (cm)	15.05
ALTURA (cm)	15.10

CARGA MÁXIMA (kg)	4287.00
Mr máx. (kg/cm ²)	58.72

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018

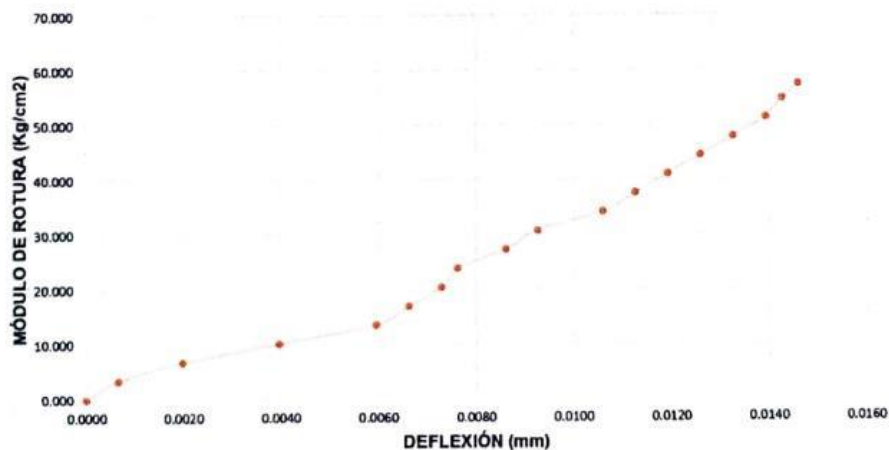
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N T P 398 078	RCTC-LC-UPNC
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M1444		
FECHA DE ELABORACIÓN:	12/11/2018	ÁREA (cm ²):	801.06
FECHA DE ENSAYO:	29/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	14 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.10	3.413	0.0007
3	500	0.30	6.826	0.0020
4	750	0.60	10.238	0.0040
5	1000	0.90	13.651	0.0060
6	1250	1.00	17.064	0.0066
7	1500	1.10	20.477	0.0073
8	1750	1.15	23.889	0.0076
9	2000	1.30	27.302	0.0086
10	2250	1.40	30.715	0.0093
11	2500	1.60	34.128	0.0106
12	2750	1.70	37.540	0.0113
13	3000	1.80	40.953	0.0119
14	3250	1.90	44.366	0.0126
15	3500	2.00	47.779	0.0132
16	3750	2.10	51.192	0.0139
17	4000	2.15	54.604	0.0142
18	4193	2.20	57.239	0.0146

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.05
ANCHO (cm)	15.10
ALTURA (cm)	15.10

CARGA MÁXIMA (kg)	4193.00
Mr máx. (kg/cm ²)	57.24

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018

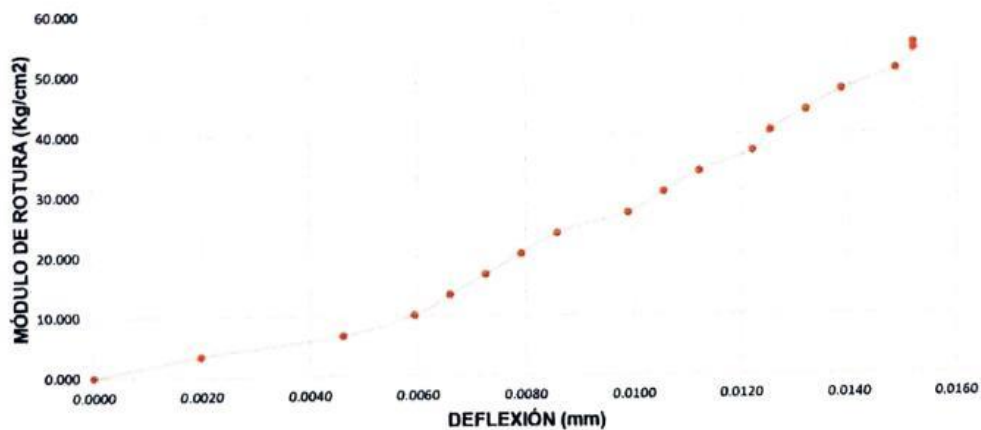
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P 399.078	RCTC-LC-UPNC:
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M1445		
FECHA DE ELABORACIÓN:	12/11/2018	ÁREA (cm ²):	806.74
FECHA DE ENSAYO:	29/11/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	14 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	ε _m
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.30	3.379	0.0020
3	500	0.70	6.758	0.0046
4	750	0.90	10.137	0.0059
5	1000	1.00	13.516	0.0066
6	1250	1.10	16.895	0.0073
7	1500	1.20	20.275	0.0079
8	1750	1.30	23.654	0.0086
9	2000	1.50	27.033	0.0099
10	2250	1.60	30.412	0.0106
11	2500	1.70	33.791	0.0112
12	2750	1.85	37.170	0.0122
13	3000	1.90	40.549	0.0125
14	3250	2.00	43.928	0.0132
15	3500	2.10	47.307	0.0139
16	3750	2.25	50.686	0.0149
17	4000	2.30	54.065	0.0152
18	4069	2.30	54.998	0.0152

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.25
ANCHO (cm)	15.15
ALTURA (cm)	15.15

CARGA MÁXIMA (kg)	4069.00
Mr máx. (kg/cm ²)	55.00

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno
FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018	FECHA: 29/11/2018

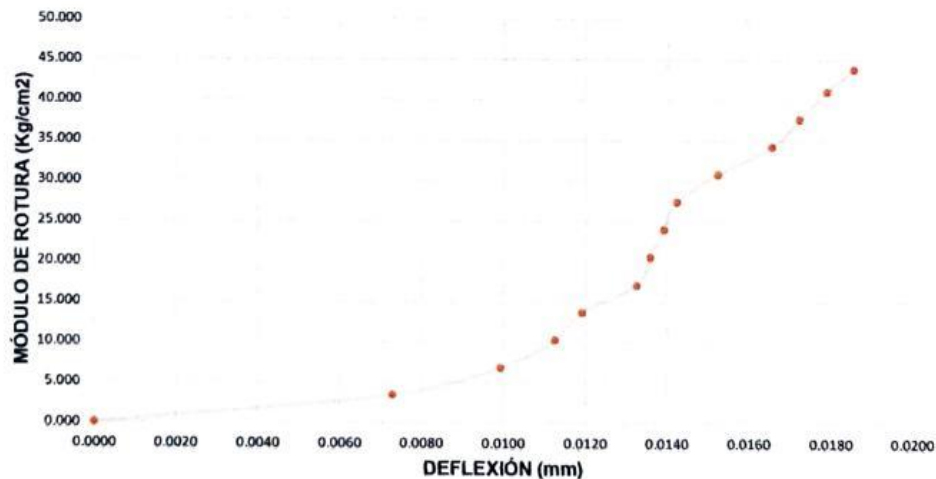
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P 399 078	RCTC-LC-UPNC:
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M2801		
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/11/2018	ÁREA (cm ²):	800.66
FECHA DE ENSAYO:	05/12/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	28 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno



N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	1.10	3.424	0.0073
3	500	1.50	6.848	0.0099
4	750	1.70	10.272	0.0113
5	1000	1.80	13.696	0.0119
6	1250	2.00	17.121	0.0132
7	1500	2.05	20.545	0.0136
8	1750	2.10	23.969	0.0139
9	2000	2.15	27.393	0.0142
10	2250	2.30	30.817	0.0152
11	2500	2.50	34.241	0.0166
12	2750	2.60	37.665	0.0172
13	3000	2.70	41.089	0.0179
14	3201	2.80	43.842	0.0185

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.20
ANCHO (cm)	15.05
ALTURA (cm)	15.10

CARGA MÁXIMA (kg)	3201.00
Mr máx. (kg/cm ²)	43.84

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018

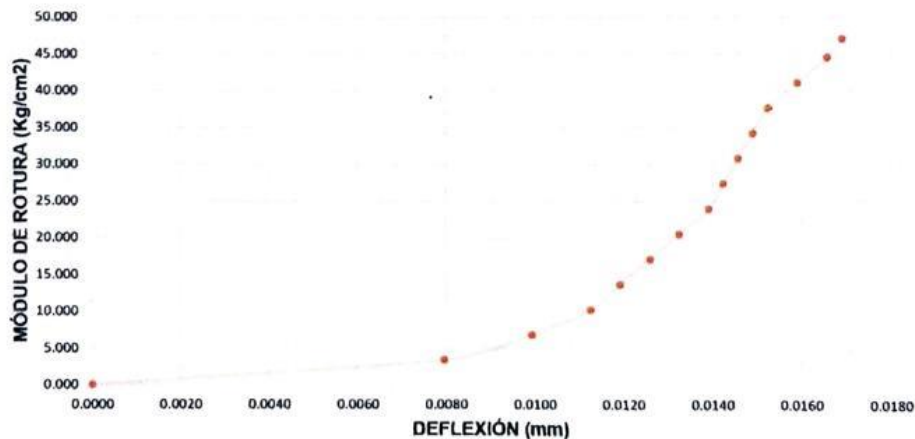
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P 399.078	RCTC-LC-UPNC:
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M2802		
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/11/2018	ÁREA (cm ²):	799.16
FECHA DE ENSAYO:	05/12/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	28 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

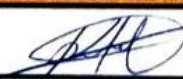


Nº	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	1.20	3.424	0.0079
3	500	1.50	6.848	0.0099
4	750	1.70	10.272	0.0113
5	1000	1.80	13.696	0.0119
6	1250	1.90	17.121	0.0126
7	1500	2.00	20.545	0.0132
8	1750	2.10	23.969	0.0139
9	2000	2.15	27.393	0.0142
10	2250	2.20	30.817	0.0146
11	2500	2.25	34.241	0.0149
12	2750	2.30	37.665	0.0152
13	3000	2.40	41.089	0.0159
14	3250	2.50	44.513	0.0166
15	3437	2.55	47.075	0.0169

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.10
ANCHO (cm)	15.05
ALTURA (cm)	15.10

CARGA MÁXIMA (kg)	3437.00
Mr máx. (kg/cm ²)	47.07

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018

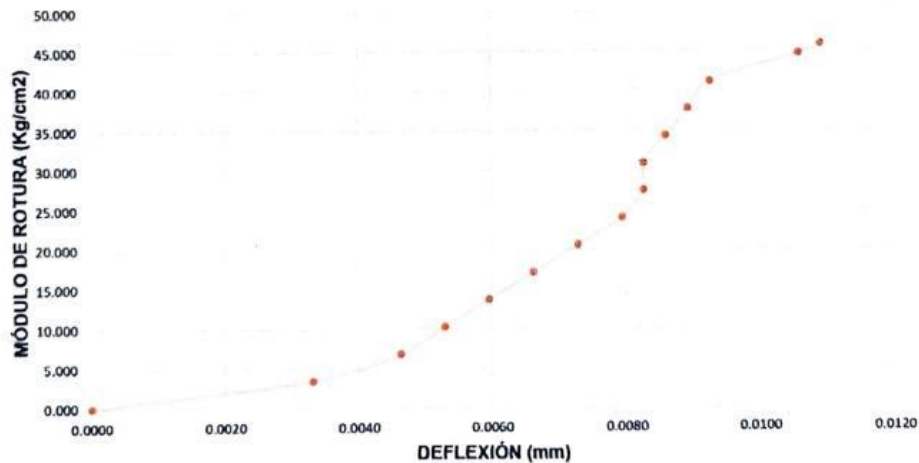
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N T P 399 078	RCTC-LC-UPNC
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M2803		
FECHA DE ELABORACIÓN	07/11/2018	ÁREA (cm ²):	799.16
FECHA DE ENSAYO:	05/12/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	28 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.50	3.424	0.0033
3	500	0.70	6.848	0.0048
4	750	0.80	10.272	0.0053
5	1000	0.90	13.696	0.0060
6	1250	1.00	17.121	0.0066
7	1500	1.10	20.545	0.0073
8	1750	1.20	23.969	0.0079
9	2000	1.25	27.393	0.0083
10	2250	1.25	30.817	0.0083
11	2500	1.30	34.241	0.0086
12	2750	1.35	37.665	0.0089
13	3000	1.40	41.089	0.0093
14	3250	1.60	44.513	0.0106
15	3336	1.65	45.691	0.0109

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.10
ANCHO (cm)	15.05
ALTURA (cm)	15.10

CARGA MÁXIMA (kg)	3336.00
Mr máx. (kg/cm ²)	45.69

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018

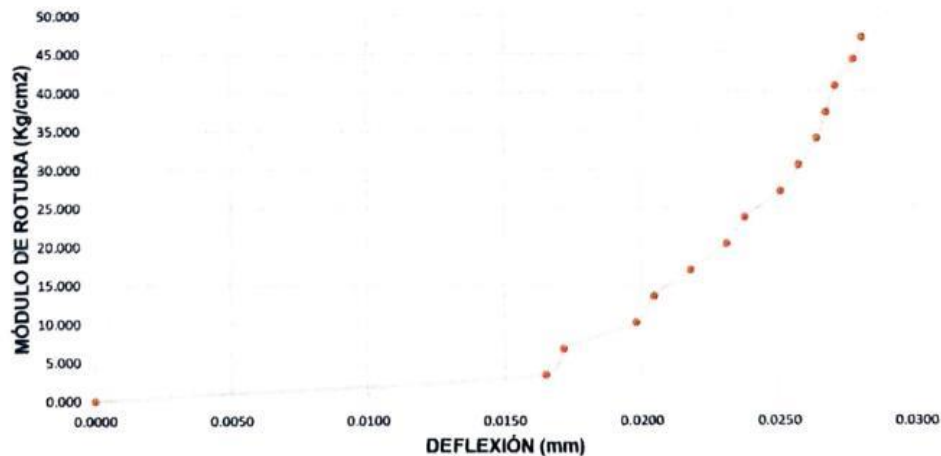
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P. 399.078	RCTC-LC-UPNC:
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M2804		
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/11/2018	ÁREA (cm ²):	803.32
FECHA DE ENSAYO:	05/12/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	28 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno




N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	ε _m
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	2.50	3.390	0.0165
3	500	2.60	6.781	0.0172
4	750	3.00	10.171	0.0198
5	1000	3.10	13.561	0.0205
6	1250	3.30	16.951	0.0218
7	1500	3.50	20.342	0.0231
8	1750	3.60	23.732	0.0238
9	2000	3.80	27.122	0.0251
10	2250	3.90	30.513	0.0257
11	2500	4.00	33.903	0.0264
12	2750	4.05	37.293	0.0267
13	3000	4.10	40.683	0.0271
14	3250	4.20	44.074	0.0277
15	3458	4.25	46.894	0.0281


DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.20
ANCHO (cm)	15.10
ALTURA (cm)	15.15

CARGA MÁXIMA (kg)	3458.00
Mr máx. (kg/cm ²)	46.89

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno
FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018

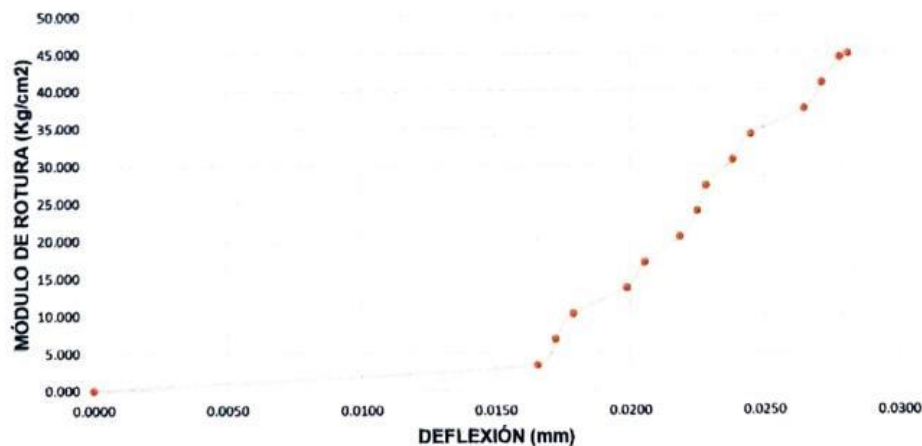
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P. 399 078	RCTC-LC-UPNC
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID VIGA:	M2805		
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/11/2018	ÁREA (cm ²):	801.06
FECHA DE ENSAYO:	05/12/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	28 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	2.50	3.413	0.0166
3	500	2.60	6.826	0.0172
4	750	2.70	10.238	0.0179
5	1000	3.00	13.651	0.0199
6	1250	3.10	17.064	0.0205
7	1500	3.30	20.477	0.0219
8	1750	3.40	23.889	0.0225
9	2000	3.45	27.302	0.0228
10	2250	3.60	30.715	0.0238
11	2500	3.70	34.128	0.0245
12	2750	4.00	37.540	0.0265
13	3000	4.10	40.953	0.0272
14	3250	4.20	44.366	0.0278
15	3282	4.25	44.803	0.0281

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.05
ANCHO (cm)	15.10
ALTURA (cm)	15.10

CARGA MÁXIMA (kg)	3282.00
Mr máx. (kg/cm ²)	44.80

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ABESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno
FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018

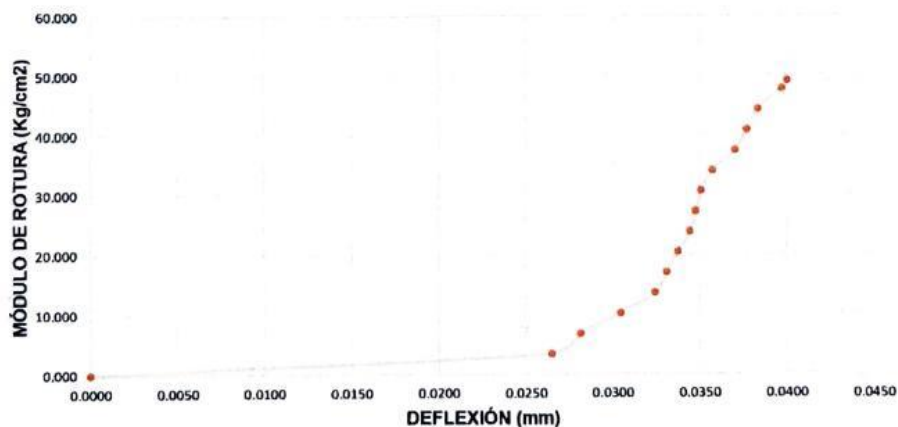
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P. 399.078	RCTC-LC-UPNC:
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M2821		
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/11/2018	ÁREA (cm ²):	805.98
FECHA DE ENSAYO:	05/12/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	28 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	4.00	3.402	0.0265
3	500	4.25	6.803	0.0281
4	750	4.60	10.205	0.0305
5	1000	4.90	13.606	0.0325
6	1250	5.00	17.008	0.0331
7	1500	5.10	20.409	0.0338
8	1750	5.20	23.811	0.0344
9	2000	5.25	27.212	0.0348
10	2250	5.30	30.614	0.0351
11	2500	5.40	34.015	0.0358
12	2750	5.60	37.417	0.0371
13	3000	5.70	40.818	0.0377
14	3250	5.80	44.220	0.0384
15	3500	6.00	47.621	0.0397
16	3602	6.05	49.009	0.0401

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.20
ANCHO (cm)	15.15
ALTURA (cm)	15.10

CARGA MÁXIMA (kg)	3602.00
Mr máx. (kg/cm ²)	49.01

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018

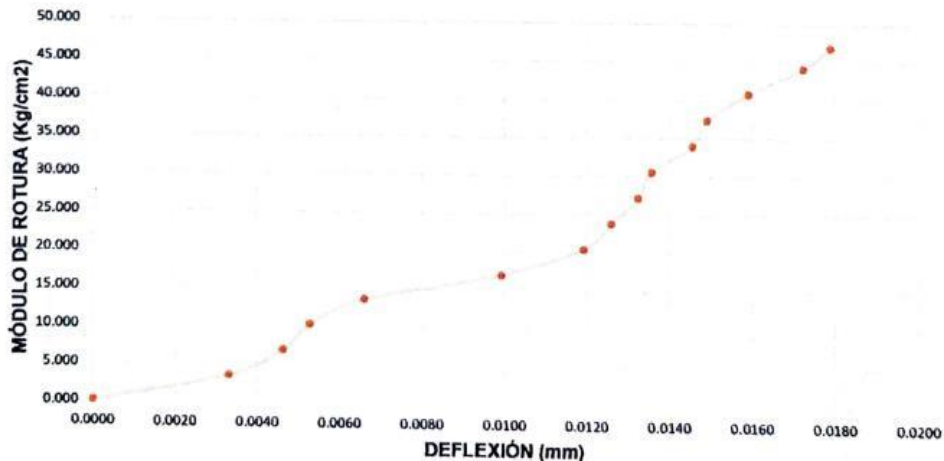
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P. 399.078	RCTC-LC-UPNC:
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M2822		
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/11/2018	ÁREA (cm ²):	805.22
FECHA DE ENSAYO:	05/12/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	28 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.50	3.402	0.0033
3	500	0.70	6.803	0.0046
4	750	0.80	10.205	0.0053
5	1000	1.00	13.606	0.0066
6	1250	1.50	17.008	0.0099
7	1500	1.80	20.409	0.0119
8	1750	1.90	23.811	0.0126
9	2000	2.00	27.212	0.0132
10	2250	2.05	30.614	0.0136
11	2500	2.20	34.015	0.0146
12	2750	2.25	37.417	0.0149
13	3000	2.40	40.818	0.0159
14	3250	2.60	44.220	0.0172
15	3455	2.70	47.009	0.0179

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.15
ANCHO (cm)	15.15
ALTURA (cm)	15.10

CARGA MÁXIMA (kg)	3455.00
Mr máx. (kg/cm ²)	47.01

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ABESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018

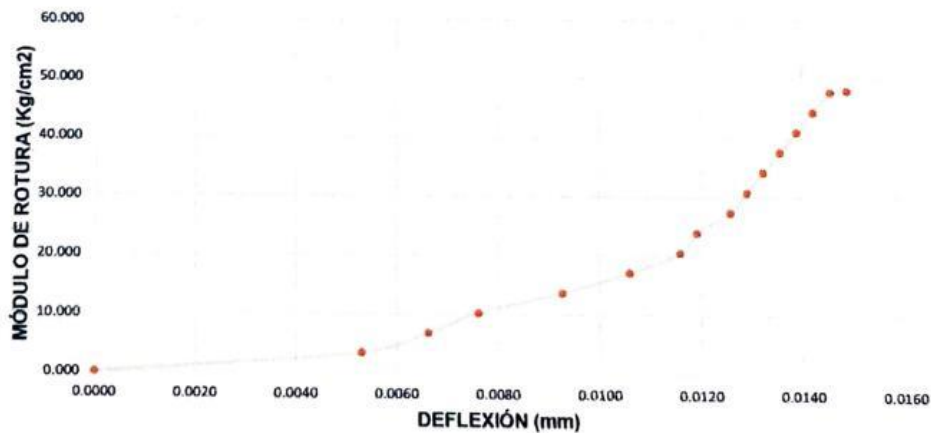
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N T P 399 078	RCTC-LC-UPNC
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M2823		
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/11/2018	ÁREA (cm ²):	799.16
FECHA DE ENSAYO:	05/12/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	28 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.80	3.424	0.0053
3	500	1.00	6.848	0.0066
4	750	1.15	10.272	0.0076
5	1000	1.40	13.696	0.0093
6	1250	1.60	17.121	0.0106
7	1500	1.75	20.545	0.0116
8	1750	1.80	23.969	0.0119
9	2000	1.90	27.393	0.0126
10	2250	1.95	30.817	0.0129
11	2500	2.00	34.241	0.0132
12	2750	2.05	37.665	0.0136
13	3000	2.10	41.089	0.0139
14	3250	2.15	44.513	0.0142
15	3500	2.20	47.938	0.0146
16	3520	2.25	48.211	0.0149

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.10
ANCHO (cm)	15.05
ALTURA (cm)	15.10

CARGA MÁXIMA (kg)	3520.00
Mr máx. (kg/cm ²)	48.21

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018

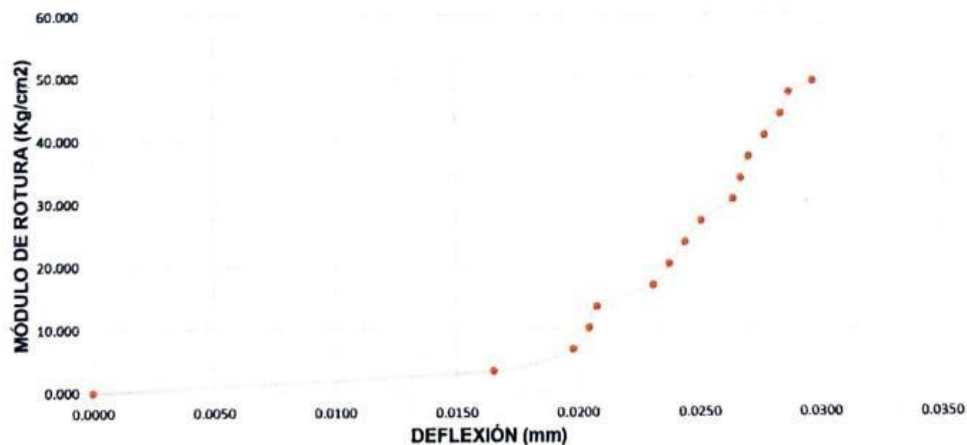
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N T P 399 078	RCTC-LC-UPNC
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M2824		
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/11/2018	ÁREA (cm ²):	802.57
FECHA DE ENSAYO:	05/12/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	28 días	REVISADO POR:	Dr Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	2.50	3.390	0.0165
3	500	3.00	6.781	0.0198
4	750	3.10	10.171	0.0205
5	1000	3.15	13.561	0.0208
6	1250	3.50	16.951	0.0231
7	1500	3.60	20.342	0.0238
8	1750	3.70	23.732	0.0244
9	2000	3.80	27.122	0.0251
10	2250	4.00	30.513	0.0264
11	2500	4.05	33.903	0.0267
12	2750	4.10	37.293	0.0271
13	3000	4.20	40.683	0.0277
14	3250	4.30	44.074	0.0284
15	3500	4.35	47.464	0.0287
16	3634	4.50	49.281	0.0297

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.15
ANCHO (cm)	15.10
ALTURA (cm)	15.15

CARGA MÁXIMA (kg)	3634.00
Mr máx. (kg/cm ²)	49.28

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018

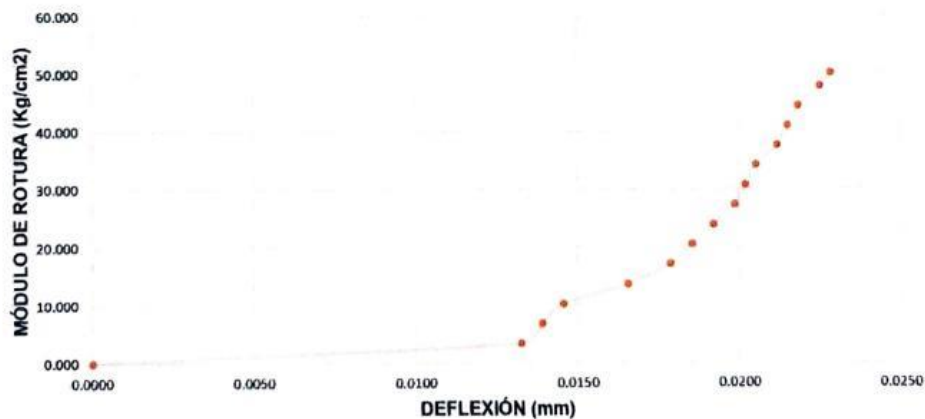
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P 399 078	RCTC-LC-UPNC:.....
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M2825		
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/11/2018	ÁREA (cm ²):	801.81
FECHA DE ENSAYO:	05/12/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	28 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	ϵ_m
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	2.00	3.413	0.0132
3	500	2.10	6.826	0.0139
4	750	2.20	10.238	0.0146
5	1000	2.50	13.651	0.0166
6	1250	2.70	17.064	0.0179
7	1500	2.80	20.477	0.0185
8	1750	2.90	23.889	0.0192
9	2000	3.00	27.302	0.0199
10	2250	3.05	30.715	0.0202
11	2500	3.10	34.128	0.0205
12	2750	3.20	37.540	0.0212
13	3000	3.25	40.953	0.0215
14	3250	3.30	44.366	0.0219
15	3500	3.40	47.779	0.0225
16	3667	3.45	50.059	0.0228

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.10
ANCHO (cm)	15.10
ALTURA (cm)	15.10

CARGA MÁXIMA (kg)	3667.00
Mr máx. (kg/cm ²)	50.06

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ABESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018

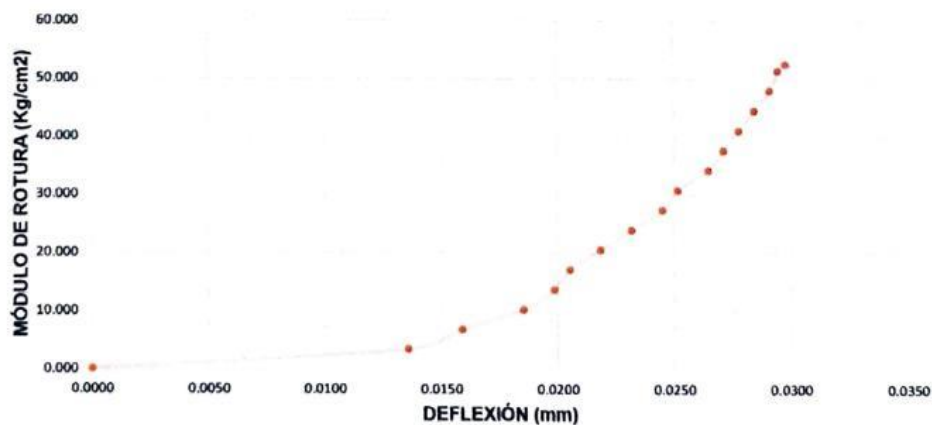
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA	N.T.P. 399.078	RCTC-LC-UPNC:	
TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"		
ID. VIGA:	M2831		
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/11/2018	ÁREA (cm²):	799.18
FECHA DE ENSAYO:	05/12/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	28 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	ϵ_m
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	2.05	3.424	0.0136
3	500	2.40	6.848	0.0159
4	750	2.80	10.272	0.0185
5	1000	3.00	13.696	0.0199
6	1250	3.10	17.121	0.0205
7	1500	3.30	20.545	0.0219
8	1750	3.50	23.969	0.0232
9	2000	3.70	27.393	0.0245
10	2250	3.80	30.817	0.0252
11	2500	4.00	34.241	0.0265
12	2750	4.10	37.665	0.0272
13	3000	4.20	41.089	0.0278
14	3250	4.30	44.513	0.0285
15	3500	4.40	47.938	0.0291
16	3750	4.45	51.362	0.0295
17	3835	4.50	52.526	0.0298

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.10
ANCHO (cm)	15.05
ALTURA (cm)	15.10

CARGA MÁXIMA (kg)	3835.00
Mr máx. (kg/cm²)	52.53

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018

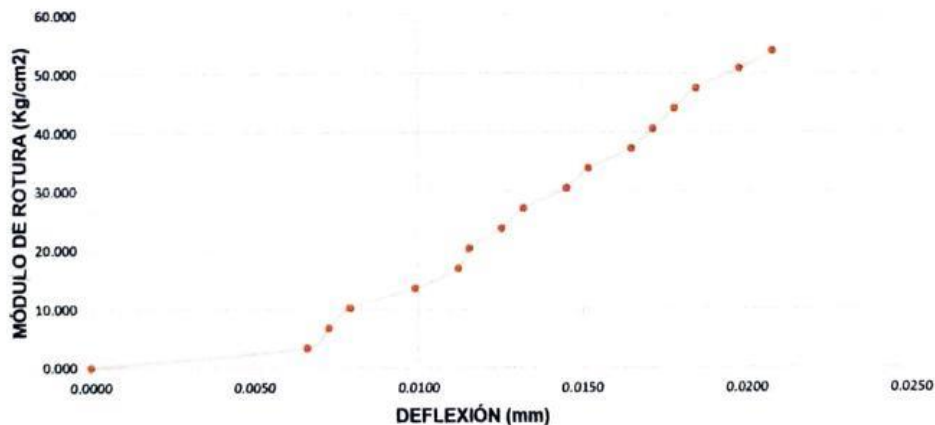
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N T P 399 078	RCTE-LC-UPNC:
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M2832		
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/11/2018	ÁREA (cm ²):	803.32
FECHA DE ENSAYO:	05/12/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	28 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	ε _s
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	1.00	3.390	0.0066
3	500	1.10	6.781	0.0073
4	750	1.20	10.171	0.0079
5	1000	1.50	13.561	0.0099
6	1250	1.70	16.951	0.0112
7	1500	1.75	20.342	0.0116
8	1750	1.90	23.732	0.0125
9	2000	2.00	27.122	0.0132
10	2250	2.20	30.513	0.0145
11	2500	2.30	33.903	0.0152
12	2750	2.50	37.293	0.0165
13	3000	2.60	40.683	0.0172
14	3250	2.70	44.074	0.0178
15	3500	2.80	47.464	0.0185
16	3750	3.00	50.854	0.0198
17	3972	3.15	53.865	0.0208

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.20
ANCHO (cm)	15.10
ALTURA (cm)	15.15

CARGA MÁXIMA (kg)	3972.00
Mr máx. (kg/cm ²)	53.86

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018

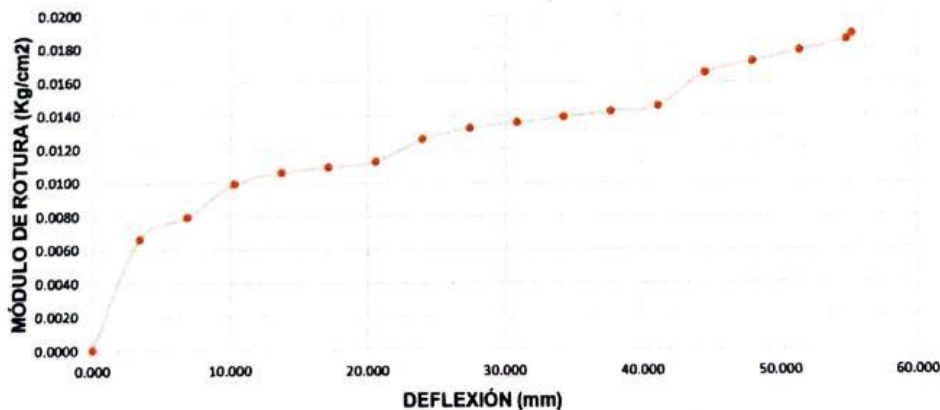
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P. 399.078	ROTC-LC-UPNC:
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M2833		
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/11/2018	ÁREA (cm ²):	799.16
FECHA DE ENSAYO:	05/12/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	28 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosquera Moreno



N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	1.00	3.424	0.0066
3	500	1.20	6.848	0.0079
4	750	1.50	10.272	0.0099
5	1000	1.60	13.696	0.0106
6	1250	1.65	17.121	0.0109
7	1500	1.70	20.545	0.0113
8	1750	1.90	23.969	0.0126
9	2000	2.00	27.393	0.0132
10	2250	2.05	30.817	0.0136
11	2500	2.10	34.241	0.0139
12	2750	2.15	37.665	0.0142
13	3000	2.20	41.089	0.0146
14	3250	2.50	44.513	0.0166
15	3500	2.60	47.938	0.0172
16	3750	2.70	51.362	0.0179
17	4000	2.80	54.786	0.0185
18	4029	2.85	55.183	0.0189

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.10
ANCHO (cm)	15.05
ALTURA (cm)	15.10

CARGA MÁXIMA (kg)	4029.00
Mr máx. (kg/cm ²)	55.18

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ABESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosquera Moreno
FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018

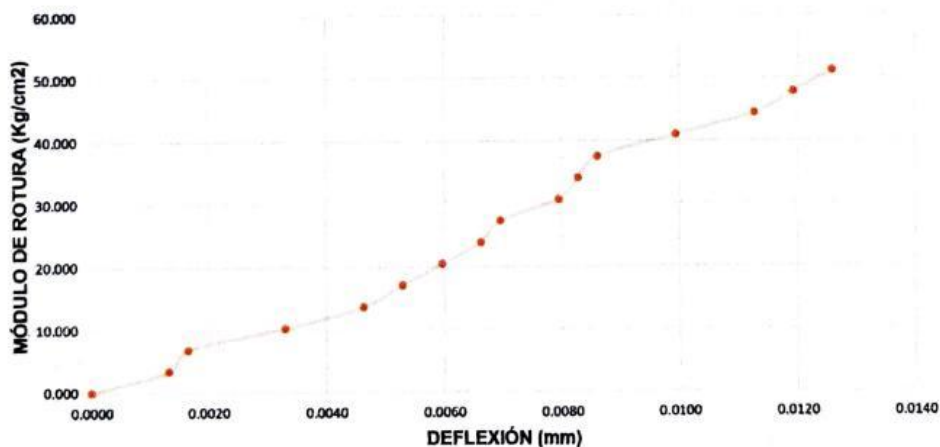
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N. T. P. 399 078	RCTC-LC-UPNC:
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M2834		
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/11/2018	ÁREA (cm ²):	802.57
FECHA DE ENSAYO:	05/12/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	28 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	$\epsilon\mu$
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.20	3.413	0.0013
3	500	0.25	6.826	0.0017
4	750	0.50	10.238	0.0033
5	1000	0.70	13.651	0.0046
6	1250	0.80	17.064	0.0053
7	1500	0.90	20.477	0.0060
8	1750	1.00	23.889	0.0066
9	2000	1.05	27.302	0.0070
10	2250	1.20	30.715	0.0079
11	2500	1.25	34.128	0.0083
12	2750	1.30	37.540	0.0086
13	3000	1.50	40.953	0.0099
14	3250	1.70	44.366	0.0113
15	3500	1.80	47.779	0.0119
16	3743	1.90	51.096	0.0126

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.15
ANCHO (cm)	15.10
ALTURA (cm)	15.10

CARGA MÁXIMA (kg)	3743.00
Mr máx. (kg/cm ²)	51.10

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018

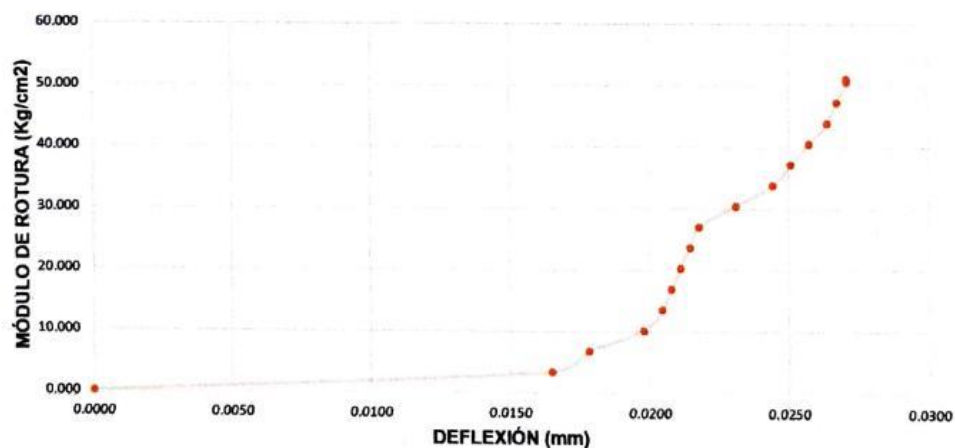
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P 399 078	RCTC-LC-UPNC:
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M2835		
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/11/2018	ÁREA (cm ²):	805.98
FECHA DE ENSAYO:	05/12/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	28 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno


N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	ε _m
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	2.50	3.379	0.0165
3	500	2.70	6.758	0.0178
4	750	3.00	10.137	0.0198
5	1000	3.10	13.516	0.0205
6	1250	3.15	16.895	0.0208
7	1500	3.20	20.275	0.0211
8	1750	3.25	23.654	0.0215
9	2000	3.30	27.033	0.0218
10	2250	3.50	30.412	0.0231
11	2500	3.70	33.791	0.0244
12	2750	3.80	37.170	0.0251
13	3000	3.90	40.549	0.0257
14	3250	4.00	43.928	0.0264
15	3500	4.05	47.307	0.0267
16	3750	4.10	50.686	0.0271
17	3785	4.10	51.159	0.0271

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.20
ANCHO (cm)	15.15
ALTURA (cm)	15.15

CARGA MÁXIMA (kg)	3785.00
Mr máx. (kg/cm ²)	51.16

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018

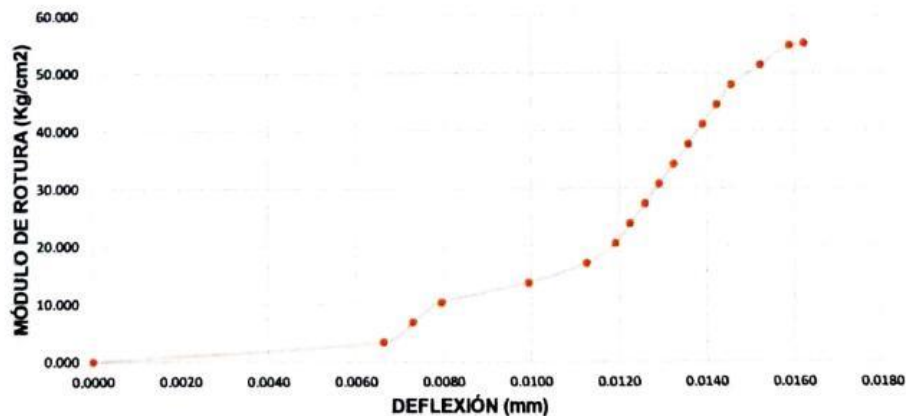
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P 399 078	RCTC-LC-UPNC
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M2841		
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/11/2018	ÁREA (cm ²):	799.16
FECHA DE ENSAYO:	05/12/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	28 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	ϵ_m
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	1.00	3.424	0.0066
3	500	1.10	6.848	0.0073
4	750	1.20	10.272	0.0079
5	1000	1.50	13.696	0.0099
6	1250	1.70	17.121	0.0113
7	1500	1.80	20.545	0.0119
8	1750	1.85	23.969	0.0123
9	2000	1.90	27.393	0.0126
10	2250	1.95	30.817	0.0129
11	2500	2.00	34.241	0.0132
12	2750	2.05	37.665	0.0136
13	3000	2.10	41.089	0.0139
14	3250	2.15	44.513	0.0142
15	3500	2.20	47.938	0.0146
16	3750	2.30	51.362	0.0152
17	4000	2.40	54.786	0.0159
18	4025	2.45	55.128	0.0162

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.10
ANCHO (cm)	15.05
ALTURA (cm)	15.10

CARGA MÁXIMA (kg)	4025.00
Mr máx. (kg/cm ²)	55.13

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno
FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018

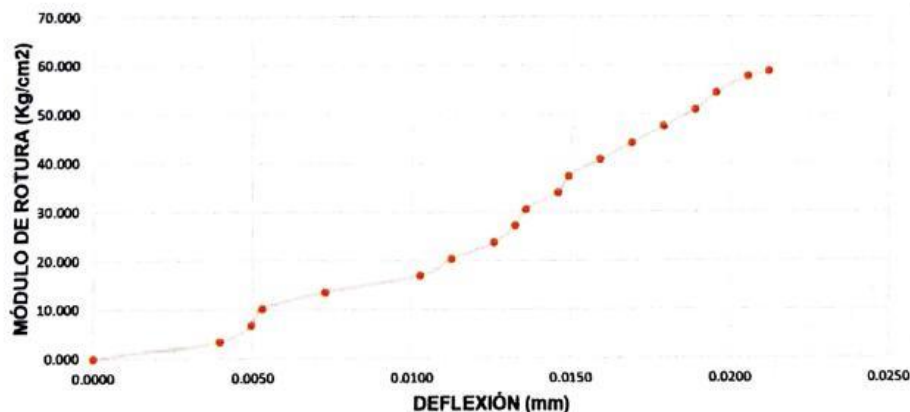
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P 399.07B	RCTC-LC-UPNC
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M2842		
FECHA DE ELABORACIÓN:	28 días	ÁREA (cm ²):	805.22
FECHA DE ENSAYO:	05/12/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	28 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosquera Moreno



N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	$\epsilon\mu$
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.60	3.402	0.0040
3	500	0.75	6.803	0.0050
4	750	0.80	10.205	0.0053
5	1000	1.10	13.606	0.0073
6	1250	1.55	17.008	0.0103
7	1500	1.70	20.409	0.0113
8	1750	1.90	23.811	0.0126
9	2000	2.00	27.212	0.0132
10	2250	2.05	30.614	0.0136
11	2500	2.20	34.015	0.0146
12	2750	2.25	37.417	0.0149
13	3000	2.40	40.818	0.0159
14	3250	2.55	44.220	0.0169
15	3500	2.70	47.621	0.0179
16	3750	2.85	51.023	0.0189
17	4000	2.95	54.424	0.0195
18	4250	3.10	57.826	0.0205
19	4325	3.20	58.846	0.0212

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.15
ANCHO (cm)	15.15
ALTURA (cm)	15.10

CARGA MÁXIMA (kg)	4325.00
Mr máx. (kg/cm ²)	58.85

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosquera Moreno
FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018

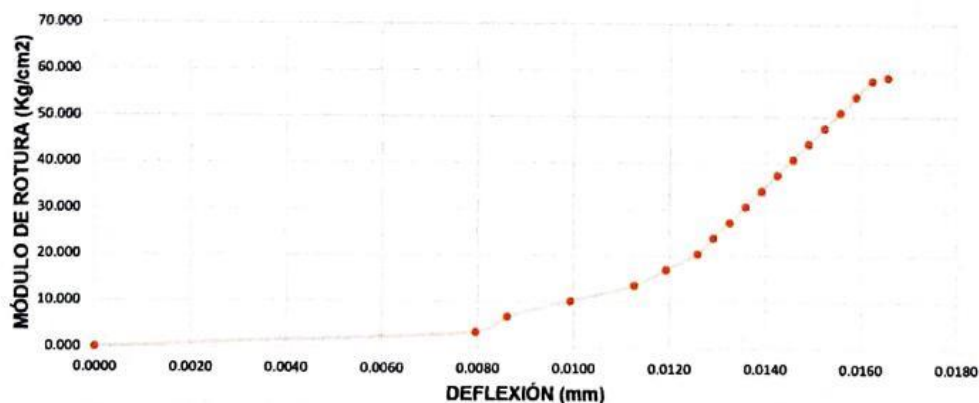
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P 399.078	RCTC-LC-UPNC:
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M2843		
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/11/2018	ÁREA (cm ²):	805.22
FECHA DE ENSAYO:	05/12/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	28 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

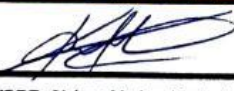
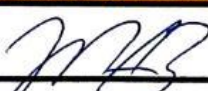

Nº	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	1.20	3.402	0.0079
3	500	1.30	6.803	0.0086
4	750	1.50	10.205	0.0099
5	1000	1.70	13.606	0.0113
6	1250	1.80	17.008	0.0119
7	1500	1.90	20.409	0.0126
8	1750	1.95	23.811	0.0129
9	2000	2.00	27.212	0.0132
10	2250	2.05	30.614	0.0136
11	2500	2.10	34.015	0.0139
12	2750	2.15	37.417	0.0142
13	3000	2.20	40.818	0.0146
14	3250	2.25	44.220	0.0149
15	3500	2.30	47.621	0.0152
16	3750	2.35	51.023	0.0156
17	4000	2.40	54.424	0.0159
18	4250	2.45	57.826	0.0162
19	4308	2.50	58.615	0.0166

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.15
ANCHO (cm)	15.15
ALTURA (cm)	15.10

CARGA MÁXIMA (kg)	4308.00
Mr máx. (kg/cm ²)	58.61

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018

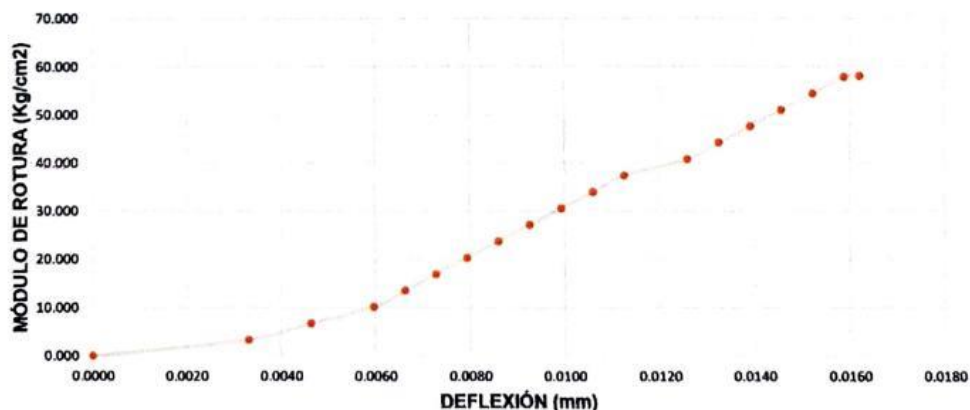
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P. 399.078	RCTC-LC-UPNC:
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M2844		
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/11/2018	ÁREA (cm ²):	805.22
FECHA DE ENSAYO:	05/12/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	28 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	εμ
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	0.50	3.402	0.0033
3	500	0.70	6.803	0.0046
4	750	0.90	10.205	0.0060
5	1000	1.00	13.606	0.0066
6	1250	1.10	17.008	0.0073
7	1500	1.20	20.409	0.0079
8	1750	1.30	23.811	0.0086
9	2000	1.40	27.212	0.0093
10	2250	1.50	30.614	0.0099
11	2500	1.60	34.015	0.0106
12	2750	1.70	37.417	0.0113
13	3000	1.90	40.818	0.0126
14	3250	2.00	44.220	0.0132
15	3500	2.10	47.621	0.0139
16	3750	2.20	51.023	0.0146
17	4000	2.30	54.424	0.0152
18	4250	2.40	57.826	0.0159
19	4265	2.45	58.030	0.0162

DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.15
ANCHO (cm)	15.15
ALTURA (cm)	15.10

CARGA MÁXIMA (kg)	4265.00
Mr máx. (kg/cm ²)	58.03

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018

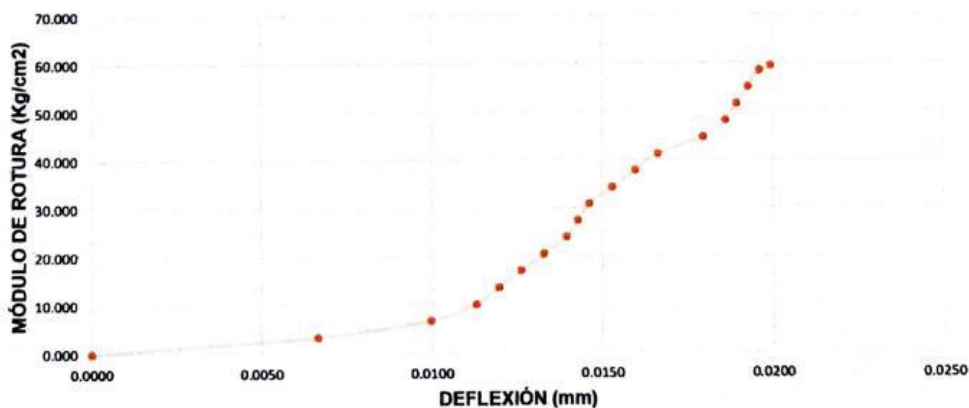
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS (VIGAS DE CONCRETO SIMPLE)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	N.T.P. 399 078	RCTC-LC-UPNC:
	TESIS	"RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO SIMPLE EMPLEANDO FIBRAS DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO CON DIFERENTES ANCHOS"	
ID. VIGA:	M2845		
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/11/2018	ÁREA (cm ²):	801.81
FECHA DE ENSAYO:	05/12/2018	RESPONSABLE:	Chávez Merino, Kevin Jhoseph
EDAD DE LA VIGA:	28 días	REVISADO POR:	Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

N°	Carga (Kg)	Deflexión (mm)	Mr (kg/cm ²)	ε _m
1	0	0.00	0.000	0.0000
2	250	1.00	3.435	0.0066
3	600	1.50	6.871	0.0100
4	750	1.70	10.306	0.0113
5	1000	1.80	13.742	0.0120
6	1250	1.90	17.177	0.0126
7	1500	2.00	20.613	0.0133
8	1750	2.10	24.048	0.0140
9	2000	2.15	27.484	0.0143
10	2250	2.20	30.919	0.0146
11	2500	2.30	34.355	0.0153
12	2750	2.40	37.790	0.0159
13	3000	2.50	41.226	0.0166
14	3250	2.70	44.661	0.0179
15	3500	2.80	48.097	0.0186
16	3750	2.85	51.532	0.0189
17	4000	2.90	54.968	0.0193
18	4250	2.95	58.403	0.0196
19	4320	3.00	59.365	0.0199

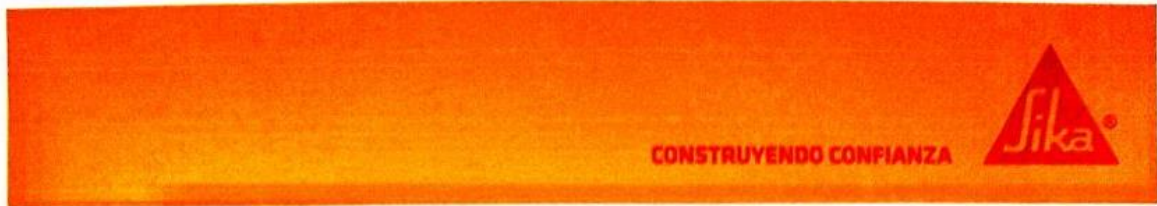
DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	47.00
LARGO (cm)	53.10
ANCHO (cm)	15.10
ALTURA (cm)	15.05

CARGA MÁXIMA (kg)	4320.00
Mr máx. (kg/cm ²)	59.37

CURVA MÓDULO DE ROTURA VS DEFLEXIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chávez Merino, Kevin Jhoseph	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018	FECHA: 05/12/2018



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

SikaWrap®-600 C

TEJIDO DE FIBRA DE CARBONO PARA REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Es un tejido unidireccional de fibra de carbono. El material es un laminado que se instala usando Sikadur®-301 o Sikadur® Hex -300/306 (adhesivos epóxicos) para conformar el polímero reforzado con fibras de carbono (CFRP), el cual es empleado para el reforzamiento de elementos estructurales.

USOS

SikaWrap®-600 C debe ser utilizado sólo por profesionales expertos.

Para refuerzo a flexión, cortante, confinamiento de elementos estructurales tales como vigas, columnas, losas y muros por las siguientes causas.

- Incremento de cargas
- Incremento de carga viva
- Incremento de volumen de tráfico en puentes
- Instalación de maquinaria pesada en edificios industriales
- Estructuras con vibración
- Cambios en el uso de edificios
- Refuerzo sísmico
- Envoltura de columnas (confinamiento)
- Paredes de mampostería portante
- Daño de partes estructurales
- Envejecimiento de materiales de construcción (corrosión), previo tratamiento
- Impacto de vehículos
- Cambio en el sistema estructural
- Supresión de muros o columnas
- Remoción de secciones de losa y muros con aperturas
- Defectos de diseño o construcción
- Refuerzo insuficiente
- Altura insuficiente de los elementos
- Reforzamiento temporal

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Puede colocarse envolviendo elementos de forma compleja
- Alta resistencia
- Bajo peso
- No se corroe
- Resistente a sustancias ácidas y a álcalis.
- Bajo impacto estético
- Económico
- Puede ser aplicado por sistema en húmedo o en seco.

CERTIFICADOS / NORMAS

- Avis Technique N° 3/16-875 (annule et remplace N° 3/10-669) Sika® CarboDur®, SikaWrap®
- CIT n°290 18/07/2017 (certificato di idoneità tecnica all'impiego) ; Sika® CarboDur®, SikaWrap®, Sikadur®

Hoja De Datos Del Producto
SikaWrap®-600 C
Abril 2019, Versión 02.01
020206020010000045

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Tipo de Fibra	Tejido negro oscuro	
Empaques	Rollo de 25.00 m ² (50 cm x 50.00 m) Orientación de la Fibra: 0° (unidireccional)	
Vida Útil	2 años	
Condiciones de Almacenamiento	Se debe proteger el material de posibles ataques mecánicos o contaminación por tal razón se debe almacenar en su empaque bien cerrado. Transportar con las precauciones normales para productos delicados.	
Densidad de la Fibra Seca	1.81 g/cc	
Espesor de la Fibra Seca	0.337 mm (0.0133 pulgadas)	
Densidad del Área	610 g	
Resistencia a la Tensión de la Fibra Seca	620,000 psi (4,300 N/mm ²)	(ISO 10618)
Módulo de Elasticidad en Tensión de la Fibra Seca	34.9 x 10 ⁶ psi (240,000 N/mm ²)	(ISO 10618)
Elongación a la Rotura de la Fibra Seca	1.55%	(ISO 10618)

INFORMACIÓN TÉCNICA

Espesor Nominal del Laminado	1.0 mm (Lamina Curada)	
Módulo de Elasticidad a Tracción del Laminado	10.6 x 10 ⁶ psi (73,000 N/mm ²) - Lamina Curada	
Elongación de Rotura del Laminado	1.33% (Lamina Curada)	
Resistencia a la Tensión	139,000 psi (960 N/mm ²) - Lamina Curada	

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

CALIDAD DEL SUSTRATO

La superficie debe estar limpia y sana. Debe estar seca, con un porcentaje de agua aproximadamente de 4%. Remover polvo, lechada, grasa, compuestos curadores, impregnaciones, partículas extrañas, material suelto o cualquier otro elemento que impida la adherencia.

Cuando la superficie sea Irregular debe ser nivelada con un mortero de reparación adecuado. La resistencia en adherencia del concreto debe ser verificada, después de la preparación de superficie por un ensayo aleatorio de resistencia a la adherencia (ACI 503R) a criterio del ingeniero. La mínima resistencia a la adherencia debe ser de 15 kg/cm² con falla del concreto.

PREPARACIÓN DEL SUSTRATO

Para la preparación de la superficie de concreto se recomienda utilizar chorro de arena o cualquier otro procedimiento de limpieza mecánica (escarificado con amoladora) que provea textura rugosa a la superficie.

MÉTODO DE APLICACIÓN / HERRAMIENTAS

Para información sobre mezclado del Sikadur®-301 referirse a la hoja técnica del producto. El consumo de la resina epóxica Sikadur®-301, depende de la rugosidad de la superficie y la práctica que se tengan en el procedimiento de impregnación del tejido. Sin embargo, el

consumo teórico aproximado es de 1.5 kg/m² a 1.6 kg/m² de producto para la imprimación de la superficie del sustrato y para la saturación o impregnación del tejido (método de aplicación en húmedo).

Aplicación

Antes de la colocación del tejido la superficie de concreto debe ser imprimada y sellada usando el epóxico Sikadur®301, el producto puede ser aplicado por brocha o rodillo. El SikaWrap®- 600C debe ser saturado o impregnado en forma manual o mecánica.

Mezclado del epóxico

En cualquier caso, la instalación de los epóxicos de adherencia (Sikadur®301) debe ser realizada por un aplicador autorizado o personal calificado.

Corte del tejido

El tejido puede ser cortado a la longitud apropiada usando tijeras de tipo industrial o para trabajo pesado. Debe evitarse el uso de cualquier elemento de corte sin filo que pueda debilitar o deshilar la fibra.

MÉTODO DE APLICACIÓN EN SECO

Aplicar la mezcla de resina epóxica Sikadur®-301 directamente sobre el sustrato en una proporción de 1.2 – 1.5 kg/m², dependiendo de la rugosidad de la superficie. Colocar cuidadosamente el tejido sobre la resina con guantes de goma y alisar las irregularidades o bolsas de aire usando un rodillo de plástico. Permitir que la resina pase a través de los hilos del tejido. Si se necesita más de una capa de tejido aplicar una capa adi-

cional de Sikadur®-301 a una lata de 0.5 kg/m² y repetir el proceso anterior. Aplicar una capa final de Sikadur®-301 sobre la superficie expuesta a una lata de 0.2 kg/m².

MÉTODO DE APLICACIÓN EN HÚMEDO

Aplicar la mezcla de resina epóxica Sikadur®-301 directamente sobre el sustrato, dependiendo de la rugosidad de la superficie, en una proporción 1.5 – 1.6 kg/m², incluyendo la saturación de la fibra. Colocar cuidadosamente el tejido sobre la resina con guantes de goma y alisar las irregularidades o bolsas de aire usando un rodillo de plástico. Permitir que la resina pase a través de los hilos del tejido. Si se necesita más de una capa de tejido aplicar una capa adicional de Sikadur®-301 a una lata de 0.5 kg/m² y repetir el proceso anterior. Aplicar una capa final de Sikadur®-301 sobre la superficie expuesta a una lata de 0.2 kg/m².

IMPORTANTE

Los cálculos de diseño deben ser realizados por un ingeniero independiente, debidamente acreditado. El sistema es barrera de vapor. No se debe encapsular elementos de concreto en zonas donde se presente ciclo de hielo – deshielo.

RECOMENDACIONES PREVIAS A LA APLICACIÓN DEL SIKAWRAP 600C

- Temperatura del sustrato: ± 8°C
- Máxima humedad relativa: 4%
- Contenido máximo de humedad menos 3°C sobre la temperatura del punto de rocío.
- Se debe medir el punto de rocío durante toda la aplicación.
- Hacer una prueba de adherencia, la cual no debese ser menor a 1.5 N/mm²

Para pequeñas aplicaciones: 4 mínimas

Para grandes aplicaciones: 1 cada 10 m

- Para nivelar la superficie puede aplicar la línea Sika Rep®, línea SikaGrout® o Sikadur®-31

NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.

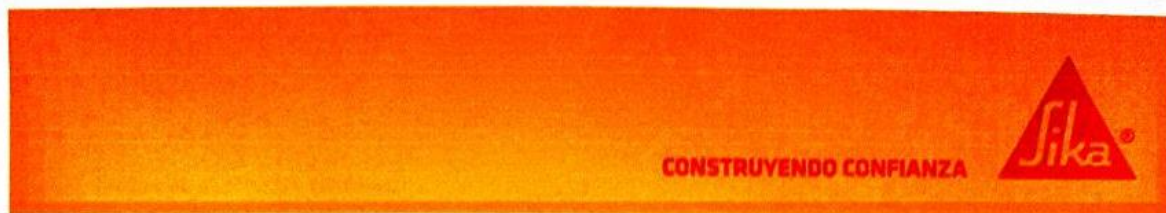
ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

Resistencia a flexión en vigas de concreto simple empleando fibras de carbono como reforzamiento con diferentes anchos.

NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe.



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

Sikadur®-301

RESINA DE IMPREGNACIÓN DE ALTA RESISTENCIA Y ALTO MÓDULO

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sistema epóxico de dos componentes, 100% de contenido de sólidos, de alta resistencia y alto módulo, admite presencia de humedad.

USOS

Sikadur®-301 debe ser utilizado sólo por profesionales expertos.
Como resina de impregnación de los tejidos SikaWrap®, para refuerzo de estructuras.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Largo tiempo abierto después de mezclado.
- Fácil de mezclar.
- Admite presencia de humedad antes, durante y después de curado.
- Adhesivo de alta resistencia y alto módulo.
- Excelente adherencia a concreto, mampostería, metales, madera y a la mayoría de materiales de construcción.
- Completamente compatible y desarrollado específicamente para el sistema SikaWrap®.
- Resistencia a más altas temperaturas comparado con los epóxicos convencionales.
- Alta resistencia a flujo plástico (creep) ante cargas permanentes.
- Alta resistencia a abrasión e impacto.
- Libre de solventes, cumple VOC.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Empaques	Juego de 4 kg.
Color	Gris claro viscoso
Vida Útil	1 año
Condiciones de Almacenamiento	El producto debe de ser almacenado en su envase original, bien cerrado, almacenado en un lugar fresco y seco (4°C a 35°C) y bajo techo. Transportar con las precauciones normales para productos químicos.
Densidad	1.31 kg/L
Viscosidad	Aproximadamente 2,700 cps

Hoja De Datos Del Producto
Sikadur®-301
Abril 2019, Versión 01.01
020206040010000009

INFORMACIÓN TÉCNICA

Resistencia a la Compresión	1 día	4,000 psi (27.6 MPa).	(ASTM D-695)
	3 días	11,900 psi (82.1 MPa).	
	7 días	13,900 psi (96.0 MPa)	
Módulo de Elasticidad a Compresión	250 ksi (1,725 MPa).		(ASTM D-695)
Módulo de Elasticidad a Flexión	500,000 psi (3448 MPa)		(ASTM D-790)
Resistencia a la Tensión	8,000 psi (52.0 MPa) (7 días)		(ASTM D-638)
	13,000 psi (90.0 MPa) (7 días)		
Módulo de Elasticidad	290 ksi (2,000 MPa). (7 days)		(ASTM D-638)
Elongación de Rotura	3.5%		(ASTM D-638)
Deformación por Fluencia	3.0% (deformación unitaria)		
Temperatura de Deflexión Térmica	47°C. (7 days)		(ASTM D-648)

INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

Consumo	Aproximadamente 1.5 kg/m ² a 1.6 kg/m ²
Duración de la Mezcla	Approx. 40 minutos (1 galon).
Tiempo de Contacto	Aprox. 90 minutos.

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

PREPARACIÓN DEL SUSTRATO

La superficie debe estar limpia, sana y libre de humedad superficial. Remover polvo, lechada, grasa, compuestos curadores, impregnaciones, grasas, partículas extrañas, material suelto o cualquier otro elemento que impida la adherencia por medios mecánicos como chorro de arena. Para mejores resultados el sustrato debe estar seco. Sin embargo, una condición de base saturada superficialmente seca (SSS) es aceptable.

MEZCLADO

Premezclar cada componente por separado. Mezcle la unidad completa, no divida las unidades. Vierta el contenido de la parte B en la parte A. Mezcle vigorosamente por 5 minutos usando un mezclador mecánico de bajas revoluciones (400-600 rpm) hasta que la mezcla sea uniforme.

MÉTODO DE APLICACIÓN / HERRAMIENTAS

RECOMENDACIONES PREVIAS PARA LA APLICACIÓN DE SIKADUR-301

- Temperatura del sustrato $\pm 8^{\circ}\text{C}$
- Máxima humedad relativa en toda la aplicación: 85%
- Contenido máximo de humedad: 4%
- El sustrato debe estar al menos 3°C sobre la temperatura del punto de rocío.
- Se debe medir el punto de rocío durante toda la aplicación.
- Hacer una prueba de adherencia, la cual no debe ser menor a 1.5 N/Mm²
- Para pequeñas aplicaciones: 4 mínimas
- Para grandes aplicaciones 1 cada 10 m

- Para nivelar la superficie se debe aplicar Sikagrout®-212, Sikadur® 31

METODO DE APLICACIÓN

Aplicación del SikaWrap-600C: aplique la mezcla de Sikadur®-301 a razón de 1,500 a 1,600 g/m².

El producto es sensible a los rayos ultravioleta, en caso de estar a la intemperie, protegerlo con una pintura. Para mayor información consulte las especificaciones generales de instalación del Sistema SikaWrap®.

DOCUMENTOS ADICIONALES

PRECAUCIÓN DE MANIPULACIÓN

Componente A – Irritante

Contiene resinas epóxicas que pueden causar sensibilidad después de prolongado o repetitivo contacto. Altas concentraciones de vapores pueden causar irritación en vías respiratoria. Evita el contacto con la piel. Úselo solamente con adecuada ventilación. El uso de gorro y guantes de seguridad es recomendable. Se recomienda el uso de máscaras de protección adecuadas. Retirar las prendas contaminadas.

Componente B – Corrosivo

Contiene aminos. Su contacto con ojos o piel puede causar quemaduras severas. Puede causar sensibilidad después de contacto prolongado o repetitivo. Altas concentraciones de vapor pueden causar irritación en vías respiratorias. Evite el contacto con la piel. Úselo solamente con adecuada ventilación. El uso de gorro y guantes de seguridad es recomendable. Se recomienda el uso de máscaras de protección adecuadas. Retirar las prendas contaminadas. Primeros auxilios. En caso de contacto con la piel lavar muy bien con agua y jabón. Para contacto con los ojos, lavar inmediatamente

con abundante agua por lo menos durante 15 minutos y acudir al médico inmediatamente. Para problemas respiratorios llevar a la persona a un lugar con aire fresco. Lavar las prendas antes de usarlas nuevamente.

NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

Resistencia a flexión en vigas de concreto simple empleando fibras de carbono como reforzamiento con diferentes anchos.

NOTAS LEGALES

La Información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe. La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.