

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**INFLUENCIA A LA RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS
DE CONCRETO CON ADICION DE VIRUTA DE ACERO**

Línea de Investigación Institucional: Nuevas tecnologías y procesos

PRESENTADO POR:

Bach: ROJAS DIANDERAS, Astrid Liliana

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

Huancayo – Perú

2020

Ing. MALLAUPOMA REYES, Christian
ASESOR

Dedicatoria

Dedico esta tesis a Dios por brindarme la vida, salud y sabiduría; A mis padres Ros Mery, Yunior a quienes amo, respeto y admiro; A mis hermanos Abril, Brayan, Brythney que son mi fortaleza.

Agradecimiento

A la universidad que fue mi alma máter, por haberme formado con ética y calidad profesional; a mis asesores, por su apoyo y orientación durante el desarrollo de la tesis; a mis padres por los valores y principios que me han inculcado, por su incondicional apoyo en todo lo que he logrado hasta ahora y por su gran ejemplo de lucha; a los docentes que guiaron mi educación profesional.

HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

DR. CASIO AURELIO TORRES LÓPEZ
PRESIDENTE

PH.D. MOHAMED MEHDI HADI MOHAMED
JURADO

ING. CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA
JURADO

ING. NATALY LUCIA CÓRDOVA ZORRILLA
JURADO

Mg. MIGUEL ÁNGEL, CARLOS CANALES
SECRETARIO DOCENTE

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS	v
ÍNDICE DE CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE DIAGRAMAS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	xvii
CAPÍTULO I	19
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	19
1.1. Planteamiento del problema	19
1.2. Delimitación de la investigación	20
1.2.1. Delimitación espacial	20
1.2.2. Delimitación temporal	20
1.2.3. Delimitación conceptual	20
1.2.4. Limitaciones	20
1.3. Formulación del problema	20
1.3.1. Problema general	20
1.3.2. Problemas específicos	20
1.4. Justificación de la investigación	20
1.4.1. Justificación metodológica	20
1.4.2. Justificación práctica	21
1.4.3. Justificación científica o teórica	21
1.5. Objetivos	21
1.5.1. Objetivo general	21
1.5.2. Objetivos específicos	21

CAPÍTULO II.....	22
MARCO TEÓRICO	22
2.1. Antecedentes	22
2.1.1. Antecedentes internacionales (objetivo general – conclusiones) ...	22
2.1.2. Antecedentes nacionales	24
2.2. Base teórica	26
2.2.1. Fibras	26
2.2.2. Naturaleza del concreto.....	31
2.2.3. Vigas estructurales.....	48
2.3. Definición de términos básicos.....	51
2.4. Hipótesis.....	52
2.4.1. Hipótesis general	52
2.4.2. Hipótesis específicas.....	52
2.5. Variables.....	52
2.5.1. Variable dependiente	52
2.5.2. Variable independiente	52
CAPÍTULO III.....	54
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	54
3.1. Método de la investigación	54
3.1.1. Método general	54
3.1.2. Métodos específicos.....	54
3.1.3. Métodos particulares.....	54
3.2. Tipo de investigación	55
3.3. Nivel de la investigación.....	55
3.4. Diseño de investigación	55
3.5. Población y muestra	56
3.5.1. Población	56
3.5.2. Muestra	56
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	56

3.7 Procesamiento de la información.....	56
3.8 Técnicas y análisis de datos	56
3.9. Procedimiento:	57
3.9.1. Elaboración del concreto	57
3.9.2. Ensayo de asentamiento.....	60
3.9.3. Elaboración de especímenes	62
3.9.4. Ensayos del concreto endurecido.....	63
CAPÍTULO IV	65
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	65
4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información	65
4.1.1. Ensayo de asentamiento.....	65
4.1.2. Ensayo de resistencia a la flexión.....	66
4.2. Prueba de hipótesis.....	70
4.2.1. Ensayo de resistencia a la flexión.....	70
CAPÍTULO V	77
DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	77
5.1. Discusión de los resultados.....	77
5.1.1. Ensayo de resistencia a la flexión.....	77
CONCLUSIONES	83
RECOMENDACIONES	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
2 Referencias.....	85
ANEXOS	87
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	88
Anexo 2: Ficha de registro: Resistencia a la flexión a los 14 días – muestra 1	89
Anexo 3: Ficha de registro: Resistencia a la flexión a los 14 días – muestra 2.....	90
Anexo 4: Ficha de registro: Resistencia a la flexión a los 14 días – muestra 3.....	91
Anexo 5: Ficha de registro: Resistencia a la flexión a los 28 días – muestra 4.....	92
Anexo 6: Ficha de registro: Resistencia a la flexión a los 28 días – muestra 5.....	93

Anexo 7: Ficha de registro: Resistencia a la flexión a los 28 días – muestra 6.....	94
Anexo 8: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 14 días – muestra 1 con adición de virutas de acero al 4%.....	95
Anexo 9: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 14 días – muestra 1 con adición de virutas de acero al 6%.....	96
Anexo 10: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 14 días – muestra 1 con adición de virutas de acero al 8%.....	97
Anexo 11: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 14 días – muestra 1 convencional.....	98
Anexo 12: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 14 días – muestra 2 con adición de virutas de acero al 4%.....	99
Anexo 13: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 14 días – muestra 2 con adición de virutas de acero al 6%.....	100
Anexo 14: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 14 días – muestra 2 con adición de virutas de acero al 8%.....	101
Anexo 15: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 14 días – muestra 2 convencional.....	102
Anexo 16: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 14 días – muestra 3 con adición de virutas de acero al 4%.....	103
Anexo 17: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 14 días – muestra 3 con adición de virutas de acero al 6%.....	104
Anexo 18: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 14 días – muestra 3 con adición de virutas de acero al 8%.....	105
Anexo 19: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 14 días – muestra 3 convencional.....	106
Anexo 20: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 28 días – muestra 4 con adición de virutas de acero al 4%.....	107
Anexo 21: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 28 días – muestra 4 con adición de virutas de acero al 6%.....	108
Anexo 22: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 28 días – muestra 4 con adición de virutas de acero al 8%.....	109
Anexo 23: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 28 días – muestra 4 convencional.....	110
Anexo 24: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 28 días – muestra 5 con adición de virutas de acero al 4%.....	111

Anexo 25: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 28 días – muestra 5 con adición de virutas de acero al 6%.....	112
Anexo 26: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 28 días – muestra 5 con adición de virutas de acero al 8%.....	113
Anexo 27: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 28 días – muestra 5 convencional	114
Anexo 28: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 28 días – muestra 6 con adición de virutas de acero al 4%.....	115
Anexo 29: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 28 días – muestra 6 con adición de virutas de acero al 6%.....	116
Anexo 30: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 28 días – muestra 6 con adición de virutas de acero al 8%.....	117
Anexo 31: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 28 días – muestra 6 convencional	118
Anexo 32: Certificado de diseño de mezcla $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$ – $F_c=175 \text{ kg/cm}^2$	119
Anexo 33: Certificado de diseño de mezcla $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$ – $F_c=175 \text{ kg/cm}^2$: Análisis granulométrico	120
Anexo 34: Certificado de diseño de mezcla $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$ – $F_c=175 \text{ kg/cm}^2$: Análisis de agregado grueso	121
Anexo 35: Certificado de diseño de mezcla $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$ – $F_c=175 \text{ kg/cm}^2$: Análisis de agregado fino	122
Anexo 36: Certificado de diseño de mezcla $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$ – $F_c=175 \text{ kg/cm}^2$: peso unitario	123
Anexo 37: Certificado de diseño de mezcla $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$ – $F_c=175 \text{ kg/cm}^2$: peso unitario del agregado grueso.....	124
Anexo 38: Certificado de diseño de mezcla $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$ – $F_c=175 \text{ kg/cm}^2$: peso unitario del agregado fino	125
Anexo 39: Certificado de diseño de mezcla $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$ – $F_c=175 \text{ kg/cm}^2$: peso específico	126
Anexo 40: Certificado de diseño de mezcla $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$ – $F_c=175 \text{ kg/cm}^2$: peso específico del agregado grueso y agregado fino	127
Anexo 41: Certificado de diseño de mezcla $F_c=175 \text{ kg/cm}^2$	128
Anexo 42: Certificado de diseño de mezcla $F_c=175 \text{ kg/cm}^2$	129
Anexo 43: Certificado de diseño de mezcla $F_c=175 \text{ kg/cm}^2$	130
Anexo 44: Certificado de diseño de mezcla $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$	131

Anexo 45: Certificado de diseño de mezcla $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$	132
Anexo 46: Certificado de diseño de mezcla $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$	133

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Componentes químicos del cemento</i>	34
Tabla 2. <i>Requerimientos de granulometría para agregados finos</i>	38
Tabla 3. <i>Requisitos granulométricos para agregado grueso</i>	39
Tabla 4. <i>Rocas constituyentes de minerales en agregados de concreto</i>	40
Tabla 5. <i>Clasificación de las partículas del agregado según su forma</i>	41
Tabla 6. <i>Clasificación de las partículas del agregado según su textura superficial</i> . 41	
Tabla 7. <i>Clasificación de las partículas del agregado según su tamaño</i>	42
Tabla 8. <i>Clases de mezcla según su asentamiento</i>	43
Tabla 9. <i>Clasificación de la consistencia del concreto de acuerdo al asentamiento con el cono de Abrams</i>	44
Tabla 10. <i>Tiempos programados para la rotura</i>	50
Tabla 11. <i>Matriz de operacionalización de variables</i>	53
Tabla 12. <i>Proporciones en peso del diseño de mezcla $f_c=210\text{kg/cm}^2$</i>	57
Tabla 13. <i>Dimensiones y volumen para un molde prismático</i>	63
Tabla 14. <i>Asentamiento del concreto</i>	65
Tabla 15. <i>Resistencia a la flexión con 4% de viruta</i>	66
Tabla 16. <i>Resistencia a la flexión con 4% de viruta</i>	67
Tabla 17. <i>Resistencia a la flexión con 6% de viruta</i>	68
Tabla 18. <i>Resistencia a la flexión con 6% de viruta</i>	68
Tabla 19. <i>Resistencia a la flexión con 8% de viruta</i>	69
Tabla 20. <i>Resistencia a la flexión con 8% de viruta</i>	70
Tabla 21. <i>Diseño completamente al azar</i>	71
Tabla 22. <i>Análisis de varianza - resistencia a la flexión a los 14 días</i>	72
Tabla 23. <i>Prueba de Duncan - Resistencia a la flexión a los 14 días</i>	73
Tabla 24. <i>Diseño completamente al azar</i>	74
Tabla 25. <i>Análisis de varianza - resistencia a la flexión a los 28 días</i>	75
Tabla 26. <i>Prueba de Duncan - Resistencia a los 28 días</i>	76

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Macrofibras de acero	28
<i>Figura 2.</i> Microfibras de vidrio	28
<i>Figura 3.</i> Microfibras de polipropileno	29
<i>Figura 4.</i> Fibra de Bambú	29
<i>Figura 5.</i> Fibra de viruta de acero	30
<i>Figura 6.</i> Cemento portland tipo I.....	34
<i>Figura 7.</i> Agua.....	36
<i>Figura 8.</i> Esquema del peso volumétrico	42
<i>Figura 9.</i> Asentamiento del concreto – Cono Abrams	44
<i>Figura 10.</i> Fisuración del hormigón por retracción plástica	47
<i>Figura 11.</i> Representación esquemática de la propagación de las fisuras por retracción plástica	47
<i>Figura 12.</i> Esquema del dispositivo para ensayar a flexión vigas con cargas a los tercios.....	50
<i>Figura 13.</i> Esquema de los patrones de tipos de fracturas	51
<i>Figura 14.</i> Cemento Portland Andino Tipo I.....	57
<i>Figura 15.</i> Cantera Orcotuna Km110 (Agregado grueso y fino)	58
<i>Figura 16.</i> Selección de virutas de acero.....	59
<i>Figura 17.</i> Tamizado de las virutas de acero.....	59
<i>Figura 18.</i> Almacenamiento de las virutas, posterior a su lavado y secado.....	59
<i>Figura 19.</i> Materiales para la mezcla del concreto.....	60
<i>Figura 20.</i> Proceso de mezcla de los materiales.....	61
<i>Figura 21.</i> Colocación del concreto en el molde de ensayo.....	61
<i>Figura 22.</i> Medición del asentamiento del concreto	62
<i>Figura 23.</i> Elaboración de vigas de concreto	63
<i>Figura 24.</i> Curado de los especímenes	64
<i>Figura 25.</i> Variación del asentamiento del concreto.....	66
<i>Figura 26.</i> Resistencia a la flexión a los 14 días - viruta al 4%	66
<i>Figura 27.</i> Resistencia a la flexión a los 28 días - viruta al 4%	67
<i>Figura 28.</i> Resistencia a la flexión a los 14 días - viruta al 6%	68
<i>Figura 29.</i> Resistencia a la flexión a los 28 días - viruta al 6%	69
<i>Figura 30.</i> Resistencia a la flexión a los 14 días - viruta al 8%	69
<i>Figura 31.</i> Resistencia a la flexión a los 28 días - viruta al 8%	70

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

<i>Diagrama 1.</i> Clasificación del concreto con fibra.....	27
<i>Diagrama 2.</i> Características de la viruta de acero.....	30
<i>Diagrama 3.</i> Tipos de viruta de acero.....	30
<i>Diagrama 4.</i> Usos de la viruta de acero.....	31
<i>Diagrama 5.</i> Composición del concreto.....	32
<i>Diagrama 6.</i> Proporciones de los componentes del concreto.....	33
<i>Diagrama 7.</i> Tipos de cemento.....	35
<i>Diagrama 8.</i> Clasificación de los agregados según su procedencia.....	37
<i>Diagrama 9.</i> Tipos de fisuras en el concreto.....	46
<i>Diagrama 10.</i> Factores básicos en el proceso de selección de muestra.....	49

RESUMEN

Para la presente tesis, el problema general fue ¿De qué manera influye la adición de viruta de acero en la resistencia a flexión en vigas de concreto?, siendo el objetivo general: Determinar la influencia de la adición de viruta de acero en la resistencia a flexión en vigas de concreto, la hipótesis planteada fue: La adición de viruta de acero influye significativamente en la resistencia a flexión en vigas de concreto.

Se empleo el método científico, el tipo de investigación es aplicada, nivel experimental y transversal, diseño de investigación experimental. La población para esta investigación fueron 24 vigas de concreto (diseño patrón y con la incorporación de Viruta de acero (4%, 6% y 8%).

Se concluyó que la adición de viruta de acero en las proporciones de 4%, 6% y 8% influye significativamente en la resistencia a la flexión de vigas de concreto, esto debido a que según los resultados y la prueba de hipótesis realizada la adición del 4% de viruta de acero al diseño de mezcla del concreto incrementó la resistencia de manera considerable tanto a los 14 días y 28 días de curado, el cual puede ser usado en los elementos estructurales horizontales como las vigas que generalmente están sometidas a cargas de flexión de las edificaciones; mientras que para las adiciones de viruta de acero al 6% y 8% la resistencia a la flexión se reduce considerablemente respecto al concreto convencional, demostrando que no siempre la adición de proporciones mayores de viruta de acero mejora la resistencia a la flexión.

Palabras claves: concreto, resistencia a flexión, viruta de acero y vigas de concreto.

ABSTRACT

For the present thesis, the general problem was: How does the addition of steel shavings influence the flexural strength in concrete beams? The general objective is: To determine the influence of the addition of steel shavings on the resistance to bending in concrete beams, the hypothesis was: The addition of steel shavings significantly influences the bending strength in concrete beams. The scientific method was used, the type of research is applied, experimental and transversal level, experimental research design. The population for this research was 24 concrete beams (standard design and with the incorporation of steel shavings (4%, 6% and 8%). It was concluded that the addition of steel shavings in the proportions of 4%, 6% and 8% significantly influences the flexural strength of concrete beams, this because, according to the results and the hypothesis test carried out, the addition of the 4% steel chip to concrete mix design increased strength considerably at both 14 days and 28 days of cure, which can be used in horizontal structural elements such as beams that are generally subjected to bending loads of the buildings; while for the additions of 6% and 8% steel chips, the flexural strength is considerably reduced compared to conventional concrete, showing that the addition of higher proportions of steel chips does not always improve the flexural strength.

Key words: concrete, concrete beams, flexural strength and steel shavings.

INTRODUCCIÓN

El concreto es uno de los materiales más usados en la construcción, por su gran capacidad de resistencia a la compresión según su diseño de mezcla, pero también es entendido que tiene propiedades mecánicas deficientes, como la resistencia a la tracción.

Esta deficiencia se hace notar en forma de grietas sobre los elementos estructurales de concreto armado y concreto simple como vigas, columnas, placas, losas, cimientos, losas sobre terrenos entre otros. Muchas veces estas fisuras no conllevan a daños mayores para la estructura y se pueden ocasionar por pequeños asentamientos o expansión del suelo, así como los cambios volumétricos del concreto. Aun sin ser perjudiciales estas fisuras muchas veces representan un problema económico para los constructores, puesto que los clientes no aceptan sus trabajos con esas fallas, lo que conlleva a su reparación y genera un costo adicional a lo presupuestado que por lo general corre a cuenta del constructor.

Actualmente se ha incrementado el empleo de fibras de acero en el concreto, para aumentar la resistencia tanto a compresión como a flexión. Las fibras de acero generan confinamiento al concreto cuando está sometido a compresión reduciendo así la relación de Poisson, además, aumenta considerablemente la resistencia máxima a la flexión tanto en su deformación unitaria. En ambos casos la relación es directamente proporcional al incremento de fibras (carrillo et al, 2013)

Por otro lado, la viruta de acero aún no es utilizado en las construcciones. Pero debido a la demanda de calidad en las construcciones y mejor desempeño de las mismas este podría ser una de las soluciones a dicha demanda.

La presente investigación tiene como problema general ¿De qué manera influye la adición de viruta de acero en la resistencia a flexión en vigas de concreto?, así mismo el objetivo general es determinar la influencia de la adición de viruta de acero en la resistencia a flexión en vigas de concreto. La hipótesis general se centra en que la adición de viruta de acero influye significativamente en la resistencia a flexión en vigas de concreto.

Adicionalmente, la viruta de acero es un material de desecho, es por eso que en la presente investigación se estaría aprovechando dicho material para disminuir el reciclado, y utilizarlo en estructuras de concreto; y así lograr una mejora en la parte ambiental.

Por la naturaleza del estudio el tipo de investigación fue aplicada – de nivel descriptivo – comparativo – explicativo – experimental. Las técnicas utilizadas fueron, la observación

directa, ensayos. Así mismo el instrumento fueron las guías técnicas. Tendrá como población a 24 probetas de concreto (diseño patrón y con la incorporación de Viruta de acero (4%, 6% y 8%).

La estructura de la tesis se organiza en capítulos:

Capítulo I, se desarrolla el Problema de Investigación, como la justificación, mencionando las limitaciones de la investigación y los objetivos de investigación.

Capítulo II, se describen los antecedentes nacionales e internacionales de investigación, así como el marco conceptual, definición de hipótesis y la identificación y conceptualización de las variables, asimismo se realiza el planteamiento de la hipótesis.

Capítulo III, se establece el método, tipo, nivel y diseño de la investigación y se determina la muestra y aquellas técnicas e instrumentos a emplear para el procesamiento de datos respectivo.

Capítulo IV se muestran los resultados de la aplicación de los instrumentos y la confiabilidad de la validez; asimismo.

Capítulo V se establece la discusión de dichos resultados, relacionándolos con las teorías establecidas y algunos otros antecedentes de investigación; luego, se establecen las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas a las que se acudieron y los anexos.

La Bachiller

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

En vista al constante crecimiento por parte de la industria de la construcción, se puede evidenciar la gran demanda de recursos naturales no renovables; Así también la disposición agregados pétreos especialmente en las mezclas del concreto.

En la actualidad el concreto viene desempeñando una labor fundamental al ser aplicados en la construcción, está conformado por el cemento que es un material aglomerante, agregados (gruesos y finos) y agua, el cual permite que obtenga una alta resistencia a la compresión, brinda trabajabilidad por la consistencia plastica que esta posee, su resistencia al fuego y a la penetración del agua es elevada; Es por ello que presenta una demanda elevada al ser empleada en las construcciones de diversas estructuras, debido a que cumplen con los principios técnicos establecidos en las normas nacionales e internacionales, así mismo se indica que el concreto que cumpla con los estándares de calidad esta prevista a resistir a los movimientos sísmicos.

La debilidad que presenta el concreto es que suele ser un material de escasa resistencia a la tracción, esto hace difícil su uso en elementos estructurales como tirantes, vigas, entre otros, para poder mitigar esa deficiencia se ha empleado la adición de fibras para conseguir que el concreto genere enlaces dúctiles y se incremente la resistencia a la tracción, logrando así la disminución de fisuras en el concreto.

En la presente investigación se realizará una serie de ensayos para determinar la influencia en la resistencia a flexión en vigas de concreto con adición de viruta de acero frente

al concreto convencional, para así lograr un material que satisfaga eficientemente los requerimientos particulares de un proyecto.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación espacial

El estudio delimita espacialmente al departamento de Junín, provincia de Huancayo.

1.2.2. Delimitación temporal

El estudio se delimita temporalmente al año 2019; en el periodo de agosto a diciembre

1.2.3. Delimitación conceptual

La investigación se encuentra enmarcada en el ámbito de la Ingeniería Civil, exactamente en el área de Estructuras – Tecnología del concreto por lo que está relacionado a la preparación de mezcla del concreto adicionando virutas de acero con la finalidad de evaluar la resistencia a flexión. Para el cual se elaboró una muestra patrón de concreto (vigas de concreto de 0.15m x 0.15m x 0.50m), con $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y muestras de concreto con adición de virutas de acero de 4%, 6% y 8% de $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

1.2.4. Limitaciones

No se tuvo Limitaciones ya que todo se solucionó en el momento dado.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿De qué manera influye la adición de viruta de acero en la resistencia a flexión en vigas de concreto?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cómo influye la adición del 4% de viruta de acero en la resistencia a flexión en vigas de concreto?
- ¿Qué efectos presenta la adición del 6% de viruta de acero en la resistencia a flexión en vigas de concreto?
- ¿De qué manera afecta adición del 8% de viruta de acero en la resistencia a flexión en vigas de concreto?

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Justificación metodológica

El estudio se justifica en la aplicación del método científico según (MUÑOZ, 2008) dice: “El Método científico es la estrategia de la investigación científica, afecta a todo el proceso de investigación y es independiente del tema que se estudia”. Para alcanzar el logro de los

objetivos de estudio, se emplearon técnicas de investigación como ensayos de laboratorio y procesamiento de resultados con la finalidad de percibir la influencia en la resistencia a flexión de la adición de virutas de acero en vigas de concreto frente a un concreto convencional, y así poder contrastar la hipótesis de estudio.

1.4.2. Justificación práctica

El presente proyecto de investigación sobre la influencia en la resistencia a flexión en vigas de concreto con adición de virutas de acero, contribuye con los conocimientos acerca del empleo de virutas de acero en el concreto premezclado para el vaciado de vigas, en donde se considerara las normas técnicas peruanas para la elaboración de 24 muestras tipo vigas de 0.15m x 0.15m x 0.50m considerando especímenes de concreto convencional y especímenes con adición de viruta de acero al 4%, 6%, y 8% para luego ser ensayados en la máquina de resistencia a flexión de tal manera que nos permita evaluar las mejoras que este aditivo le brinda al concreto en la ciudad de Huancayo.

1.4.3. Justificación científica o teórica

El concreto reforzado con virutas de acero es una materia poco estudiada, es por ello que en el presente trabajo de investigación se aporta con conocimientos sobre el empleo de las virutas de acero en el concreto premezclado para el vaciado de vigas con la finalidad de evitar fallas a flexión, así también evaluar las mejoras que la viruta de acero le brinda al concreto.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Determinar la influencia de la adición de viruta de acero en la resistencia a flexión en vigas de concreto.

1.5.2. Objetivos específicos

- Analizar la influencia de la adición del 4% de viruta de acero en la resistencia a flexión en vigas de concreto
- Identificar los efectos que presenta la adición del 6% de viruta de acero en la resistencia a flexión en vigas de concreto.
- Explicar cómo afecta la adición del 8% de viruta de acero en la resistencia a flexión en vigas de concreto

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales (objetivo general – conclusiones)

(SARTA, y otros, 2017) Realizo la investigación: “*Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 4% y al 6%*” en la Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia. La investigación planteo el siguiente objetivo: i) Realizar para un concreto de resistencia a la compresión de 3000 PSI un análisis comparativo a la resistencia a la compresión, tensión indirecta y flexión del concreto convencional y el concreto reforzado con la adición de fibras de acero del 4% y 6% en busca de una mejor resistencia a los esfuerzos. Llegando a las siguientes conclusiones: i) con base a los análisis de resultados, se pueden observar los porcentajes de aumento que se tuvieron de los concretos modificados respecto al concreto convencional, en donde en todos los casos se evidencio un aumento considerable a la resistencia del concreto medido por cada uno de los ensayos realizados. Adicionalmente, las fibras de acero generaron la propiedad de la ductilidad, lo que permite que al momento de fallar se muestre como una deformación, mas no una falla explosiva. ii) La resistencia flexión a la flexión de vigas con la adición de fibras de acero dio resultados favorables y cumplió con las normas establecidas; adicionalmente, las vigas modificadas al 6% presentaron un aumento en la resistencia a la flexión del 56,26% a la edad de 28.

Según (VALENCIA, y otros, 2016) En el estudio de investigación titulada “*Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 12% y 14%*” en la Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia. La investigación planteo el siguiente objetivo: i) Analizar el comportamiento del concreto simple y el concreto reforzado con adición de fibras de acero al 12% y 14%, con el fin de conocer si existe una

mejora en la capacidad de carga a la compresión. Llegando a las siguientes conclusiones: i) se comprobó la mejora en la resistencia a la compresión de los cilindros sin fibra, notándose que la mezcla con adición del 14% fue la más alta, obteniendo una resistencia promedio 24500 kg-f o de 4324 psi, superando en un 13,65% la capacidad de resistencia a la compresión de la mezcla del concreto sin adición. ii) Los resultados encontrados evidencian que la mezcla que brindo mejor comportamiento a los 14 días supero en 30% por encima de la resistencia del diseño esperado, a los 21 días 38% por encima y a los 28 días se alcanzó una resistencia superior al 44% de la resistencia esperada. iii) Los cilindros sin adición de fibra de acero tuvieron una falla columnar, falla que no da tiempo a reacción porque se rompe el concreto en instante de segundos al llegar a su máxima resistencia, dejando los cilindros en estado total de daño. A diferencia de los cilindros reforzados con fibra los cuales presentan falla tipo cono y corte cilíndrico que son unas fallas menos letales y se conservan un 80% la forma del cilindro.

Según (DELGADO, y otros, 2008) en su proyecto de investigación experimental titulada *“Mejoramiento de la resistencia a flexión del concreto con adición de viruta de acero con porcentajes 6, 8, 10, 12% y 14% respecto al agregado fino de la mezcla”* de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, Colombia, Florida Blanca. La investigación planteo el siguiente objetivo: i) Mejorar la resistencia a flexión de un concreto de 3000 psi, agregando viruta de acero. Llegando a las siguientes conclusiones: i) Con los porcentajes de adición de viruta que se plantearon en este proyecto, se logró obtener un aumento en la resistencia a la flexión del concreto con cada porcentaje de adición y a través de las edades del curado. ii) Al analizar los resultados desde la primera edad del curado se pudo notar que la muestra que alcanzo los mayores esfuerzos frente a la resistencia a la flexión de la muestra estándar, fue la muestra con el 10% de adición de viruta logrando a los 28 días de curado con un promedio de 65.6 Mpa y un aumento frente a la muestra estándar del 34.56%. iii) Al observar el porcentaje de aumento de la resistencia, en cada una de las edades de curado de las diferentes muestras con porcentajes de adición de viruta, se pudo observar que a edades tempranas se logra un aumento mayor que el que se presenta a los 28 días, a los tres y siete días respectivamente se presenta un incremento de 39% y 40% y a los 28 días un 35%, por cuanto el cemento tipo III alcanza resistencias mayores a edades más tempranas.

Según (GARCÍA, y otros, 2008) en la tesis titulada *“Mejoramiento con adición de viruta de acero a porcentajes de 12% y 14% respecto al agregado fino de la mezcla”* de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, Colombia, Florida Blanca. La investigación planteó el siguiente objetivo: i) Observar el comportamiento adicionando viruta reemplazando parte del agregado fino, en un 12 y 14%. Llegando a las siguientes conclusiones: i) De acuerdo a los resultados que se obtuvieron de todas las investigaciones realizadas de porcentajes de

adición de viruta (6%, 8%, 10%, 12%, 14%, 15% y 20%) se concluye que a los tres días la muestra de 10% es superior a todas las demás, a los 7 días y veintiocho días las muestras del 6% al 10% aumentaron sus esfuerzos a compresión y disminuyeron las muestras del 12% al 20% respecto a la muestra patrón. ii) Se observó que el porcentaje de aumento de resistencia respecto a la estándar, la muestra del 12% disminuyó 1.46% a los siete días y aumentó 1.78% a los veintiocho días, la muestra del 14% disminuía su resistencia a compresión notablemente a medida que pasaban los días. iii) De acuerdo a todos los resultados obtenidos de todas las investigaciones realizadas se concluye que los porcentajes de adición de viruta del 6% al 10% respecto al agregado fin tienen una alta resistencia a la compresión mientras que los demás porcentajes se les adicionó más viruta y su resistencia estuvo por debajo de lo esperado.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Según (MUÑOZ, y otros, 2018) en la tesis de pregrado titulado: *“Estudio para la optimización del diseño de un concreto auto - compactante reforzado con fibra de acero”* de la Universidad Nacional San Agustín, Arequipa, Perú. La investigación planteó el siguiente objetivo: i) Encontrar el diseño de mezcla óptimo para su concreto autocompactante reforzado con fibras de acero de resistencia moderada, variando el porcentaje de adición de fibra y comparando las propiedades físicas, mecánicas y de durabilidad del CACFR para incrementar la capacidad resistente con respecto al concreto y disminución de la fisuración. Llegando a las siguientes conclusiones: i) La resistencia a compresión de CACFR es mayor a un CAC de acuerdo a los resultados hallados en la investigación en un rango de 13 a 27% los mayores incrementos corresponden a la adición de 20 y 30 Kg por m³, lo que demuestra que el incremento de resistencia a compresión no está sujeto a una mayor adición de fibra. Esto se puede explicar por la interface pasta agregado que un CAC optimiza y el aporte de la fibra a este acomodo de partículas; lo más resaltante fue el tipo de falla que presenta un elemento con adición de fibra y el incremento significativo en la deformación que corresponde a la máxima tensión de compresión aplicada. ii) La resistencia a flexión de un CACFR respecto a un CAC obtenido experimentalmente se incrementa en un rango de 7 a 24%, el mayor porcentaje alcanzado corresponde al diseño con 60 kg de fibra por m³. Los valores teóricos de módulo de rotura de acuerdo a la ecuación expresada en la norma ACI 318 sancionan a los valores experimentales reduciéndolos casi a la mitad. iii) La resistencia a tracción de un CACFR en función al CAC base es mayor en un porcentaje de 14 a 44%, este incremento es proporcional al incremento de fibra, el mayor porcentaje corresponde al diseño con mayor consumo de fibra (60 kg por

m3). Los valores teóricos expresados en la ecuación según normativa desprecian a los valores experimentales hallados, en un CAC en 58% y en el CACFR con mayor adición un 107%.

Según (PACHECO, 2016) en su tesis de pregrado titulado “*Resistencia a compresión axial del concreto $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ incorporando diferentes porcentajes de virutas de acero ensayadas a diferentes edades, UPN -2016*” de la Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú. La investigación planteó el siguiente objetivo: i) Determinar la resistencia a compresión axial del concreto $F_c=175 \text{ kg/cm}^2$ con la incorporación de diferentes porcentajes de viruta de acero ensayada a diferentes edades. Llegando a las siguientes conclusiones: i) Se cumple parcialmente con la hipótesis planteada, es decir la adición de diferentes porcentajes de viruta de acero incrementa hasta en 5% la resistencia a compresión axial del concreto $F_c=175 \text{ kg/cm}^2$. ii) Al incorporar el 2% de viruta de acero se obtienen una resistencia a los 28 días de 190.79 kg/cm^2 , a este porcentaje de adición corresponde un incremento de la resistencia a compresión del 9.02%. iii) Al incorporar 4% de viruta de acero se obtiene una resistencia a los 28 días de 190.70 kg/cm^2 , a este porcentaje de adición corresponde un incremento de la resistencia a compresión del 12.47%. iv) Al incorporar el 6% de viruta de acero se obtienen una resistencia a los 28 días de 202.26 kg/cm^2 , a este porcentaje de adición corresponde un incremento de la resistencia a compresión de 15.58%.

Según (ESPINOZA, 2018) en su proyecto de tesis de pregrado titulado “*Resistencia de Concreto $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con Sustitución del 10% del Agregado Fino por Viruta Metálica*” de la Universidad San Pedro, Cajamarca, Perú. La investigación planteó el siguiente objetivo: i) Determinar la resistencia del concreto $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución del 10% del agregado fino por viruta metálica. Llegando a las siguientes conclusiones: i) De acuerdo a los resultados y análisis, se concluye que las propiedades mecánicas de la viruta metálica es un material que no contiene ni absorbe agua, pero si ocupa 3.468 de peso específico más que el agregado fino. ii) Se concluye que las muestras experimentales con la sustitución del 10% de viruta metálica logro superar a la probeta de la resistencia patrón, está en el orden de 5.68%, 8.63% y 5.62% por encima con respecto al patrón de los 7, 14 y 28 días.

Según (GUZMAN, y otros, 2019) en su tesis de pregrado con el título de “*Viruta De Acero en la Resistencia a la Compresión y Flexión del Concreto*” de la Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, Perú. La investigación planteó el siguiente objetivo: i) Evaluar el efecto de la viruta de acero en la resistencia a la compresión y flexión del concreto. Llegando a las siguientes conclusiones: i) La resistencia a compresión a los 28 días del concreto de diseño $f_c=210 \text{ kg/cm}^2 + 0.2\% \text{ VA}$ fue de 233.49 kg/cm^2 , para el diseño $f_c=210 \text{ kg/cm}^2 + 0.4\% \text{ VA}$ fue de 252.64 kg/cm^2 y para el diseño $f_c=210 \text{ kg/cm}^2 + 0.6\% \text{ VA}$ fue de 181.67 kg/cm^2 . La

resistencia a compresión a los 28 días del concreto de diseño $f_c=175 \text{ kg/cm}^2 + 0.2\% \text{ VA}$ fue 196.87 kg/cm^2 , para el diseño $f_c=175 \text{ kg/cm}^2 + 0.4\% \text{ VA}$ fue de 210.15 kg/cm^2 y para el diseño $f_c=175 \text{ kg/cm}^2 + 0.6\% \text{ VA}$ fue de 150.59 kg/cm^2 . En ambos casos el porcentaje óptimo es de 0.4% de viruta de acero para lograr aumento de aproximadamente un 20% en la resistencia. ii) En la resistencia a flexión a los 28 días del concreto de diseño $f_c=210 \text{ kg/cm}^2 + 0.2\% \text{ VA}$ fue de 43.37 kg/cm^2 , para el diseño $f_c=210 \text{ kg/cm}^2 + 0.4\% \text{ VA}$ fue de 45.03 kg/cm^2 y para el diseño $f_c=210 \text{ kg/cm}^2 + 0.6\% \text{ VA}$ fue de 42.37 kg/cm^2 . Además la resistencia a flexión a los 28 días del concreto de diseño $f_c=175 \text{ kg/cm}^2 + 0.2\% \text{ VA}$ fue 35.78 kg/cm^2 , para el diseño $f_c=175 \text{ kg/cm}^2 + 0.4\% \text{ VA}$ fue de 35.51 kg/cm^2 y para el diseño $f_c=175 \text{ kg/cm}^2 + 0.6\% \text{ VA}$ fue de 34.55 kg/cm^2 . iii) En general según los resultados observados y el análisis estadístico realizado se puede decir que añadirle viruta de acero al concreto modifica significativamente la resistencia a la compresión del concreto, generando un efecto de aumento de la resistencia de diseño de manera proporcional para concretos con 0.2% y 0.4% de viruta de acero y una disminución de esta resistencia al añadirle 0.6% de viruta de acero. Además se puede deducir que, en cuanto a la resistencia a la flexión del concreto, los porcentajes usados no generan cambios significativos entre todos los grupos experimentales.

2.2. Base teórica

2.2.1. Fibras

2.2.1.1. Clasificación

2.2.1.1.1. Microfibras

- Previenen de la fisuración del concreto en estado fresco o antes de las 24 horas (contracción plástica).
- Tienen una dosificación de 1-3 kg/m³.
- Presentan diámetros entre 0.023 mm a 0.050 mm.
- Tienden a mejorar la durabilidad ante el ciclo de congelamiento/deshielo, la resistencia al impacto, abrasión y al fuego.

2.2.1.1.2. Macrofibras

- Las microfibras sintéticas y las fibras de acero son consideradas Fibras estructurales, ya que aumentan la ductilidad y tenacidad.
- Tiene diámetros entre 0.05mm a 2.00mm.
- Las Fibras de acero pueden ser simples o de doble gancho.

- Limitan la propagación de fisuras cuando el concreto ya se encuentra en estado endurecido.

2.2.1.2. Origen

De acuerdo a la Norma Técnica Peruana NTP 339.204 el concreto reforzado se clasifica según el tipo de material de la fibra adicionada a la mezcla; tal como se muestra en el siguiente diagrama.

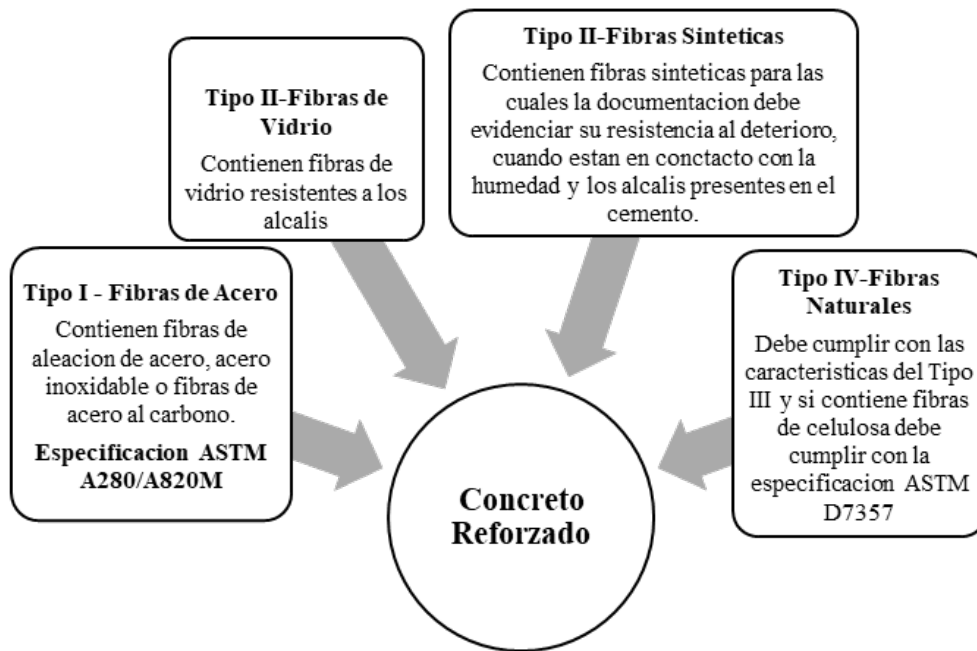


Diagrama 1. Clasificación del concreto con fibra

Fuente: NTP 339.204

2.2.1.2.1. Fibras metálicas

Estas fibras son aplicadas para refuerzo del concreto están diseñadas para conseguir unas propiedades óptimas, mejorando la geometría, el tamaño, sus propiedades mecánicas y su compatibilidad con la matriz de cemento. (CONSTRUSOL, 2016)



Figura 1. Macrofibras de acero
Fuente: Maccaferri

2.2.1.2.2. Fibra de Vidrio

Estos materiales son conocidos como GRC (Glass Fiber Reinforced Cement), su matriz resistente es un mortero de cemento hidráulico armado con fibras de Vidrio. De acuerdo a su diseño son compatibles con el cemento.



Figura 2. Microfibras de vidrio
Fuente: Maccaferri

2.2.1.2.3. Fibra Sintética

Las fibras sintéticas reducen la contracción plástica y, consecuentemente, la fisuración; así mismo pueden ayudar al concreto después que tienda a fisurarse. Se producen como monofilamentos cilíndricos que se pueden cortar en longitudes específicas o como films y Cintas. Estas fibras se componen de finas fibrillas de sección transversal rectangular.



Figura 3. Microfibras de polipropileno
Fuente: Macaferri

2.2.1.2.4. Fibra Natural

Las fibras naturales son aquellas fibras orgánicas de origen vegetal (a base de celulosa) o de origen animal (a base de proteínas).

Las fibras vegetales se dividen en cuatro grupos:

- Fibras de tronco
- Fibras de hojas
- Fibras de pelusas de frutas
- Fibras de madera



Figura 4. Fibra de Bambú
Fuente: Bamboo Technology Europe

2.2.1.3. Fibras de viruta de Acero

2.2.1.3.1. Definición

La Viruta de Acero es un residuo que se obtiene generalmente de las diferentes herramientas como en el torno o las brocas con las cuales se realizan trabajos de cepillados, perforaciones, devastados. En la actualidad este material se desecha de los talleres como chatarra para volver a utilizarlos como materia prima, cuando en realidad podría realizarse para otros usos.



Figura 5. Fibra de viruta de acero
Fuente: Elaboración propia

2.2.1.3.2. Características de la viruta de acero

Debido a la manera como se obtiene la viruta de acero, esta tiende a ser un material poco uniforme y suele presentarse en diferentes formas.

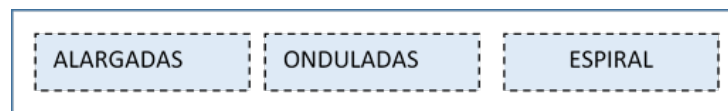


Diagrama 2. Características de la viruta de acero
Fuente: Elaboración propia

2.2.1.3.3. Tipos de viruta de acero

En el siguiente diagrama, se presenta los tipos de viruta de acero.

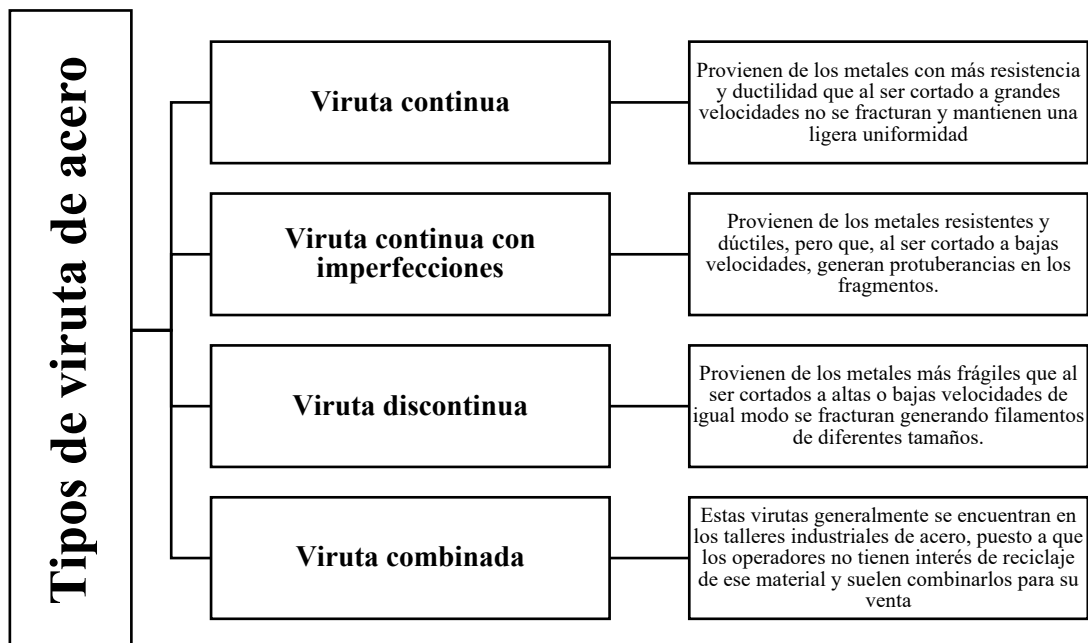


Diagrama 3. Tipos de viruta de acero
Fuente: Elaboración propia

Usos de viruta de acero

En el siguiente diagrama se puede observar los diferentes usos de la viruta de acero.

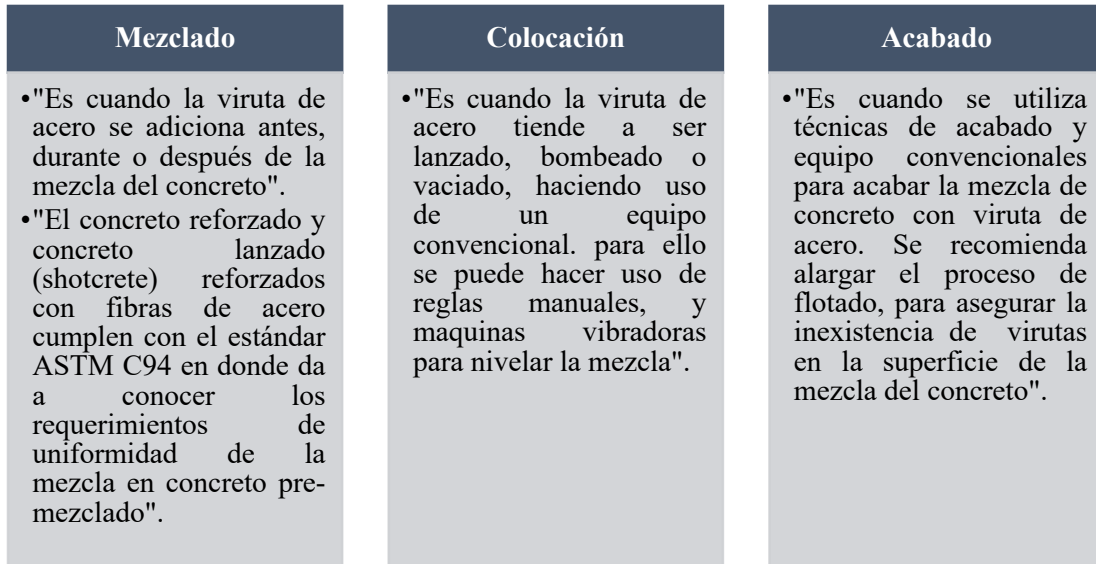


Diagrama 4. Usos de la viruta de acero
Fuente: Elaboración propia

2.2.1.3.4. Incorporación de viruta de acero en el concreto

2.2.1.3.5. Ventajas de la viruta de acero al concreto

- Aumenta la resistencia a la flexión y a la tensión.
- Brinda alta resistencia al agrietamiento y al impacto.
- Alta absorción de energía bajo cargas elásticas y dinámicas.
- Ahorro de tiempo y dinero en su colocación en comparación a la malla de acero.
- Reducción de rajaduras.
- Incrementa la resistencia a la flexión, ductilidad, la resistencia a la fatiga, al impacto y aumenta la ductilidad.

2.2.2. Naturaleza del concreto

El concreto con Cemento Portland es uno de los más usados en la construcción ya que permite su utilización en todo tipo de formas estructurales, adaptándose a diversos climas y su variación, las principales limitaciones que se tiene están dadas por las personas que lo utilizan mas no por los materiales que lo conforman. (VÁSQUEZ, 2016)

2.2.2.1. El concreto

El concreto es un material heterogéneo, el cual está compuesto principalmente de la combinación de cemento, agua, agregado fino y agregado grueso. El concreto contiene un pequeño volumen de aire atrapado, y puede contener también aire intencionalmente incorporado mediante el empleo de un aditivo. (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2006)

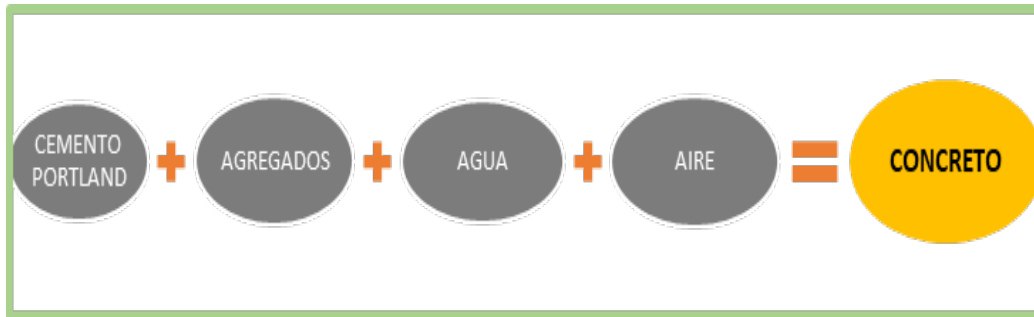


Diagrama 5. Composición del concreto
Fuente Elaboración propia

2.2.2.1.1. Componentes del concreto

El cemento portland es el primer componente del concreto, ocupa entre el 7% al 15% del volumen de la mezcla, por otro lado, el cemento portland brinda al concreto propiedades de adherencia y de cohesión generando así una buena resistencia a compresión; Como segundo componente tiene a los agregados, que son materiales inertes de forma granular que se han dividido en agregados finos (arenas) y agregados gruesos (gravas). Los agregados ocupan entre el 60 % al 75% del volumen de la mezcla por lo cual la calidad de estos es incidente en la calidad del concreto; El agua es su tercer componente, ocupa entre el 14% al 18% del volumen de la mezcla, cumple la función de hidratar al cemento portland por medio de reacciones químicas. La mezcla del cemento portland y el agua se denomina pasta de cemento y sirve como lubricante de la mezcla en el estado fresco. Asimismo, la pasta endurecida colabora en la resistencia mecánica y durabilidad del concreto; Finalmente el concreto contiene alguna cantidad de aire atrapado generalmente entre el 1% al 3% del volumen de la mezcla. (ABANTO, 1997 pág. 20).

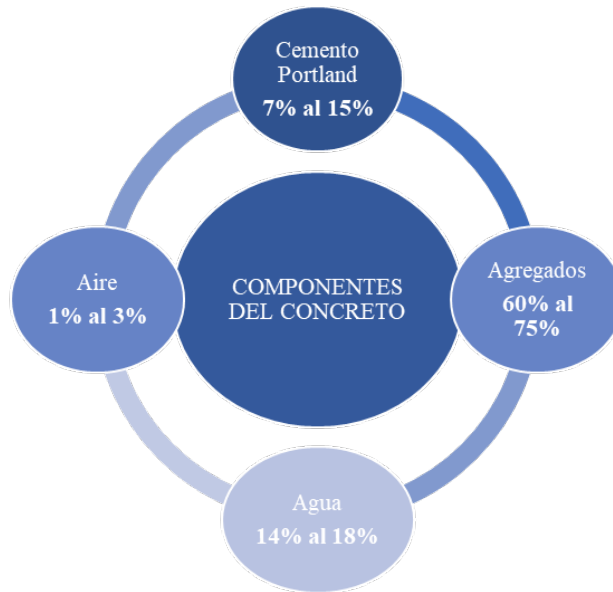


Diagrama 6. Proporciones de los componentes del concreto
Fuente: Elaboración propia

a. El cemento

Material pulverizado que por incorporación de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo del agua como en el aire. Quedan excluidas las cales hidráulicas, las cales aéreas y los yesos. (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2006).

Cemento Portland

Producto obtenido por la pulverización de Clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos que no excedan del 1% en peso del total siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecte las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el Clinker (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2006).



Figura 6. Cemento portland tipo I
Fuente: Elaboración propia

Compuestos químicos del cemento

Como el cemento es una mezcla de muchos compuestos, resulta impráctica su representación con una fórmula química, sin embargo, existen cuatro compuestos que constituyen más del 90% del peso del cemento, que se indican a continuación. (ABANTO, 1997 pág. 85)

Tabla 1. Componentes químicos del cemento

Compuesto	Fórmula química	Abrev.	Función
Silicato Tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C_3S	Constituye del 50% al 70% del Clinker. Es el que produce una alta resistencia inicial del cemento. Su reacción con el agua desprende gran cantidad de calor (hidratación). La rapidez de endurecimiento de la pasta de cemento es directamente proporcional con el calor de hidratación.
Silicato Di cálcico	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C_2S	Constituye del 15% al 30% del Clinker. Es el componente que otorga al cemento su resistencia a largo plazo, al ser lento su fraguado y muy lento su endurecimiento. Su calor de hidrataciones el más bajo de los cuatro.
Aluminato Tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	C_3A	Constituye entre el 5% al 10% del Clinker. Libera una gran cantidad de energía durante los primeros días de hidratación y endurecimiento. El yeso que se agrega al cemento durante la molienda, se combina con esta compuesta para controlar el tiempo de fraguado.

Aluminoferrito tetracalcico	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	C4AF	Interviene con el 5% al 15% del Clinker. Se hidrata con rapidez, pero su contribución a la resistencia es mínima.
-----------------------------	---	------	--

Fuente: (ABANTO, 1997)

Tipos de cemento

En el siguiente diagrama, se puede apreciar los tipos de cemento.

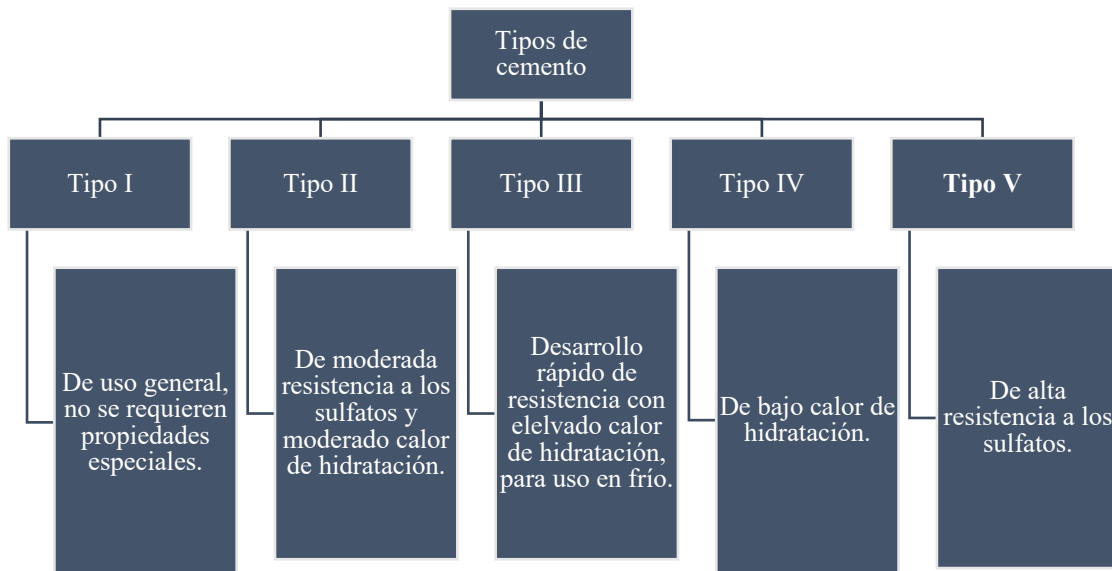


Diagrama 7. Tipos de cemento

Fuente: Elaboración propia

b. El agua

El agua es uno de los componentes principales en las mezclas de concreto y morteros, permite que el cemento desarrolle su capacidad de ligante; También, está relacionada con la resistencia, trabajabilidad del concreto en estado fresco y endurecido e hidratación del cemento.

El agua deberá cumplir con la NTP 339.088. Será lo suficientemente limpia y libre de álcalis y todo lo que pueda ser dañino al concreto y al acero. No contendrá concentraciones mayores de 500 ppm de ion cloro, ni de 1 000 ppm de ion sulfato (INACAL, 2002)

El Agua en la Mezcla

El agua en el concreto cumple funciones esenciales, por el cual su calidad es importante debido a las impurezas que estas contengan alega lo siguiente. (PASQUEL, 1998).

Funcione principales del agua en la mezcla del concreto:

- Hidratar al cemento
- Trabajar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del conjunto
- Evitar vacíos necesarios en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse

El Agua para Curado

Para el curado del concreto, el agua debe de cumplir los mismos requisitos que se requiere para el agua de mezcla, Esta no debe presentar sustancias agresivas para el concreto endurecido o las armaduras, ya que en las primeras edades el concreto es permeable.



Figura 7. Agua
Fuente: Elaboración propia

c. Los Agregados para concreto

Los agregados son elementos inertes del concreto, estos se mezclan con la pasta de cemento que son (cemento + agua) para así poder obtener una estructura resistente. Los agregados

ocupan las $\frac{3}{4}$ parte del volumen total, por otro lado, su calidad es de vital importancia, ya que de ello depende el resultado final.

Los agregados provienen de la explotación de fuentes naturales tales como depósitos de arrastres fluviales (arenas y gravas de río) o de glaciares (cantos rodados) y de canteras de diversas rocas y piedras naturales. Se puede aprovechar en su granulometría natural o triturándolos mecánicamente, según sea el caso, de acuerdo con las especificaciones requeridas. (RIVA, 2007)

Clasificación de los agregados para concreto

- **Por su procedencia**

En la siguiente figura se observa la clasificación de los agregados según su procedencia

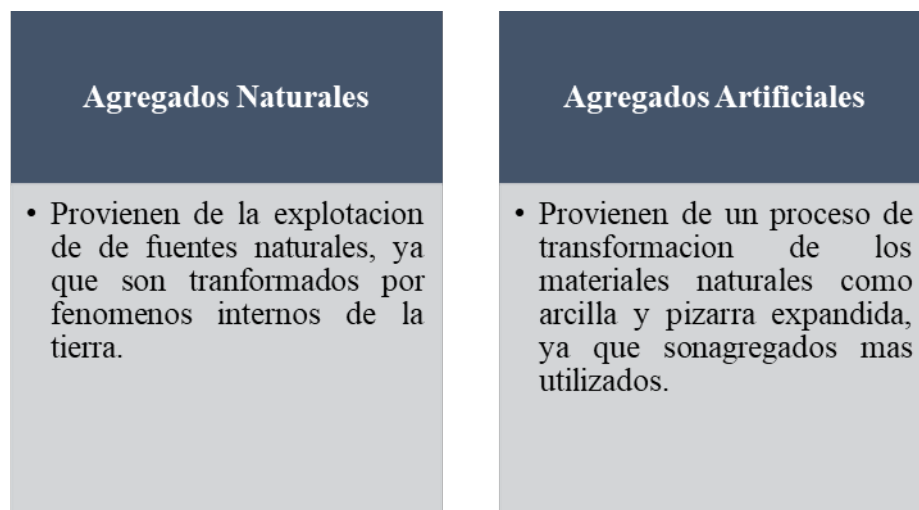


Diagrama 8. Clasificación de los agregados según su procedencia
Fuente: Elaboración propia

- **Agregados naturales**

Agregados finos: (Arena Fina y Arena gruesa) Se considera como agregados finos a la arena o piedra natural finamente triturada, de dimensiones reducidas y que pasan por el tamiz 9,5 mm (3/8") y que cumple con los límites establecidos en la norma NTP 400.037 (ABANTO, 1997).

Tabla 2. *Requerimientos de granulometría para agregados finos*

Tamiz	Límites totales	% que pasa por los tamices normalizados		
		C	M	F
9.5mm (3/8'')	100	100	100	100
4.75mm (N°4)	89 – 100	95 – 100	85 - 100	89 - 100
2.38mm(N°8)	65 – 100	80 – 100	65 – 100	80 – 100
1.20mm(N°16)	45 – 100	50 – 85	45 – 100	70 - 100
0.60 mm(N°30)	25 - 100	25 – 60	25 - 80	55 - 100
0.30 mm(N°50)	5 – 70	10 – 30	5 - 48	5 – 70
0.15 mm(N°100)	0 - 12	2 - 10	0 – 12*	0 – 12*

Fuente: ASTM C 33

Agregado grueso: (Grava y piedra chancada) Se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz NTP 4,75 mm (N° 4) proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas y que cumple con los límites establecidos en la norma NTP 400.037 (Abanto, 2009)

Tabla 3. Requisitos granulométricos para agregado grueso

TABLA 2. REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS ASTM C - 33 PARA AGREGADO GRUESO														
TAMAÑO N°	TAMAÑO NOMINAL EN PULGADAS	PORCENTAJES PASANTES EN PESO PARA CADA MALLA ESTÁNDAR												
		4" (100mm)	3 1/2" (90mm)	3" (75mm)	2 1/2" (63mm)	2" (50mm)	1 1/2" (37.5mm)	1" (25mm)	3/4" (19mm)	1/2" (12.5mm)	3/8" (9.5mm)	N°4 (4.75mm)	N°8 (2.36mm)	N°16 (1.18mm)
1	3 1/2" a 1 1/2"	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
2	2 1/2" a 1 1/2"	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
3	2" a 1"	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-
357	2" a malla Ø4	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-
4	1 1/2" a 3/4"	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-
467	1 1/2" a malla Ø4	-	-	-	-	100	95 a 10	-	35 - 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-
5	1" a 1/2"	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-
56	1" a 3/8"	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-
57	1" a malla Ø4	-	-	-	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-
6	3/4" a 3/8"	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-
67	3/4" a malla Ø4	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-
7	1/2" a malla Ø4	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-
8	3/8" a malla Ø4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85 a 100	0 a 30	0 a 10	0 a 5

Fuente: ASTM C 3

- **Por su gradación**

En la siguiente tabla, se muestra las rocas constituyentes de minerales que componen los agregados del concreto.

Tabla 4. *Rocas constituyentes de minerales en agregados de concreto*

MINERALES	ROCAS IGNEAS	ROCAS METAMORFICAS
SILICE	Granito	Mármol
Cuarzo	Sienita	Metacuarcita
Opalo	Diorita	Pizarra
Calcedonia	Gabro	Filita
Tridimita	Pendotita	Esquisto
Cristobalita	Pegmatita	Anfibolita
SILICATOS	Vidrio Volcánico	Homfelsa
Feldespatos	Obsidiana	Gneiss
Ferromagnesianos	Pumicita	Serpentina
Homblenda	Tufo	
Augita	Escoria	
Arcillas	Perlita	
Ilitas	Fetsita	
Caolinas	Basalto	
Mortmorillonita	ROCAS SEDIMENTARIAS	
Mica	Conglomerados	
Zeolita	Arenas	
CARBONATOS	Cuarcita	
Calcita	Arenisca	
Dolomita	Piedra Arcillosa	
SULFATOS	Piedra Aluvional	
Yeso	Argillita y Pizarra	
Anhidrita	Carbonatos	
SULFUROS DE HIERRO	Calizas	
Pirita	Dolomitas	
Marcasita	Marga	
Pirotita	Tiza	
OXIDOS DE HIERRO	Horsteno	
Magnetita		
Hematita		
Geotita		
Ilmenita		
Limonita		

Fuente: (PASQUEL, 1998)

- **Por su densidad**

Entendiendo densidad como la gravedad específica, es decir el peso entre el volumen de solidos referido a la densidad del agua, se acostumbra clasificarlos en normales con $G_e = 2.5$ a 2.75 , ligeros con $G_e < 2.5$ y pesados con $G_e > 2.75$, con cada uno de ellos marca

comportamientos diversos en relación al concreto, habiéndose establecido técnicas y métodos de diseño y uso para cada uno. (PASQUEL, 1998).

- **Por su forma textura y tamaño**

En las tablas que se muestran a continuación, se pueden observar la clasificación de las partículas del agregado según su forma, textura y tamaño.

Tabla 5. *Clasificación de las partículas del agregado según su forma*

Forma	Descripción	Ejemplo
Redondeadas	Totalmente desgastada por el agua o completamente limada por el afloramiento.	Grava de río o playa, arena del desierto, playa
Irregular	Irregularidad natural o parcialmente limitada por frotamiento y con orillas redondeadas.	Otras gravas, pedernales del suelo o excavación
Escamosa	Material, el cual es pequeño en relación a las otras dos dimensiones.	Roca laminada
Angular	Posee orillas bien definidas que se forman en la intersección de caras más o menos planas	Rocas trituradas de todo tipo, escoria triturada
Alongadas	Material normalmente angular en el cual la longitud es considerablemente mayor que las otras dos dimensiones.	

Fuente: (RIVERA, 2013)

Tabla 6. *Clasificación de las partículas del agregado según su textura superficial*

Textura	Características	Ejemplo
Vítrea	Fractura concoidal	Pedernal negro, escoria vítrea
Lisa	Desgastada por el agua o liso debido a la fractura de roca laminada o de grano	Gravas pizarras, mármol, algunas reolitas
Granular	Fractura que muestra granos más o menos uniformemente redondeados	Arenisca
Áspera	Fractura áspera de roca con granos finos o medianos que contienen constituyentes cristalinos no fácilmente visibles	Basalto, felsita, pórfido, caliza
Cristalina	Contiene constituyentes cristalinos fácilmente visibles	Granito, gabro, gneis
Aplanada	Con poros y cavidades visibles	Pómez, escoria, espumosa, arcilla expandida

Fuente: (RIVERA, 2013)

Tabla 7. Clasificación de las partículas del agregado según su tamaño

Tamaño en mm	Denominación más común	clasificación	Uso como agregado de mezclas
< 0,002	Arcilla	Fracción muy fina	No recomendable
0,002 – 0,074	Limo	Fracción fina	No recomendable
0,074 a 4,76 (#200 - #4)	Arena	Agregado fino	Material apto para mortero o concreto
4,76 – 19,1 (#4 – ¾’')	Gravilla	Agregado grueso	Material apto para concreto
19,1 – 50,8 (¾’” – 2’')	Grava		Material apto para concreto
50,8 – 152,4 (2’” – 6’')	Piedra		
>152,4 6’"	Rajón, piedra bola		Concreto ciclópeo

Fuente: (RIVERA, 2013)

Propiedades

a. Físicas

- **Peso Específico:** Es el volumen del material sólido sin tener en consideración los vacíos existentes entre ellas; Se puede definir como resultado de esto, como la relación de la masa del sólido, referido a vacío, respecto de la masa de un volumen igual de agua.
- **Peso Unitario:** Es el coeficiente de la división del peso de las partículas entre el volumen total considerando los vacíos.

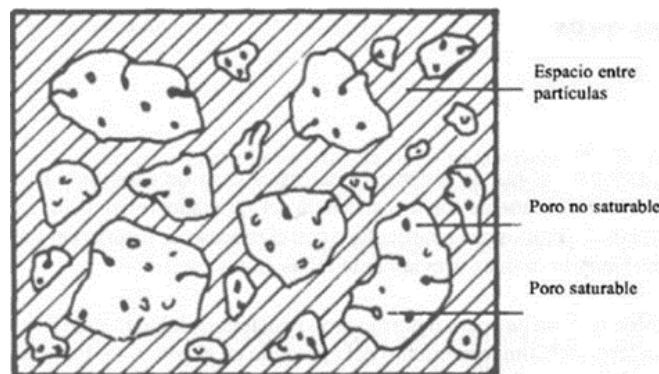


Figura 8. Esquema del peso volumétrico

Fuente: (Gutiérrez, 2003)

- **Densidad:** Depende de la gravedad específica de sus contribuyentes

- **Porosidad y absorción:** Espacio no ocupado por materia sólida en la partida del agregado.
- **Contenido de Humedad:** Es la cantidad de agua que contiene el agregado al momento de determinar su masa; esta puede estar constituida por la suma del agua superficial y la absorbida.
- **Porcentaje de vacíos:** (Pasquel, 2009, p.76) Indica que: Es la medida de volumen expresado en porcentaje de los espacios entre las partículas de agregado.

b. Resistentes

- **Resistencia:** Proceso de trituración y explotación.
- **Tenacidad:** Se denomina a la resistencia que ofrece el agregado al impacto
- **Dureza:** Es la resistencia que ofrece el agregado a la acción del roce y al desgaste diario.

2.2.2.1.2. Propiedades del concreto

a. Concreto Fresco

- **Trabajabilidad del concreto:** Es la facilidad que presenta el concreto fresco para poder ser mezclado, colocado, compactado y acabado, no presenta segregación y exudación durante el proceso.

Tabla 8. *Clases de mezcla según su asentamiento*

Consistencia	SLUMP	Trabajabilidad	Método de compactación
Seca	0'' a 2''	Poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3'' a 4''	Trabajable	Vibración ligera, chuseado
Fluida	>5''	Muy trabajables	Chuseado

Fuente: (ABANTO, 1997)

- **Consistencia:** Es la humedad que presenta la mezcla por el grado de fluidez de la misma. En la siguiente tabla, se muestra la clasificación de la consistencia de acuerdo al asentamiento en el Cono de Abrams.

Tabla 9. Clasificación de la consistencia del concreto de acuerdo al asentamiento con el cono de Abrams

Descripción de la consistencia	Asentamiento	
	(plg)	(mm)
Extremadamente seco	-	-
Muy seco	-	-
Seco	0 a 1	0 a 25
Semi-plástico	1 a 3	25 a 75
Plástico	3 a 5	75 a 125
Semi-fluido	5 a 7 ½	125 a 190
Fluido	7 ½ a más	190 a más

Fuente: ACI 309R (1996)



Figura 9. Asentamiento del concreto – Cono Abrams
Fuente: Elaboración propia

- **Segregación:** Es parte del concreto fresco, comprende en la separación del agregado grueso del mortero. Por otro lado, la segregación perjudica al concreto, ya que produce bolsones de piedra, capas arenosas, cangrejeras, etc. La segregación cumple una función en la consistencia de la mezcla, es más riesgoso cuando la mezcla está húmeda y menos riesgoso cuando la mezcla se encuentra seca.
- **Exudación:** Se denomina a una parte del agua de la mezcla que se encuentra en la superficie, ya que esta se separa de la masa a causa de la sedimentación de los sólidos. Esta situación se presenta posterior a la colocación del concreto en el encofrado.
- **Contracción:** Es una de las propiedades más importantes en función a los problemas de fisuración. La contracción se determina cuando la pasta de cemento se contrae debido a la reducción del volumen original de agua por combinación química.

b. Concreto endurecido

- **Elasticidad:** Se entiende a la capacidad que presenta el concreto al deformarse bajo cargas, de tener deformación permanente; generalmente define como Modulo de elasticidad estático.
- **Resistencia:** Se comprende a la capacidad que tiene el concreto al soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación a la tracción.
- **Extensibilidad:** Es la propiedad del concreto de deformarse sin agrietarse, es definida en función a la deformación unitaria máxima que puede asumir el concreto sin que ocurran fisuraciones.
- **Durabilidad:** Se define como la habilidad que tiene el concreto para resistir la acción del intemperismo, el ataque químico, abrasión u otro proceso o condición de servicio de las estructuras, que generen deterioro del concreto.
- **Permeabilidad:** Es el movimiento de los fluidos a través del concreto.

c. Fisuras del concreto

- **Según el tamaño de las fisuras**

Micro fisuras: $e < 0.05\text{mm}$. En general carecen de importancia.

Fisuras: $0,1 < e < 0,2\text{mm}$. En general son poco peligrosas, salvo en ambientes agresivos en los que puede favorecer la corrosión.

Macro fisuras: $e > 0,2\text{mm}$. Son las fisuras que pueden tener repercusiones estructurales de importancia.

- **Causas de la fisuración**

Por causas intrínsecas, tales como: asentamiento plástico, contracción plástica, contracción térmica inicial, retracción hidráulica, ahogado, corrosión de armaduras.

Por acciones exteriores como: sollicitaciones excesivas, deformaciones impuestas.

- **Tipos de Fisuras**

En el siguiente diagrama, se puede observar los diferentes tipos de fisuras.

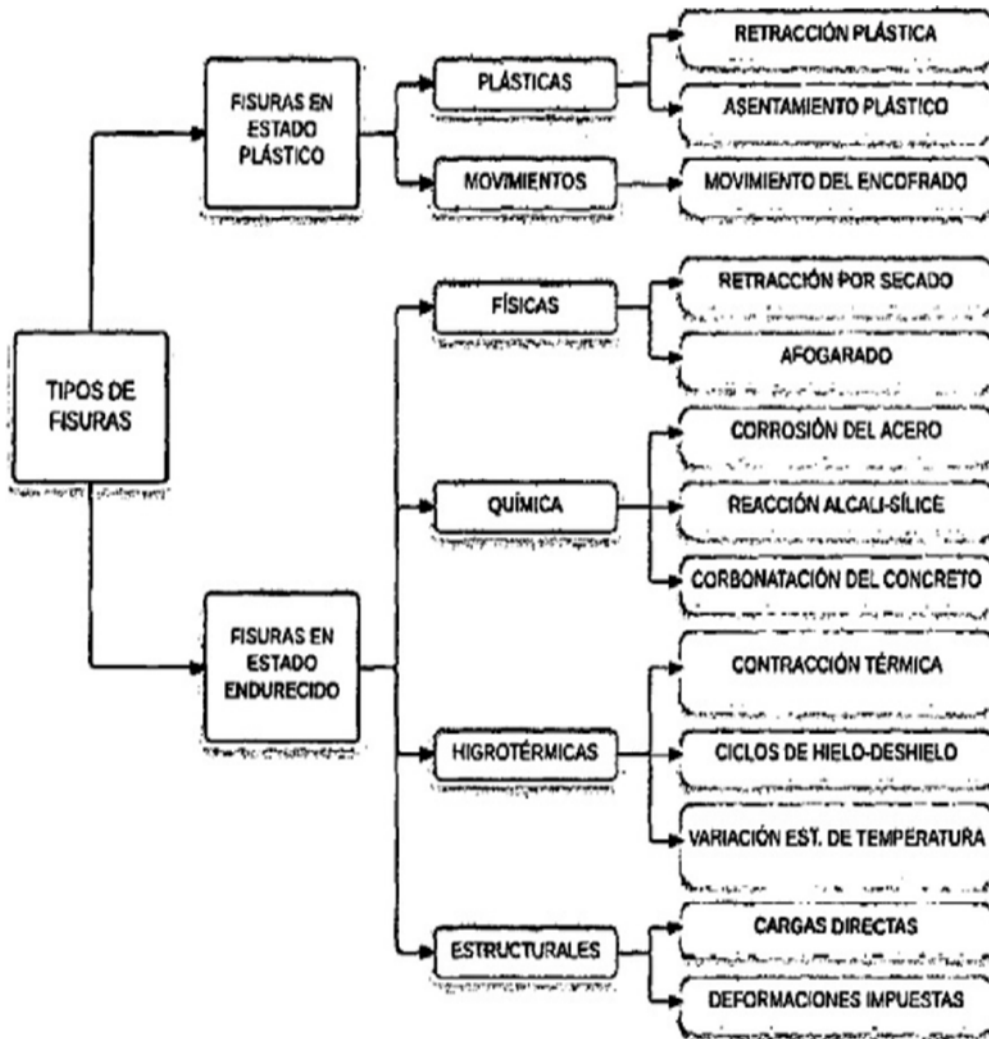


Diagrama 9. Tipos de fisuras en el concreto
Fuente: (VALERO, 2014)

Fisuras por retracción plástica

La prevención de la pérdida de agua que proviene del concreto es importante no solo porque afecta adversamente el desarrollo de la resistencia, sino también porque conduce a la retracción plástica, permeabilidad mayor y resistencia a la abrasión menor (NEVILLE, 1995)

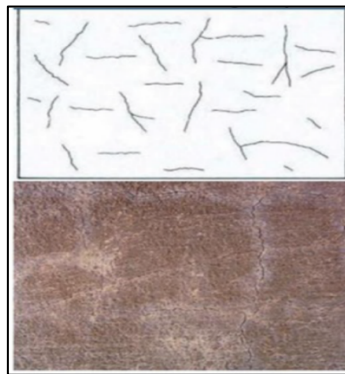


Figura 10. Fisuración del hormigón por retracción plástica
Fuente: (ARQUESTIL, 2013)

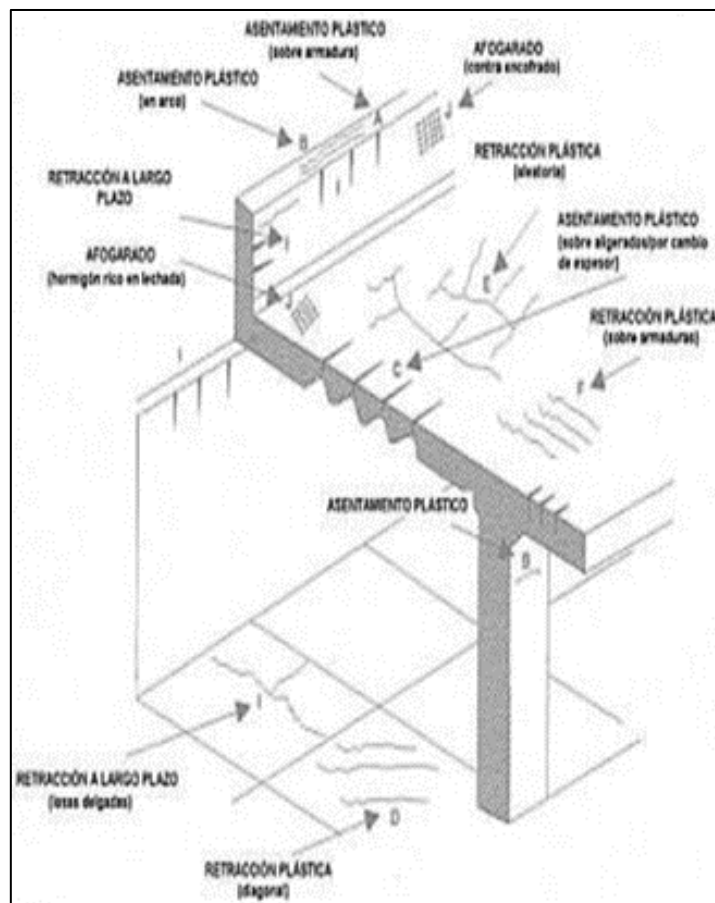


Figura 11. Representación esquemática de la propagación de las fisuras por retracción plástica
Fuente: (Asefa seguros , 2011)

2.2.3. Vigas estructurales

La viga es un elemento estructural que recibe cargas perpendiculares a su eje axial, generando un comportamiento a flexión. Este elemento estructural es primordial en las construcciones.

Las vigas tienen la capacidad de sostener y contener pesos y tensiones; así también cargas lineales.

Por otro la viga soporta cargas de compresión, que son absorbidas por el concreto, y las fuerzas de flexión son contrarrestadas por varillas de acero corrugado, las vigas también soportan esfuerzos cortantes hacia los extremos por tanto es conveniente, reforzar los tercios de extremos de la viga.

2.2.3.1. Función de una viga estructural

Las vigas cumplen una función importante, ya que soportan cargas estructurales, permitiendo flexibilidad.

2.2.3.2. Materiales y composiciones de vigas

- Vigas de madera
- Vigas de concreto
- Vigas de acero hierro

2.2.3.3. Tipos de vigas de concreto armado

- Viga peraltada colgante
- Viga peraltada invertida
- Viga peraltada invertida y colgante (híbrida)
- Viga chata (no brinda ductilidad al edificio)

2.2.3.4. Tipos de vigas estructurales según el uso

- **Viguetas:** Son vigas colocadas de forma cercana entre ellas para soportar el techo y el piso de un edificio.
- **Dinteles:** Son las vigas que se pueden apreciar sobre las aberturas en una pared de mampostería tales como ventanas y puertas.
- **Vigas de Tímpano:** Soportan las paredes exteriores de un edificio, también pueden soportar en techo en los pasillos.

- **Largueros:** En los puentes, estas vigas corren paralelas a lo largo del camino.
- **Vigas de piso:** Al contrario de los largueros, las vigas de piso corren perpendiculares al camino, complementando el patrón en forma de cruz, estas se pueden observar debajo de un puente. Las vigas de piso funcionan para transferir la tensión de los largueros a las armaduras que soportan el puente.
- **Armaduras:** Las armaduras, o puntales, se forman cuando los extremos de dos vigas se encuentran y están unidas una a la otra. El ángulo puede variar, y el propósito de estas estructuras es ayudar a soportar cargas.

2.2.3.5. Diseño de mezcla

En el siguiente diagrama, se muestran los factores en el proceso de selección de muestra.

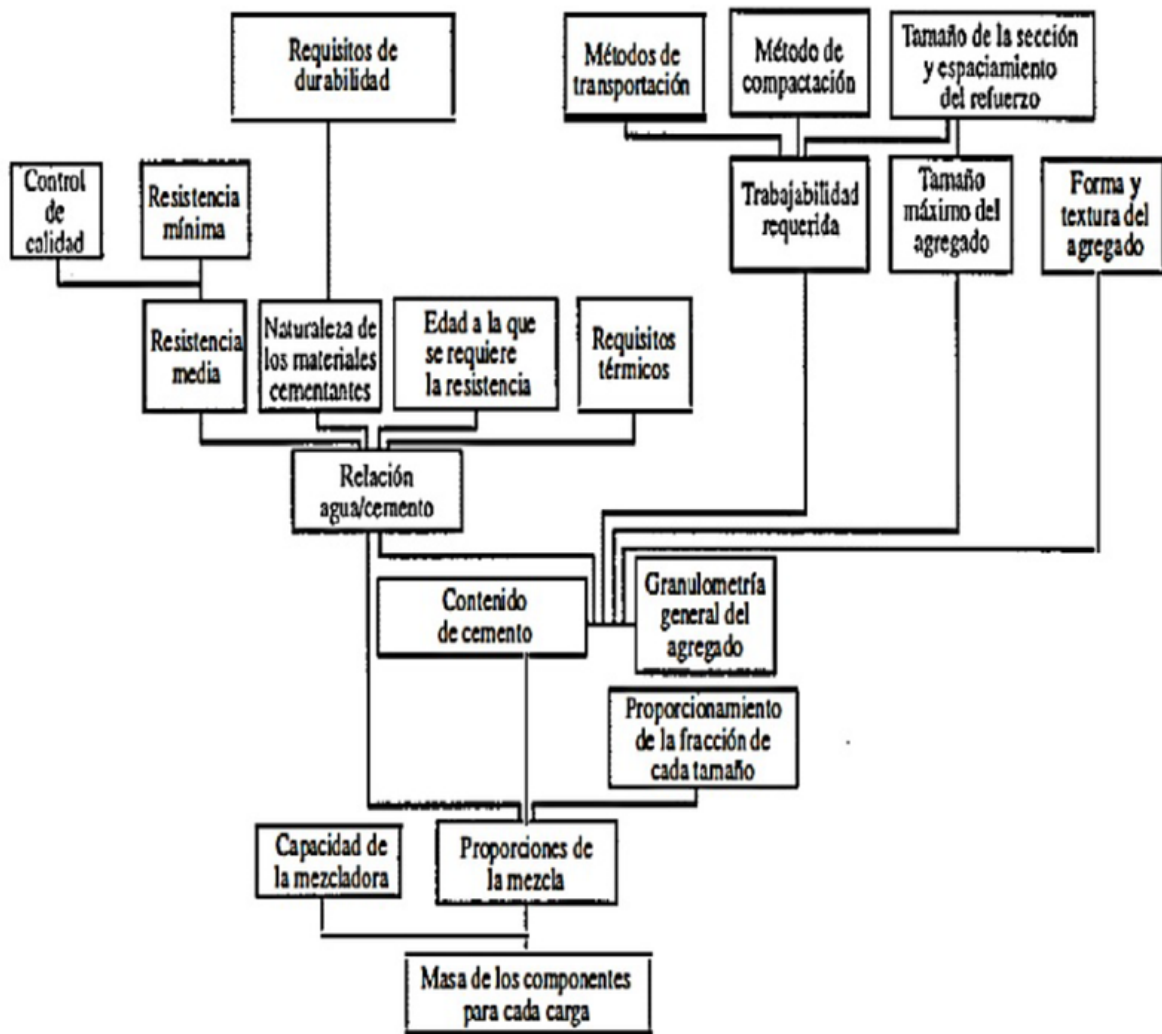


Diagrama 10. Factores básicos en el proceso de selección de muestra
Fuente: (NEVILLE, 1995)

2.2.3.6. Resistencia a la compresión

Se define como característica mecánica principal del concreto., tiene la capacidad de soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzos, generalmente en kg/cm², Mpa y con alguna frecuencia en libras por pulgada cuadrada (psi). El resultado es válido para el control de calidad.

2.2.3.7. Resistencia a flexión

La resistencia a flexión es una medida de la resistencia a tracción del concreto. Es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga de una viga o losa de concreto no reforzada de (150mm x 150mm) de sección transversal y con luz mínimo tres veces el espesor. La resistencia a flexión se expresa como el Módulo de Rotura (MR) en libras por pulgada cuadrada (Mpa) y es determinada mediante los métodos de ensayo NTP 339.078 (cargada en los puntos tercios) o NTP 339.079 (cargada en el punto medio)

El módulo de rotura es cerca del 10% al 20% de la resistencia a compresión.

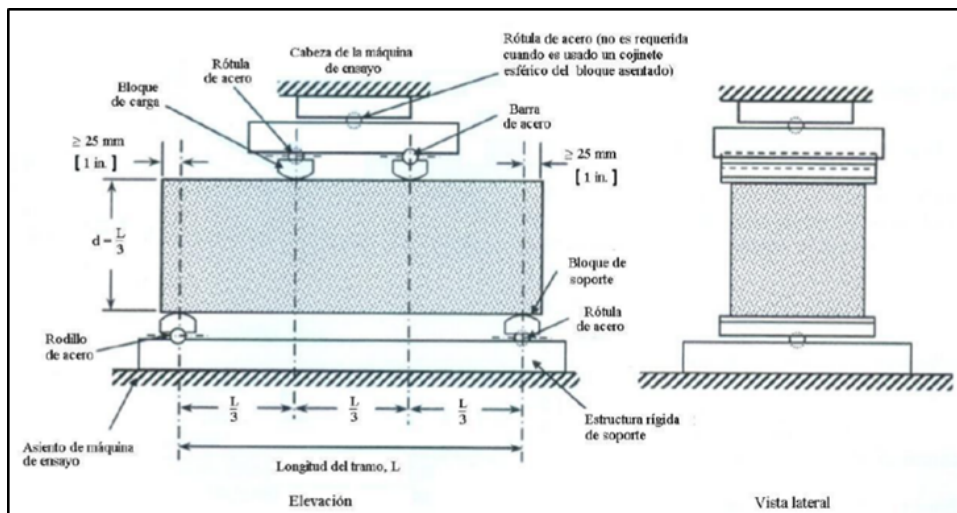


Figura 12. Esquema del dispositivo para ensayar a flexión vigas con cargas a los tercios
Fuente: (INACAL, 2012)

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24 horas	±0,5 h ó 2,1%
3 días	±2,0 h ó 2,1%
7 días	±6,0 h ó 2,1%
28 días	±20,0 h ó 2,1%
90 días	±2,0 d ó 2,1%

Fuente: (INACAL, 2015)

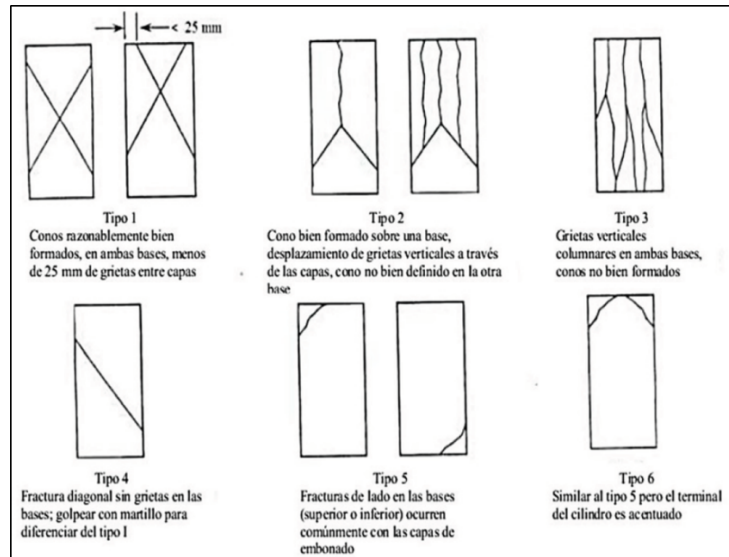


Figura 13. Esquema de los patrones de tipos de fracturas
Fuente: (INACAL, 2015)

2.3. Definición de términos básicos

- **Agregados:**

Material granular, de origen natural o artificial, como arena, grava, piedra triturada y escoria de hierro de alto horno, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico. (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2006)

- **Cemento:**

Material pulverizado que por incorporación de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo del agua como en el aire. Quedan excluidas las cales hidráulicas, las cales aéreas y los yesos. (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2006)

- **Concreto:**

El concreto es un material heterogéneo, el cual está compuesto principalmente de la combinación de cemento, agua, agregado fino y agregado grueso. El concreto contiene un pequeño volumen de aire atrapado, y puede contener también aire intencionalmente incorporado mediante el empleo de un aditivo. (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2006)

- **Viruta de acero:**

La Viruta de Acero es un residuo que se obtiene generalmente de las diferentes herramientas como en el torno o las brocas con las cuales se realizan trabajos de cepillados, perforaciones, devastados. En la actualidad este material se desecha de los talleres como chatarra para volver a utilizarlos como materia prima, cuando en realidad podría realizarse para otros usos

La viruta es un material residual en forma de lámina curvada o espiral, el cual se obtiene mediante un cepillo u otras herramientas, tales como brocas, al realizar actividades de cepillado, desbastado o perforación, sobre metales.

- **Resistencia a la Compresión Axial:**

Se puede definir como la máxima resistencia medida de un espécimen de concreto o mortero a carga axial. Generalmente se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado. (REYES, 2010)

- **Resistencia a la flexión:**

La resistencia flexional, también conocida como módulo de ruptura, o resistencia flexural, es una propiedad que se manifiesta como esfuerzos ocurridos justo antes de ceder una prueba de flexión. Con mayor frecuencia se emplea la prueba flexional transversal, en la cual es un espécimen de sección circular o rectangular que se arquea hasta que se fracture o ceda al someterlo a una prueba de tres puntos. Es el esfuerzo más alto ocurrido dentro del material en su momento de falla. Se representa mediante símbolo sigma. (J.M. Hodgkinson, 2000)

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La adición de viruta de acero influye significativamente en la resistencia a flexión en vigas de concreto.

2.4.2. Hipótesis específicas

- La adición de viruta de acero al 4% influye de manera positiva en la resistencia a flexión en vigas de concreto.
- La adición de viruta de acero al 6% genera efectos positivos en la resistencia a flexión en vigas e concreto.
- La adición de viruta de acero al 8% influye de manera positiva en la resistencia a flexión en vigas de concreto.

2.5. Variables

2.5.1. Variable dependiente

Resistencia a la flexión en vigas de concreto.

2.5.2. Variable independiente

Virutas de Acero

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	FUENTES	INSTRUMENTOS
Viruta de acero	La Viruta de Acero es un residuo que se obtiene generalmente de las diferentes herramientas como en el torno o las brocas con las cuales se realizan trabajos de cepillados, perforaciones, devastados. En la actualidad este material se desecha de los talleres como chatarra para volver a utilizarlos como materia prima, cuando en realidad podría realizarse para otros usos.	Adición de viruta de acero	Cantidad de adición de viruta de acero: <ul style="list-style-type: none"> • 4% • 6% • 8% 	Diseño de mezcla	Balanza digital con precisión de 0.1gr
Resistencia a la flexión en vigas de concreto	La resistencia a flexión es una medida de la resistencia a tracción del concreto. Es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga de una viga o losa de concreto no reforzada de (150mm x 150mm) de sección transversal y con luz mínimo tres veces el espesor. La resistencia a flexión se expresa como el Módulo de Rotura (MR) en libras por pulgada cuadrada (Mpa) y es determinada mediante los métodos de ensayo NTP 339.078 (cargada en los puntos tercios) o NTP 339.079 (cargada en el punto medio) El módulo de rotura es cerca del 10% al 20% de la resistencia a compresión.	Concreto con $f'c=210\text{kg/cm}^2$	Ensayo de resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en los tercios del tramo	Manual de ensayos NTP 339.079	Equipo para el ensayo de flexión del concreto

Tabla 11. *Matriz de operacionalización de variables*

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método de la investigación

3.1.1. Método general

El método general del estudio fue el método científico según (MUÑOZ, 2008) dice: El Método científico es la estrategia de la investigación científica, afecta a todo el proceso de investigación y es independiente del tema que se estudia. Sin embargo, cada disciplina científica tiene unas características propias, por lo que los instrumentos a emplear en cada caso diferirán en mayor o menor medida”.

3.1.2. Métodos específicos

Los métodos específicos a utilizados fueron la deducción e inducción, según (CARRASCO, 2005), la deducción e inducción; se interesan por la comprensión general para entender el comportamiento específico.

3.1.3. Métodos particulares

Los métodos particulares a utilizados fueron la observación y la experimentación estos métodos se interesan por identificar las cualidades y características del hecho y al mismo tiempo manipular las variables. Para el estudio será determinar las diferencias de la resistencia a tracción de un concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ con adición de viruta de acero y concreto convencional

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación por la naturaleza del estudio fue aplicado, según (CARRASCO, 2005), ella trata de comprender y resolver el problema. Para el estudio será determinar las diferencias de la resistencia a flexión de un concreto $f^c=210\text{kg/cm}^2$ con adición de viruta de acero y concreto convencional.

3.3. Nivel de la investigación

El estudio por el nivel de profundidad fue experimental y transversal, según (BERNAL, 2010) manifiesta que este nivel de investigación permite describir las manifestaciones de las variables, además compararlas, para identificar las diferencias, además explicar el comportamiento del hecho.

3.4. Diseño de investigación

El diseño metodológico por la naturaleza del estudio fue el experimental; según (HERNÁNDEZ, y otros, 2014), manifiesta que el diseño experimental puede abarcar una o más variables independientes y una o más dependientes.

A continuación, se muestra el esquema del diseño de investigación

GE: x 01

GC: - 02

Donde:

GE: Grupo experimental

GC: Grupo control

X: Estimulo

- : No se aplica el estimulo

01– 02: Post prueba

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Para (HERNÁNDEZ, y otros, 2014), una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones (pág. 65). El estudio tuvo como población la misma que la muestra asumido por el investigador siendo 24 vigas de concreto (diseño patrón y con la incorporación de Viruta de acero (4%, 6% y 8%).

3.5.2. Muestra

La muestra fue estratificada, según (CARRASCO, 2005), la muestra estará conformada por los concretos de resistencia $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ donde varía el porcentaje de viruta de acero.

- Probetas de concreto con resistencia de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$
- Probetas de concreto con 4% de viruta de acero.
- Probetas de concreto con 6% de viruta de acero.
- Probetas de concreto con 8% de viruta de acero.

Lo cual nos dará un total de 24 especímenes que serán la muestra usada en la investigación.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas de recopilación de datos fueron fuentes documentales, registros y los instrumentos serán los diversos ensayos, además de las fichas técnicas.

3.7 Procesamiento de la información

Para el análisis de los datos se utilizó la siguiente técnica de investigación: Se trabajará cuadros y figuras estadísticas. - Las figuras y cuadros sirvieron para presentar en forma ordenada el análisis de las variables. Se usarán los siguientes softwares SPSS - 23, Excel, que permitirán procesar datos obtenidos con los instrumentos de recolección.

3.8 Técnicas y análisis de datos

Las pruebas estadísticas que se utilizarán en su aplicación serán a nivel descriptivo - comparativo.

3.9. Procedimiento:

3.9.1. Elaboración del concreto

3.9.1.1. Diseño de mezcla

El diseño de mezcla de concreto para la presente investigación, se puede observar en los anexos adjuntos, en la siguiente tabla, se muestra las proporciones del diseño de mezcla para el concreto patrón y para diferentes adiciones de viruta de acero. Donde se puede observar que la adición de virutas es una proporción de los agregados fino y grueso.

Tabla 12. Proporciones en peso del diseño de mezcla $f_c=210\text{kg/cm}^2$

PROPORCIONES EN PESO (kg) - 1 M3 DE CONCRETO								
AGREGADOS	CONVENCIONAL		ADICION DE VIRUTAS					
			4%		6%		8%	
			73.015	KG	109.522	KG	146.03	KG
CEMENTO	392.25	KG	392.25	KG	392.25	KG	392.25	KG
AGREGADO FINO	878.27	KG	878.27	KG	878.27	KG	878.27	KG
AGREGADO GRUESO	947.1	KG	947.1	KG	947.1	KG	947.1	KG
AGUA	205.97	KG	205.97	KG	205.97	KG	205.97	KG

Fuente: Elaboración propia

3.9.1.2. Selección de materiales

- **Cemento:** El cemento requerido corresponde a, Cemento Portland Andino Tipo I.



Figura 14. Cemento Portland Andino Tipo I

Fuente: Propia

- **Agregados**

- **Agregado fino**

El Agregado fino que se utilizó fue extraído de la cantera ubicada en Orcotuna km 110

- **Agregado grueso**

El agregado grueso es procedente de la Chancadora de Orcotuna km 110



Figura 15. Cantera Orcotuna Km110 (Agregado grueso y fino)
Fuente: Elaboración propia

- **Virutas de Acero (fibra)**

Las fibras de virutas de acero provienen de una obra de estructuras metálicas, ubicado en el distrito de Pichanaqui, Provincia de Chanchamayo, Departamento de Junín. El proceso que se realizó para la obtención de las virutas de acero se describe a continuación:

- Se adquirió las virutas por parte de la obra de estructuras metálicas.
- Se realizó una selección a través de los tamices N° 4, 8, 10, 16. Se trabajó con las virutas pasantes del tamiz N° 4 y retenido en la N° 8
- Se procedió a lavar las virutas de acero seleccionadas para eliminar los aceites, u otros contaminantes que puedan afectar en el proceso de la mezcla.
- En seguida se procedió a colocar las virutas de acero seleccionadas a vista del sol para su secado respectivo.
- Finalmente, se almaceno las muestras.



Figura 16. Selección de virutas de acero
Fuente: Elaboración propia



Figura 17. Tamizado de las virutas de acero
Fuente: Elaboración propia



Figura 18. Almacenamiento de las virutas, posterior a su lavado y secado
Fuente: Elaboración propia

- **Mezcla de los Materiales**

Se realizó las mezclas de los materiales seleccionados en el Laboratorio de la Universidad Peruana Los Andes, para ello se consideró las proporciones indicadas en el diseño de mezcla. Así mismo se pesó los materiales de acuerdo al diseño de mezcla.

3.9.2. Ensayo de asentamiento

Este ensayo consiste en humedecer el molde, la base metálica y la varilla (Cono de Abrams); colocarlo sobre una superficie plana, sujetar con los pies y llenar el concreto.

- Llenar el molde con el material y dividir en capas de volúmenes iguales, compactar cada capa.
- Con la varilla enrasar el concreto
- Levantar el molde verticalmente en un tiempo de 5 +/- 2 segundos.
- Con la ayuda de un flexómetro medir el asentamiento de la mezcla

Normatividad:

- NTP 3339.035:2015
- ASTM C143



Figura 19. Materiales para la mezcla del concreto
Fuente: Elaboración propia



Figura 20. Proceso de mezcla de los materiales
Fuente: Elaboración propia.



Figura 21. Colocación del concreto en el molde de ensayo
Fuente: Elaboración propia



Figura 22. Medición del asentamiento del concreto
Fuente: Elaboración propia

3.9.3. Elaboración de especímenes

Procedimiento:

- Llenar la muestra en el molde en 3 capas de igual volumen y compactar por capa con 25 golpes.
- Golpear con la comba de goma los lados del recipiente de 10 a 15 veces después de cada capa.
- Enrasar y limpiar el contorno del molde.

Normatividad

- NTP 339.183:2013
- AST C 192

En las siguientes tablas, se muestran los volúmenes de concreto para los moldes

Tabla 13. Dimensiones y volumen para un molde prismático

VIGAS 0.50 X 0.15 X 0.15			
Dimensiones para 1 viga:			
AREA	:	0.0225	m2
ALTO /LARGO	:	0.5	m2
VOLUMEN	:	0.0113	m3
Volumen para cuatro vigas:			
VOLUMEN	:	0.045	m3

Fuente: Elaboración propia



Figura 23. Elaboración de vigas de concreto

Fuente: Elaboración propia

3.9.4. Ensayos del concreto endurecido

Curado de probetas de concreto

Procedimiento

- Desmoldar las probetas al cabo de 20 +/- 4h después de moldeados.
- Someter las probetas en una solución saturada de agua de cal a una temperatura de 23°C +/- 2°C
- La saturación se puede tener incorporando 2gr de cal hidratada por litro de agua.

Normatividad

- NTP 339.183



Figura 24. Curado de los especímenes
Fuente: Elaboración propia

Ensayo de resistencia a la flexión

Procedimiento

- La prueba de flexión en especímenes será realizada inmediatamente después de ser sacados de la cámara de Curado.
- Girar el espécimen sobre uno de los lados con respecto a la posición de moldeados y centrarlos sobre los bloques de apoyo
- La carga aplicada debe ser entre 3% y 6% de la carga máxima estimada
- Para determinar si existe un vacío entre la muestra y el bloque de aplicación de la carga se tiene que usar láminas de 0.10 mm a 0.40 mm
- Cargar la viga de forma continua y sin impactos.
- Aplicar la carga a una velocidad constante hasta el punto de Rotura
- Aplicar la carga a una velocidad de 0.9 Mpa/min y 1.2 Mpa/min.
- Calcular el módulo de Rotura con la siguiente ecuación:

$$Mr = \frac{3PL}{2bh^2}$$

Donde:

Mr : Es el Módulo de Rotura.

P : Es la carga máxima de Rotura indicada por la máquina de Ensayo en N.

L : Es la longitud del tramo, mm.

b : Es el ancho promedio de la viga en la sección de falla, en mm.

h : Es la altura promedio de la viga en la sección de falla, en mm.

Normatividad

- NTP 339.079:2008

CAPÍTULO IV

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información

4.1.1. Ensayo de asentamiento

En la siguiente tabla, se puede observar el asentamiento del concreto con las diferentes proporciones de adición de viruta de acero.

Tabla 14. *Asentamiento del concreto*

SLUMP DEL CONCRETO $f'_c=210\text{kg/cm}^2$					
Diseño de mezcla	SLUMP (M-1)	SLUMP (M-2)	SLUMP (M-3)	SLUMP PROM. (plg)	% de SLUMP
Convencional	4"	4"	4"	4.00	100.00%
Adición de viruta al 4%	3"	3"	3"	3.00	75.00%
Adición de viruta al 6%	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2.50	62.50%
Adición de viruta al 8%	2"	2"	2"	2.00	50.00%

Fuente: Elaboración propia

La figura, muestra la variación del asentamiento respecto al concreto convencional sin ningún tipo de adición

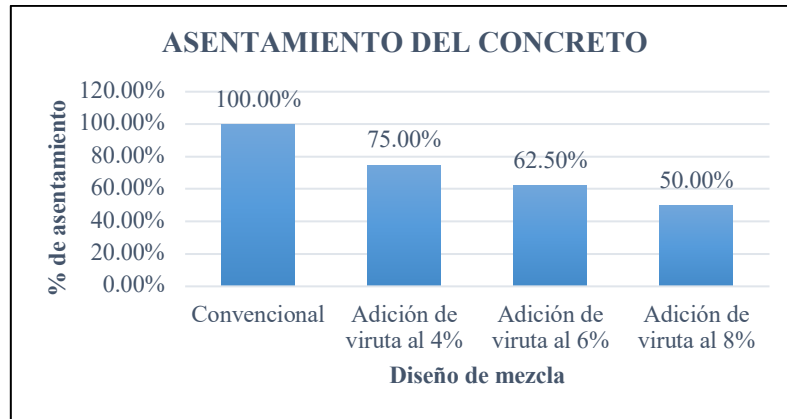


Figura 25. Variación del asentamiento del concreto
Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Ensayo de resistencia a la flexión

4.1.2.1. Viruta de acero al 4% en la resistencia a la flexión

Resistencia a los 14 días

La siguiente tabla, muestra los resultados del ensayo de resistencia a flexión a los 14 días y la figura muestra la representación gráfica de los resultados de la adición de viruta al 4%.

Tabla 15. Resistencia a la flexión con 4% de viruta

Muestra	Resistencia a la flexión (kg/cm ²)		
	Convencional	Adición de viruta	Incremento
1	65.78	67.42	2.49%
2	66.38	67.49	1.67%
3	66.38	68.36	2.98%
Promedio	66.18	67.76	2.38%

Fuente: Elaboración propia

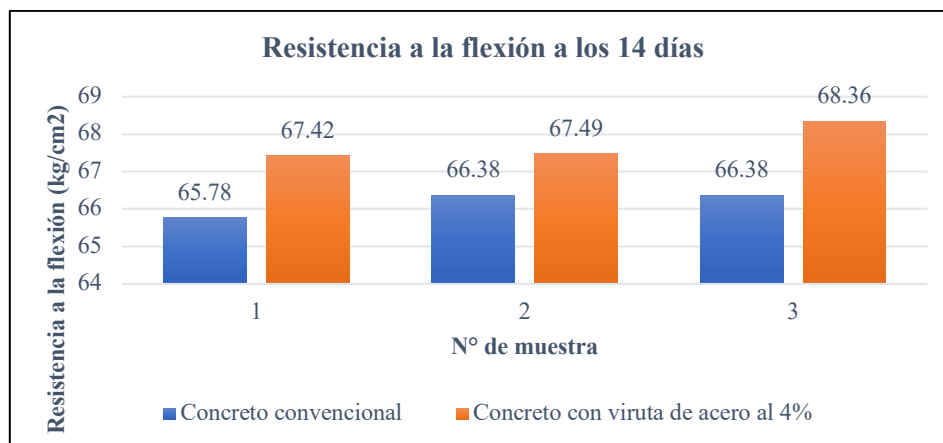


Figura 26. Resistencia a la flexión a los 14 días - viruta al 4%
Fuente: Elaboración propia

Resistencia a los 28 días

La tabla, muestra los resultados de la resistencia a flexión a los 28 días para una adición de viruta al 4% y la figura muestra la representación gráfica de la resistencia con la adición de viruta.

Tabla 16. Resistencia a la flexión con 4% de viruta

Muestra	Resistencia a la flexión (kg/cm ²)		
	Convencional	Adición de viruta	Incremento
4	67.81	68.02	0.31%
5	72.30	81.48	12.70%
6	73.52	79.03	7.49%
Promedio	72.91	80.26	6.83%

Fuente: Elaboración propia

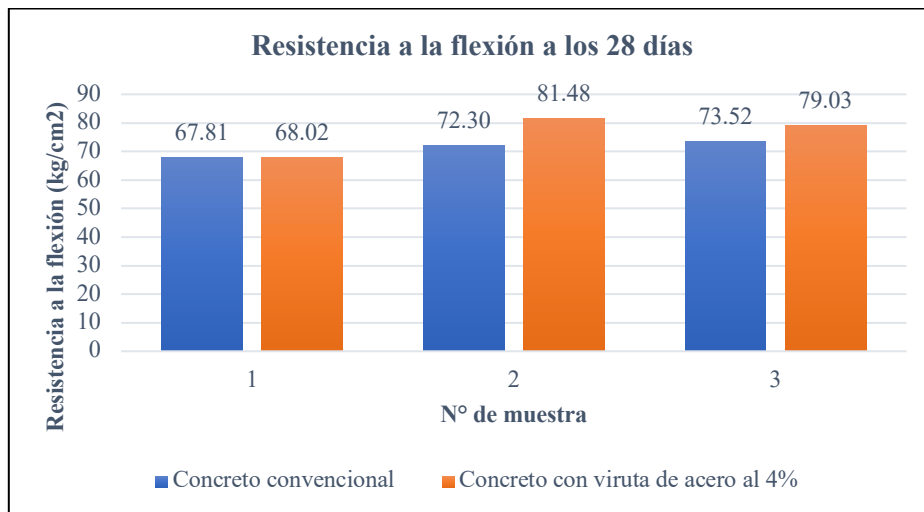


Figura 27. Resistencia a la flexión a los 28 días - viruta al 4%

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.2. Viruta de acero al 6% en la resistencia a la flexión

Resistencia a los 14 días

En la siguiente tabla, se muestra los resultados de la resistencia a flexión a los 14 días para una adición de viruta al 6% y en la figura se muestra la representación gráfica de la resistencia con la adición de virutas.

Tabla 17. Resistencia a la flexión con 6% de viruta

Muestra	Resistencia a la flexión (kg/cm ²)		
	Convencional	Adición de viruta	Reducción
1	65.78	60.67	-7.77%
2	66.38	60.57	-8.75%
3	66.38	60.37	-9.05%
Promedio	66.18	60.54	-8.52%

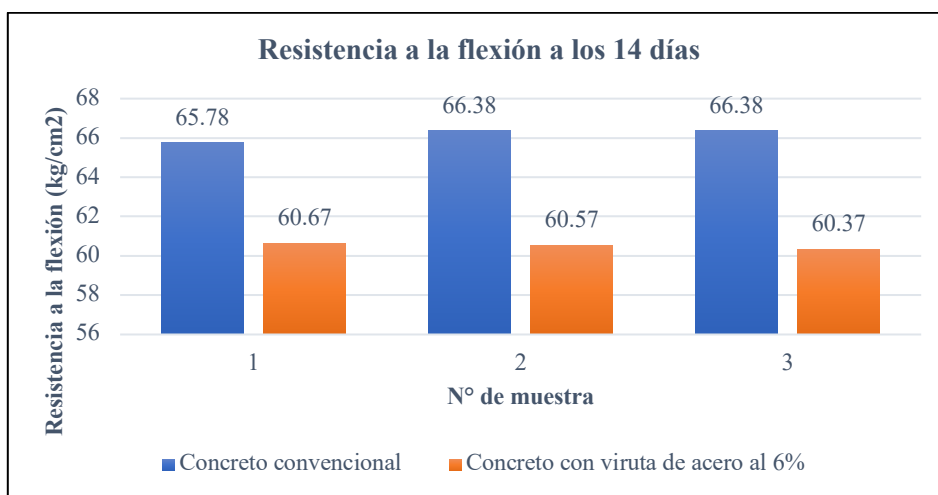


Figura 28. Resistencia a la flexión a los 14 días - viruta al 6%

Fuente: Elaboración propia

Resistencia a los 28 días

En la siguiente tabla, se muestra los resultados de la resistencia a flexión a los 28 días para una adición de viruta al 6% y en la figura se muestra la representación gráfica de la resistencia con la adición de virutas.

Tabla 18. Resistencia a la flexión con 6% de viruta

Muestra	Resistencia a la flexión (kg/cm ²)		
	Convencional	Adición de viruta	Reducción
4	67.81	62.00	-8.57%
5	72.30	67.61	-6.49%
6	73.52	63.82	-13.19%
Promedio	72.91	65.72	-9.42%

Fuente: Elaboración propia

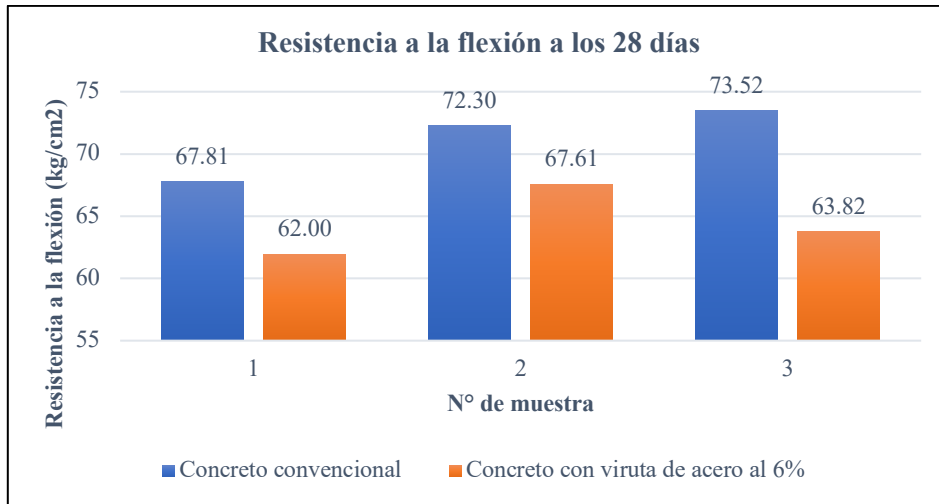


Figura 29. Resistencia a la flexión a los 28 días - viruta al 6%
Fuente: Elaboración propia

4.1.2.3. Viruta de acero al 8% en la resistencia a la flexión

Resistencia a los 14 días

En la siguiente tabla, se muestra los resultados de la resistencia a flexión a los 14 días para una adicción de viruta al 8% y en la figura se muestra la representación gráfica de la resistencia con la adición de virutas.

Tabla 19. Resistencia a la flexión con 8% de viruta

Muestra	Resistencia a la flexión (kg/cm ²)		
	Convencional	Adición de viruta	Reducción
1	65.78	53.68	-18.39%
2	66.38	58.63	-11.68%
3	66.38	60.57	-8.75%
Promedio	66.18	57.63	-12.94%

Fuente: Elaboración propia

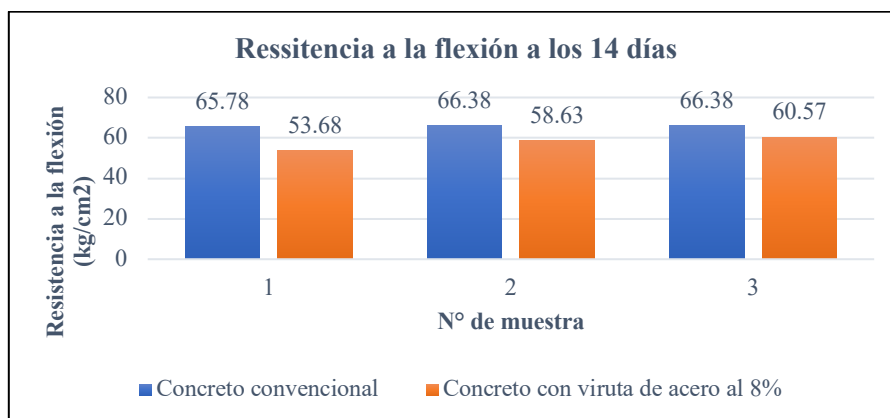


Figura 30. Resistencia a la flexión a los 14 días - viruta al 8%
Fuente: Elaboración propia

Resistencia a los 28 días

En la siguiente tabla, se muestra los resultados de la resistencia a flexión a los 28 días para una adición de viruta al 8% y en la figura se muestra la representación gráfica de la resistencia con la adición de virutas.

Tabla 20. Resistencia a la flexión con 8% de viruta

Muestra	Resistencia a la flexión (kg/cm ²)		
	Convencional	Adición de viruta	Reducción
4	67.81	55.57	-18.05%
5	72.30	59.76	-17.34%
6	73.52	62.30	-15.26%
Promedio	72.91	61.03	-16.89%

Fuente: Elaboración propia

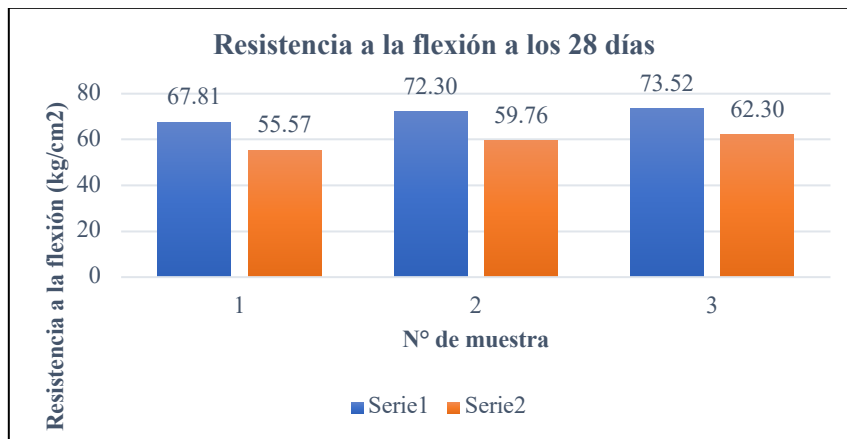


Figura 31. Resistencia a la flexión a los 28 días - viruta al 8%

Fuente: Elaboración propia

4.2. Prueba de hipótesis

Para realizar la prueba de hipótesis, se procederá en primer lugar con el diseño completamente al azar de la cual se obtendrá el análisis de varianza y posterior a ello se realizará la prueba duncan para para determinar la diferencia de las muestras. Lo descrito anteriormente se presentará para las diferentes adiciones de viruta de acero en el concreto y para el concreto convencional sin ningún tipo de adición, propuesto en la presente investigación de virutas de acero en la resistencia a la flexión de vigas de concreto.

4.2.1. Ensayo de resistencia a la flexión

4.2.1.1. Resistencia a la flexión a los 14 días

Las hipótesis para el siguiente análisis son las siguientes:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

$$H_a: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4$$

A continuación, se muestra la tabla del diseño completamente al azar, para las muestras ensayadas a los 14 días de curado.

Tabla 21. *Diseño completamente al azar*

N° de muestra	T0	T1	T2	T3
1	65.78	67.42	60.67	53.68
2	66.38	67.49	60.57	58.63
3	66.38	68.36	60.37	60.57
Total Σx_i	198.54	203.27	181.61	172.88
Media \bar{x}_i	66.18	67.76	60.54	57.63

Fuente: Elaboración propia

n = 3.00 repeticiones t = 4.00 tratamientos

Gran total = 756.30

Promedio general = 63.03

En las siguientes líneas se muestran las fórmulas correspondientes a la tabla de análisis de varianza que se mostrará posterior a las líneas que siguen.

Cálculos estadísticos:

1 Factor o término de corrección

$$Fc = X^2 / (n * t)$$

$$Fc = 47,665.81$$

2 Suma de cuadrados

Suma cuadrado total (SCTotal)

$$SCTotal = \sum X^2_{ij} - Fc$$

$$SCTotal = 229.11$$

Suma cuadrado tratamientos (SCT)

$$SCT = [\sum X^2_i / n] - Fc$$

$$SCT = 203.03$$

Suma de cuadrado error (SCE)

$$SCE = SCTotal - SCT$$

$$SCE = 26.08$$

3 Cuadrados medios

Cuadrado medio de tratamientos
(CMT)

$$CMT = SCT / glT$$

$$CMT = SCT / (t - 1)$$

$$CMT = 67.68$$

Cuadrado medio del error (CME)

$$CMT = SCE / glE$$

$$CMT = SCE / t(n - 1)$$

$$CME = 3.26$$

Tabla 22. *Análisis de varianza - resistencia a la flexión a los 14 días*

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	gl	Cuadrados medios	F _{calculado}	F _{tabulado} ($\alpha=0.05$)
Tratamientos	203.03	3.00	67.68	20.76	3.49
Error	26.08	8.00	3.26		
Total	229.11	11.00			

Fuente: Elaboración propia

$$CV = 2.86\%$$

Interpretación del análisis de varianza:

Según el análisis de varianza, el valor de F_{calculado}=20.76 y el valor de F_{tabulado}=3.49; con 3 grados de libertad de tratamiento y 8 grados de libertad de error, se observa que existe diferencia estadística significativa entre las medias de los tratamientos a un nivel de significancia $\alpha=0.05$, por lo que existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula e inferir que la adición de virutas de acero al concreto en las muestras es diferentes y significativa.

En conclusión, se afirma que la adición de viruta de hacer al 4%, 6% y 8%; influye en la resistencia a flexión del concreto.

Del mismo modo, según el coeficiente de variación obtenido, este indica que los datos son confiables y existió un buen manejo de las unidades experimentales dentro de cada tratamiento.

Prueba de hipótesis:

A continuación, se desarrolla la prueba de Duncan para determinar la diferencia de las medias de la resistencia a flexión del concreto con diferentes proporciones de viruta de cero y sin adición de la viruta. La prueba se realizó empleando el SPSS22.

Tabla 23. Prueba de Duncan - Resistencia a la flexión a los 14 días

Resistencia a la flexión			
Duncan ^a			
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
3,00	3	57,6267	
2,00	3	60,5367	
,00	3		66,1800
1,00	3		67,7567
Sig.		,084	,316
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.			

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la prueba de hipótesis Duncan:

Según los resultados obtenidos de la prueba de hipótesis de Duncan, la cual se emplea cuando las medias de los tratamientos son diferentes, el T1 (tratamiento 1, con 4% de viruta de acero) y el T0 (tratamiento 0, que es el concreto convencional) tienen medias similares, el T2 (tratamiento 2, con viruta de acero al 6%) y el T3 (tratamiento 3, con 8% de viruta de acero) también tienen medias similares entre sí. Entonces se concluye que el T0 y el T1 son estadísticamente similares, y los tratamientos T2 y el T3 son estadísticamente similares.

4.2.1.2. Resistencia a la flexión a los 28 días

Las hipótesis para el siguiente análisis son las siguientes:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

$$H_a: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4$$

A continuación, se muestra la tabla del diseño completamente al azar, para las muestras ensayadas a los 14 días de curado.

Tabla 24. *Diseño completamente al azar*

N° de muestra	T0	T1	T2	T3
4	67.81	68.02	62.00	55.57
5	72.30	81.48	67.61	59.76
6	73.52	79.03	63.82	62.3
Total Σx_i	213.63	228.53	193.43	177.63
Media \bar{x}_i	71.21	76.18	64.48	59.21

Fuente: Elaboración propia

n = 3.00 repeticiones t = 4.00 tratamientos

Gran total = 813.22

Promedio general = 67.77

En las siguientes líneas se muestran las fórmulas correspondientes a la tabla de análisis de varianza que se mostrará posterior a las líneas que siguen.

Cálculos estadísticos:

- Factor o término de corrección

$$F_c = X^2 / (n * t)$$

$$F_c = 55,110.56$$

- Suma de cuadrados

Suma cuadrado total (SCTotal)

$$SCTotal = \sum X^2_{ij} - F_c$$

$$SCTotal = 660.24$$

Suma cuadrado tratamientos (SCT)

$$SCT = [\sum X^2_i / n] - F_c$$

$$SCT = 499.88$$

Suma de cuadrado error (SCE)

$$SCE = SCTotal - SCT$$

$$SCE = 160.37$$

- Cuadrados medios

Cuadrado medio de tratamientos (CMT)

$$CMT = SCT / glT$$

$$CMT = SCT / (t - 1)$$

$$CMT = 166.63$$

Cuadrado medio del error (CME)

$$CMT = SCE / glE$$

$$CMT = SCE / t(n - 1)$$

$$CME = 20.05$$

Tabla 25. *Análisis de varianza - resistencia a la flexión a los 28 días*

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	gl	Cuadrados medios	F _{calculado}	F _{tabulado} ($\alpha=0.05$)
Tratamientos	499.88	3.00	166.63	8.31	3.49
Error	160.37	8.00	20.05		
Total	660.24	11.00			

Fuente: Elaboración propia

$$CV = 6.61\%$$

Interpretación del análisis de varianza:

Según el análisis de varianza, el valor de F_{calculado}=8.31 y el valor de F_{tabulado}=3.49; con 3 grados de libertad de tratamiento y 8 grados de libertad de error, se observa que existe diferencia estadística significativa entre las medias de los tratamientos a un nivel de significancia $\alpha=0.05$, por lo que existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula e inferir que la adición de viruta de acero al concreto en las muestras es diferentes y significativas.

En conclusión, se afirma que la adición de viruta de hacer al 4%, 6% y 8%; influye en la resistencia a flexión del concreto.

Del mismo modo, según el coeficiente de variación obtenido, este indica que los datos son confiables y existió un buen manejo de las unidades experimentales dentro de cada tratamiento.

Prueba de hipótesis:

A continuación, se desarrolla la prueba de Duncan para determinar la diferencia de las medias de la resistencia a flexión del concreto con diferentes proporciones de viruta de cero y sin adición de la viruta. La prueba se realizó empleando el SPSS22

Tabla 26. Prueba de Duncan - Resistencia a los 28 días

Resistencia a la flexión				
Duncan ^a				
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
3,00	3	59,2100		
2,00	3	64,4767	64,4767	
,00	3		71,2100	71,2100
1,00	3			76,1767
Sig.		,188	,103	,211
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.				
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.				

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la prueba de hipótesis Duncan:

Según los resultados obtenidos de la prueba de hipótesis de Duncan, la cual se emplea cuando las medias de los tratamientos son diferentes, el T1 (tratamiento 1, con 4% de viruta de acero) y el T0 (tratamiento 0, que es el concreto convencional) presentan medias estadísticamente similares, del mismo modo se observa que el T0 y el T2 (tratamiento 2, con 6% de viruta de acero) son estadísticamente similares; y para finalizar se observa que el T2 y el T3 (tratamiento 3, con 8% de viruta de acero) también son estadísticamente similares.

Según lo señalado líneas arriba, se concluye que en efecto la resistencia a la flexión del concreto en vigas presenta una influencia significativamente debido a la adición de viruta de acero en las proporciones de 4%, 6% y 8%.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. Discusión de los resultados

5.1.1. Ensayo de resistencia a la flexión

5.1.1.1. Viruta de acero al 4% en la resistencia a la flexión

De acuerdo con la tabla 16, de resistencia a la flexión con 4% de viruta de acero para muestras curadas a los 14 días; la resistencia se incrementa esto debido a que se incrementa la ductilidad y resistencia a la fatiga en el concreto. Del mismo modo, se puede observar en la figura 28 que las vigas prismáticas de concreto con adición de viruta al 4% son mayores respecto al concreto convencional que no tienen adición de viruta de acero. Obteniéndose para la primera muestra de concreto convencional una resistencia de 65.78 kg/cm^2 frente a una muestra con viruta de acero al 4% con una resistencia de 67.42 kg/cm^2 teniendo un incremento de la resistencia correspondiente al 2.49% del concreto convencional. Para la segunda muestra, se tiene una resistencia de 66.38 kg/cm^2 con concreto convencional frente a una resistencia de 67.49 kg/cm^2 con adición de viruta de acero al 4% y con un incremento de resistencia de 1.67% del concreto convencional. Y finalmente para la tercera muestra, se tiene una resistencia de 66.38 kg/cm^2 con concreto convencional frente a una resistencia de 68.36 kg/cm^2 con adición de viruta de acero al 4% y con un incremento de resistencia de 2.98% del concreto convencional.

También es necesario mencionar los resultados de la tabla 17, de resistencia a la flexión con 4% de viruta de acero para muestras curadas a los 28 días; donde la resistencia también se incrementa debido al aumento de la ductilidad y resistencia a la fatiga en el concreto. Del mismo modo, se puede observar en la figura 29 que las vigas prismáticas de concreto con adición de viruta al 4% son mayores respecto al concreto convencional que no tienen adición de viruta de acero. Obteniéndose para la cuarta muestra de concreto convencional una resistencia de 67.81 kg/cm^2

frente a una muestra con viruta de acero al 4% con una resistencia de 68.02kg/cm^2 teniendo un incremento de la resistencia correspondiente al 0.31 % del concreto convencional, para la quinta muestra de concreto convencional una resistencia de 72.30kg/cm^2 frente a una muestra con viruta de acero al 4% con una resistencia de 81.48kg/cm^2 teniendo un incremento de la resistencia correspondiente al 12.70 % del concreto convencional. Para la sexta muestra, se tiene una resistencia de 73.52kg/cm^2 con concreto convencional frente a una resistencia de 79.03kg/cm^2 con adición de viruta de acero al 4% y con un incremento de resistencia de 7.49% del concreto convencional. Resultados de resistencia que son mayores debido al tiempo de curado que es de 28 días.

Según lo mencionado líneas arriba, la adición de viruta de acero al concreto incrementa la resistencia a la flexión. Resultado que es aceptable conforme a la bibliografía citada en los antecedentes, las cuales son; Sarta, H. N. Silva, J. L. (2017) en la tesis titulada “Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 4% y 6%” donde se llegó a la conclusión de que tras la adición de 4% de fibra de acero la resistencia se incrementa favorablemente a los 14 días, mientras que para la resistencia a los 28 días la resistencia se incrementa en un 42.26% demostrando que las fibras acero reaccionaron positivamente a las cargas vivas. En cuanto al segundo antecedente de Muñoz, A. G. y Pacheco, D. D. (2018) en la tesis titulada “Estudio para la optimización del diseño de un concreto auto – compactante reforzado con fibra de acero” donde llegó a la conclusión de que con la adición de 20kg de fibra de acero por m^3 de diseño de mezcla de concreto el cual representa el 3% de adición fibra de acero presentó una mejora de la resistencia de flexión de 7%. Y finalmente según el antecedente de Pacheco, (2016) en la tesis titulada “Resistencia a compresión axial del concreto con $f'c = 175\text{ kg/cm}^2$ incorporando diferentes porcentajes de viruta de acero ensayados a diferentes edades, UPN - 2016”, llegó a la conclusión de que tras las incorporación de viruta de acero los resultados de resistencia a la compresión a los 28 días se incrementan, es importante mencionar que esta investigación se tomó como base para considerar las proporciones de adición de viruta de acero y para obtener resistencias a la flexión de las edades de curado de 14 y 28 días.

Ante todo lo mencionado respecto al incremento de resistencia de flexión del concreto con adición de viruta acero, es una importante aplicación de dicho producto que es considerado como desperdicio; y según el ensayo de flexión que se realizó pues el concreto reforzado puede ser empleado en vigas estructurales como en las edificaciones; las cuales están sometidas a cargas muertas del propio edificio como a cargas vivas que aparte de ser la presencia de personas son las cargas de viento, sísmicas entre otras y además están sometidas a flexión razón por la cual esta investigación se hace importante ya que este concreto reforzado con virutas de acero se convierte en adecuado y tentativo para su aplicación y uso en el elemento estructural mencionado.

5.1.1.2. Viruta de acero al 6% en la resistencia a la flexión

Según la tabla 18 de resistencia a la flexión con 6% de viruta de acero a los 14 días de curado el concreto, la resistencia a la flexión reduce de manera considerable, siendo así que de acuerdo con la figura 30, para la primera muestra la resistencia del concreto convencional fue de 65.78kg/cm^2 y para el concreto con adición de viruta al 6% la resistencia fue de 60.67kg/cm^2 obteniéndose una reducción de la resistencia del 7.77% respecto al concreto convencional que no tiene adición de viruta, en tanto para la segunda muestra la resistencia a la flexión del concreto convencional fue de 66.38kg/cm^2 y para el concreto con adición de viruta de acero fue de 60.57kg/cm^2 con una reducción de la resistencia de 8.75%, y finalmente para la tercera muestra la resistencia del concreto convencional fue de 66.38kg/cm^2 y para el concreto con adición de viruta de acero al 6% fue de 60.37kg/cm^2 con una reducción de la resistencia del 9.05% respecto al concreto convencional. De acuerdo con los resultados mencionados es posible decir que esta proporción de adición de viruta de acero al 6% no incrementa la resistencia a la flexión de las vigas prismáticas ensayadas, ya que como toda investigación no siempre el incremento brinda mejores resultados y condiciones. Una de las causas de dicho resultado puede ser debido a la adición directa de la viruta de acero como un aditivo mejorador, el cual se pudo emplear como un reemplazo a uno de los agregados componentes del concreto reforzado.

Del mismo modo, es necesario mencionar los resultados de los ensayos de resistencia a la flexión a los 28 días con la adición mencionada de 6% de viruta de acero; según la figura 31 de resistencia a la flexión a los 28 días con 6% de viruta la resistencia a la flexión, para la muestra 4 la resistencia a la flexión para el concreto convencional fue de 67.81 kg/cm^2 y para el concreto con adición de viruta de acero al 6% la resistencia fue de 62 kg/cm^2 , en tanto la muestra 5 para el concreto convencional fue de 72.3 kg/cm^2 y para el concreto con adición de viruta la resistencia fue 67.61kg/cm^2 y para la muestra 6 la resistencia a la flexión para el concreto convencional fue 73.52 kg/cm^2 mientras que para el concreto con adición de viruta de acero al 6% fue 63.8 kg/cm^2 . Es importante mencionar que los resultados obtenidos de resistencia a la flexión para los 28 días de curado son correctos ya que como es de conocer que la resistencia a los 28 días es mayor que a los 14 días. Y según la figura la tabla 19 de resistencia a la flexión con adición de 6% de viruta para la muestra 4 la resistencia tuvo una reducción del 8.57%, para la muestra 5 la resistencia a la flexión se redujo en un 6.49% y para la muestra la 6 la reducción de la resistencia es de 13.19% respecto al concreto convencional o patrón de diseño.

De acuerdo con las líneas descritas líneas arriba, no es posible comparar y verificar los resultados con los antecedentes de revisión bibliográfica.

5.1.1.3. Viruta de acero al 8% en la resistencia a la flexión

De acuerdo con los resultados de la figura 32 de resistencia a la flexión a los 14 días con 8% de viruta de acero de curado la resistencia a la flexión también se reduce considerablemente es así que para la muestra 1 la resistencia a la flexión para el concreto convencional es de 65.78kg/cm^2 y para el concreto con adición de viruta de acero la resistencia fue 53.68kg/cm^2 y según la tabla 20 la resistencia a la flexión con adición de viruta al 8% se redujo en un 18.39% respecto a la resistencia del concreto patrón, para la muestra 2 la resistencia a la flexión para el concreto convencional fue de 66.38kg/cm^2 y para el concreto con adición de viruta de acero la resistencia fue 58.63kg/cm^2 y según la tabla 20 la resistencia a la flexión con adición de viruta al 8% se redujo en un 11.68% respecto a la resistencia del concreto convencional o patrón, y finalmente en cuanto a la muestra 3 la resistencia a la flexión para el concreto convencional fue de 66.38kg/cm^2 y para el concreto con adición de viruta de acero al 8% la resistencia fue de 60.57kg/cm^2 y de acuerdo con la tabla 20 la resistencia a la flexión con adición de viruta al 8% se redujo en un 8.75% respecto a la resistencia del concreto patrón o convencional.

No obstante, es necesario mencionar los resultados de los ensayos a las muestras de las vigas prismáticas ensayadas después de los 28 días de curado donde la resistencia a la flexión por conocimiento debe de ser mayor ya que el concreto se encontraba en agua y desarrollando las propiedades de resistencia es así que según la tabla 21 la resistencia a la flexión del concreto con adición de viruta de acero al 8% en la muestra 4 se obtuvo una reducción de la resistencia es de 18.05% respecto al concreto convencional o patrón, en la muestra 5 tuvo una reducción del 17.34% respecto a la muestra del concreto convencional que no tiene ninguna adición de viruta de acero y para la muestra 6 la reducción de resistencia a la flexión de la muestra del concreto con adición de viruta fue de 15.26% respecto a la resistencia del concreto patrón o convencional. Y según la figura 32; la resistencia a la flexión para el concreto convencional fue 67.81kg/cm^2 mientras que para el concreto con adición de viruta de acero la resistencia fue de 55.57kg/cm^2 , la muestra 5 presentó una resistencia a la flexión para el concreto convencional de 72.30kg/cm^2 y para el concreto con adición de viruta la resistencia fue de 59.76kg/cm^2 y finalmente para la muestra 6 la resistencia para el concreto convencional fue de 73.52kg/cm^2 mientras que para el concreto con adición de viruta al 8% la resistencia a la flexión fue de 62.30kg/cm^2 . De acuerdo con los resultados descritos de la resistencia a la flexión para las vigas realizadas con concreto convencional son correctos ya que como es de esperarse la resistencia del concreto se incrementa con el mayor tiempo de curado.

En concordancia con lo descrito en las líneas arriba, se observa que la adición de viruta de acero al 8% no incrementa en la resistencia a la flexión de las vigas prismáticas de concreto ensayadas,

y pues no siempre se logrará el incremento de resistencia y/o desempeño con el aumento de proporción de un material nuevo que en este caso es la viruta de acero que en sí tiene propiedades de mejora en cuanto a la flexión que es lo que difícilmente se desarrolla en otras investigaciones. Además de ello, es necesario mencionar que estos resultados pueden ser corroborados con los antecedentes de la investigación considerados en la revisión bibliográfica.

Respecto a los resultados obtenidos en la prueba de hipótesis, los cuales son convincentes y significativos para la presente investigación. De acuerdo con el diseño completamente al azar realizado y del cual se obtuvo el análisis de varianza para los cuatro tratamientos (T0, tratamiento control correspondiente al concreto convencional; T1, tratamiento uno correspondiente al concreto con adición de viruta de acero al 4%; T2, tratamiento dos correspondiente al concreto con adición de viruta de acero al 6% y T3, tratamiento 3 correspondiente al concreto con adición de viruta de acero al 8%) donde según la tabla 23 se obtuvo que las medias de los tratamientos de las muestras son estadísticamente diferentes y que la adición de viruta de acero al 4%, 5% y 6% en el concreto influye significativamente en la resistencia a la flexión y de acuerdo con el coeficiente de varianza el cual al ser un valor menor de 2.86% y 6.61% hace que los datos de los ensayos realizados sean confiables además de demostrar que se tuvo un buen manejo de las unidades experimentales dentro de cada tratamiento; esto respecto a las muestras ensayadas a los 14 y 28 días de curado respectivamente. Del mismo modo, es importante mencionar los resultados de la prueba de Duncan que se realizó para determinar la diferencia de las medias, según la tabla 24 de Prueba de Duncan – Resistencia a la flexión a los 14 días, donde se obtuvo que las medias de los tratamientos T0 y T1 son similares esto debido a que en esta parte se obtuvieron las mayores resistencias a la flexión tanto para el concreto convencional como para el concreto con adición de viruta de acero al 4% mientras que del mismo modo los tratamientos T2 y T3 son estadísticamente similares pero diferentes a los tratamiento T0 y T1; donde queda demostrado que el concreto con adición de viruta al 4% presenta la mayor resistencia y un mejor desempeño frente a las cargas vivas que puede experimentar una viga estructural el cual es un elemento estructural de importante desempeño en las edificaciones. De igual forma, según la tabla 26 de Prueba de Duncan – Resistencia a la flexión a los 28 días, donde se obtuvo que las medias de los tratamientos T1 y T0, también los tratamientos T1 y T2, así como también los tratamientos T2 y T3 son estadísticamente similares debido a que la resistencia del concreto se incrementa con un tiempo mayor de curado y con más razón si este tiene adición de viruta de acero al 4% que mejora la ductilidad y la resistencia a la fatiga; mientras que los tratamientos T3 y T4 son estadísticamente similares e incluso la resistencia obtenida en estos tratamientos son menores al concreto convencional y donde nuevamente queda demostrado estadísticamente que la adición de viruta de acero al 4% presenta un mejor comportamiento sometido a cargas de flexión. Además de

quedar demostrado que la resistencia a la flexión del concreto en vigas presenta una influencia significativamente debido a la adición de viruta de acero en las proporciones de 4%, 6% y 8%, de acuerdo con (ORELLANA, 2013).

CONCLUSIONES

- Se analizó la influencia del 4% de viruta de acero en la resistencia a flexión en vigas de concreto. Según los resultados obtenidos de los ensayos realizados para la resistencia a la flexión con una adición de viruta de acero del 4%, la resistencia se incrementa en promedio al 2.38% y 6.83% respecto al concreto convencional y se concluye que la adición de la viruta de acero con la proporción mencionada influye significativamente en la resistencia a la flexión en vigas de concreto tanto para los ensayos a los 14 y 28 días de curado respectivamente. Además de que estadísticamente se determinó la adición de viruta de acero influye significativamente en la resistencia a la flexión de las vigas de concreto ensayadas.
- Se identificó los efectos que presenta la adición del 6% de viruta de acero en la resistencia a flexión en vigas de concreto. La resistencia a la flexión de las vigas de concreto con adición de viruta de acero al 6% influye significativamente ya que la adición de una proporción ligeramente mayor no garantiza un mejor desempeño en cuanto a la resistencia a la flexión del concreto, esto debido a que la resistencia obtenida con esta proporción de adición ocasionó la reducción de la resistencia a la flexión de las vigas de concreto ensayadas.
- Se explicó cómo afecta la adición del 8% de viruta de acero en la resistencia a flexión en vigas de concreto. En cuanto a la resistencia a la flexión para las vigas de concreto con adición de acero al 8% este influye significativamente ya que la resistencia obtenida fue menor de manera considerable tanto para las muestras ensayadas a los 14 y 28 días de curado, lo que indica que la adición de una proporción mayor de viruta de acero no mejora la resistencia ante cargas vivas y la resistencia a la fatiga.
- Se determinó la influencia de la adición de viruta de acero en la resistencia a flexión en vigas de concreto. Se menciona que la adición de viruta de acero en las proporciones de 4%, 6% y 8% influye significativamente en la resistencia a la flexión de vigas de concreto, esto debido a que según los resultados y la prueba de hipótesis realizada la adición del 4% de viruta de acero al diseño de mezcla del concreto incrementó la resistencia de manera considerable tanto a los 14 días y 28 días de curado, el cual puede ser usado en los elementos estructurales horizontales como las vigas que generalmente están sometidas a cargas de flexión de las edificaciones; mientras que para las adiciones de viruta de acero

al 6% y 8% la resistencia a la flexión se reduce considerablemente respecto al concreto convencional, demostrando que no siempre la adición de proporciones mayores de viruta de acero mejora la resistencia a la flexión.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda la adición de viruta de acero al 4% en el concreto ya que la resistencia a la flexión obtenida en las vigas ensayadas fueron las más altas respecto al concreto convencional, así como también se sugiere su aplicación en las vigas estructurales de las edificaciones donde son comunes, donde los ensayos se pueden realizar con una edificación a escala.
- Es recomendable que la adición de viruta de acero se realice como alternativa al reemplazo de los agregados en determinadas proporciones, ya que los agregados son componentes importantes del diseño de mezcla del concreto e incluso para la adherencia con el cemento y el agua y de esta forma obtener resultados adecuados de resistencia a la flexión con la adición de viruta al 6%.
- Para obtener resultados más acordes de resistencia a la flexión con diferentes adiciones de viruta de acero, se recomienda proporcionar en menores cantidades la viruta ya que afecta la propiedad de la resistencia a flexión en grandes cantidades; las cuales pueden ser del 1%, 2%, 3% y 4% respecto al peso total del concreto por m³ que se determina mediante el diseño de mezcla y también como parte del reemplazo de agregados.
- En general, se recomienda realizar los ensayos respectivos, del concreto con adición de viruta de acero en estado fresco, para determinar de forma más amplia el comportamiento de las virutas de acero en el concreto, del mismo modo también se recomienda realizar ensayos de concreto endurecido como la resistencia a la compresión el cual permitirá determinar la relación con la resistencia a la flexión del concreto

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABANTO. 1997.** *Componentes del concreto.* 1997.
- ARQUESTIL. 2013.** *Patologías y Rehabilitación: Fisuración por retracción plástica del hormigón.* 2013.
- Asefa seguros . 2011.** *Daños por retracción del hormigón .* Madrid, España : s.n., 2011.
- BERNAL. 2010.** *Metodología de la investigación; administración, economía, humanidades y ciencias sociales.* Colombia : s.n., 2010.
- CARRASCO. 2005.** *Metodología de la investigación .* Lima, Perú : San Marcos, 2005.
- DE LA CRUZ, R y QUISPE, R. 2014.** *Influencia e la adición de fibras de acero en el cocrreto empleado pavimentos en la construcción de pistas en la provincia de Huamanga Ayacucho.* Huamanga, Ayacucho : s.n., 2014.
- Fisuras por retracción del hormigón.* **CEDEÑO, J, CUELLAR, P y CARVAJAL, O. 2009.** Guayaquil, Ecuador : Escuela Superior Politécnica del Litoral , 2009.
- GUTIERREZ, C.** *Evaluación del comportamiento del concreto al que se ha reemplazado el agregado fino por viruta de acero.*
- GUZMÁN, G. 2015.** *Estudio técnico experimental de una placa de hormigón reforzada con fibra de acero apoyada en el suelo aplicado en obras portuarias.* 2015.
- HERNÁNDEZ, R, FERNÁNDEZ, C y BAPTISTA, P. 2014.** *Metodología de la investigación .* México : McGraw-Hill, 2014.
- INACAL . 2002.** *Norma Técnica Peruana.* 2002.
- INACAL. 2012.** Norma Técnica Peruana. *NTP 339.078 Método de ensayo para determinar la resistencia a flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.* Lima, Perú : s.n., 2012.
- . **2015.** Norma Técnica Peruana. *NTP 339.034 Ensayo de resistencia a la compresión.* Lima, Perú : s.n., 2015.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. 2006.** *Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE.* Lima, Perú : s.n., 2006.
- . **2009.** Norma E.060 Concreto armado. *Norma Técnica de Edificaciones - NTE.* Lima, Perú : s.n., 2009.
- MUÑOZ, G y PACHECO, D. 2018.** *Estudio de optimización del diseño de un concreto autocompactante reforzado con fibra de acero.* 2018.
- MUÑOZ, S. 2008.** *Metodología de la investigación.* Lima, Perú : UAP, 2008.

- NEVILLE, M. 1995.** *Properties of Concrete*. Londres, Inglaterra : Longman Group, 1995.
- ORELLANA, E. 2013.** *Diseño de experimentos aplicados en ciencias forestales y ambientales*. Huancayo, Perú : Industri Gráfica MARSANTS, 2013. 978-612-00-1143-0.
- PACHECO. 2016.** *Resistencia a compresión axial del concreto $f_c=175\text{kg/cm}^2$ incorporando diferentes porcentajes de virutas de acero a diferentes edades, UPN - 2016*. Lima, Perú : Universidad Privada del Norte, 2016.
- PASQUEL, E. 1998.** *Tópicos de tecnología del concreto en el Perú*. Lima, Perú : Colegio de Ingenieros del Perú, 1998.
- REYES, J. 2010.** *Análisis de la resistencia a la compresión del concreto con la incorporación limalla fina en un 3%, 4% y 5% respecto al peso de la mezcla*. Bucaramanga : s.n., 2010.
- RIVA, E. 2007.** *Diseño de mezclas*. Lim, Perú : Williams, 2007.
- RIVERA, G. 2013.** *Tecnología del concreto y mortero*. 2013.
- SÁNCHEZ, L, y otros. 2015.** *Estudio experimental del comportamiento a compresión de hormigones auto - compactantes eforzados con fibra de acero*. 2015.
- SARTA, N y SILVA, L. 2017.** *Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 4% y 6%*. 2017.
- SOTIL, J y ZEGARRA, E. 2015.** *Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo con fibras de acero Winrad FF3 y concreto reforzado con fibras de acero Winrad FF4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido*. 2015.
- VALENCIA, P y QUINTANA, C. 2016.** *ANALISIS COMPARATIVO ENTRE EL CONCRETO SIMPLE Y EL CONCRETO CON ADICION DE FIBRA DE ACERO AL 12% Y 14%*. 2016.
- VALERO, J. 2014.** *Influencia de las fibras de polipropileno en la fisuración asociadas a la retracción plástica en pavimentos de concreto, Huancayo 2014*. Huancayo, Junín, Perú : Universidad Nacional del centro del Perú, 2014.
- VÁSQUEZ, V. 2016.** *Comparación de la resistencia a la compresión del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ patrón y concreto con adición de agua en diferentes porcentajes*. 2016.





ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
<p>Problema general: ¿De qué manera influye la adición de viruta de acero en la resistencia a la flexión en vigas de concreto?</p>	<p>Objetivo general: Determinar la influencia de la adición de viruta de acero en la resistencia a flexión en vigas de concreto</p>	<p>Antecedente nacional: Muñoz, A. G. y Pacheco, D. D., (2018) En la tesis de pregrado, “Estudio para la optimización del diseño de un concreto auto - compactante reforzado con fibra de acero”. Tuvo como objetivo determinar el diseño de mezcla óptimo para su concreto con fibra de acero de resistencia moderada. Aplicó la metodología ACI, obtuvo como resultado que el diseño con 60kg de adición presentó un mejor desempeño. Llegó a la conclusión de que la adición de 20kg/m3 incrementa la resistencia a la compresión, tracción y flexión.</p> <p>Antecedente internacional: Sarta, H. N. y Silva, J. L., (2017) en la tesis de pregrado, “Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 4% y al 6%”. Tuvo como objetivo realizar un análisis comparativo del hormigón convencional y el hormigón reforzado. Realizaron ensayos de resistencia a la flexión, compresión y tensión, donde como resultado se dio que con 28 fibras de acero; en la resistencia a la compresión se obtuvo un aumento de su resistencia en 17,54% a la edad de 28 días; Llegó a la conclusión que en todos los casos ensayados se evidenció un aumento en la resistencia del concreto.</p>	<p>Hipótesis general: La adición de viruta de acero influye significativamente en la resistencia a la flexión en vigas de concreto</p>	<p>Variable independiente: Viruta de acero <u>Dimensiones:</u> Adición de viruta de acero</p>	<p>Método: Científico Tipo: Aplicado Nivel: Experimental y transversal Diseño: Experimental</p>
<p>Problemas específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo influye la adición del 4% de viruta de acero en la resistencia a flexión en vigas de concreto? • ¿Qué efectos presenta adición del 6% de viruta de acero en la resistencia a flexión en vigas de concreto? • ¿De qué manera afecta la adición del 8% de viruta de acero en la resistencia a flexión en vigas de concreto? 	<p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analizar la influencia de la adición del 4% de viruta de acero en la resistencia a la flexión en vigas de concreto. • Identificar la influencia de la adición del 6% de viruta de acero en la resistencia a la flexión en vigas de concreto. • Explicar la influencia de la adición del 8% de viruta de acero en la resistencia a la flexión en vigas de concreto. 	<p>Marco teórico referencial:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fibras • Concreto • Agregados • Resistencia a la flexión • Vigas estructurales 	<p>Hipótesis específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La adición de viruta de acero al 4% influye de manera positiva en la resistencia a la flexión en vigas de concreto. • La adición de viruta de acero al 6% genera efectos positivos en la resistencia a la flexión en vigas de concreto. • La adición de viruta de acero al 8% influye de manera positiva en la resistencia a la flexión en vigas de concreto. 	<p>Variable dependiente: Resistencia a la flexión en vigas de concreto <u>Dimensiones:</u> Concreto con resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$</p>	<p>Población y muestra: Población: La población está delimitada por las muestras de diseño de mezcla con diferentes resistencias. Muestra: estratificada, conformada por 24 vigas de concreto con resistencia 210 kg/cm^2</p> <p>Técnicas e instrumentos: La técnica de recopilación de información es documental y la de recopilación de datos es por medio de fichas técnicas. Técnicas de procesamiento de datos: Medidas de tendencia central, MS-Excel 2013, SPSS 22.</p>



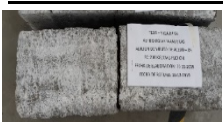

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Ficha de registro: Resistencia a la flexión a los 14 días – muestra 1

MUESTRA		CONVENCIONAL	VIRUTA			
			4%	6%	8%	
1	Tipo de muestra	Viga	Viga	Viga	Viga	Viga
	Velocidad	002.50 mm/min	002.50 mm/min	002.50 mm/min	002.50 mm/min	002.50 mm/min
	Límite superior	99.90%	99.90%	99.90%	99.90%	99.90%
	Límite inferior	'01.00%	'01.00%	'01.00%	'01.00%	'01.00%
	Distancia de rodillos	500.0 mm	500.0 mm	500.0 mm	500.0 mm	500.0 mm
	Ancho	150.0 mm	150.0 mm	150.0 mm	150.0 mm	150.0 mm
	Espesor	150.0 mm	150.0 mm	150.0 mm	150.0 mm	150.0 mm
	Peso					
	Carga de Rotura	29.03 KN	29.754 KN	26.792 KN	23.688 KN	
	Modulo de Rotura	65.78 kg/cm2	67.42 kg/cm2	60.67 kg/cm2	53.68 kg/cm2	
IMAGEN						

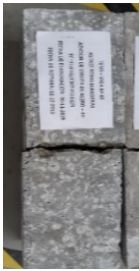


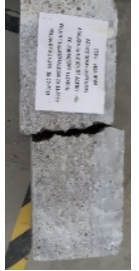
Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Ficha de registro: Resistencia a la flexión a los 14 días – muestra 2

MUESTRA		CONVENCIONAL	VIRUTA			
			4%	6%	8%	
2	Tipo de muestra	Viga	Viga	Viga	Viga	Viga
	Velocidad	002.50 mm/min	002.50 mm/min	002.50 mm/min	002.50 mm/min	002.50 mm/min
	Límite superior	99.90%	99.90%	99.90%	99.90%	99.90%
	Límite inferior	'01.00%	'01.00%	'01.00%	'01.00%	'01.00%
	Distancia de rodillos	500.0 mm	500.0 mm	500.0 mm	500.0 mm	500.0 mm
	Ancho	150.0 mm	150.0 mm	150.0 mm	150.0 mm	150.0 mm
	Espesor	150.0 mm	150.0 mm	150.0 mm	150.0 mm	150.0 mm
	Peso					
	Carga de Rotura	29.305 KN	29.785 KN	26.744 KN	25.867 KN	
	Modulo de Rotura	66.38 kg/cm2	67.49 kg/cm2	60.57 kg/cm2	58.63 kg/cm2	
IMAGEN						



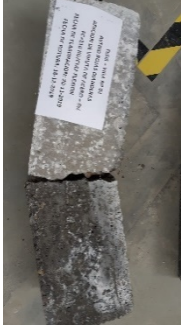

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4: Ficha de registro: Resistencia a la flexión a los 14 días – muestra 3

MUESTRA		CONVENCIONAL	VIRUTA		
			4%	6%	8%
3	Tipo de muestra	Viga	Viga	Viga	Viga
	Velocidad	002.50 mm/min	002.50 mm/min	002.50 mm/min	002.50 mm/min
	Límite superior	99.90%	99.90%	99.90%	99.90%
	Límite inferior	01.00%	01.00%	01.00%	01.00%
	Distancia de rodillos	500.0 mm	500.0 mm	500.0 mm	500.0 mm
	Ancho	150.0 mm	150.0 mm	150.0 mm	150.0 mm
	Espesor	150.0 mm	150.0 mm	150.0 mm	150.0 mm
	Peso				
	Carga de Rotura	29.296 KN	30.169 KN	26.642 KN	26.736 KN
	Módulo de Rotura	66.38	68.36	60.37	60.57
IMAGEN					

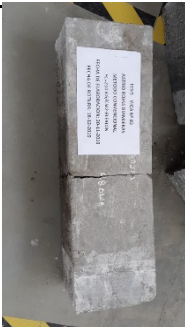
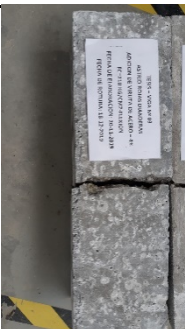
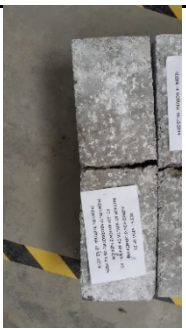
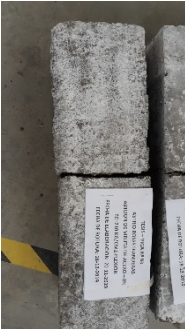
Fuente: Elaboración propia

Anexo 5: Ficha de registro: Resistencia a la flexión a los 28 días – muestra 4

MUESTRA		CONVENCIONAL	VIRUTA						
			4%		6%		8%		
4	Tipo de muestra	Viga		Viga		Viga		Viga	
	Velocidad	002.50 mm/s		002.50 mm/s		002.50 mm/s		002.50 mm/s	
	Límite superior	99.90%		99.90%		99.90%		99.90%	
	Límite inferior	0.00%		0.00%		0.00%		0.00%	
	Distancia de rodillos	500.0 mm		500.0 mm		500.0 mm		500.0 mm	
	Ancho	150.0 mm		150.0 mm		150.0 mm		150.0 mm	
	Espesor	150.0 mm		150.0 mm		150.0 mm		150.0 mm	
	Peso								
	Carga de Rotura	29.919	KN	29.997	KN	27.342	KN	24.544	KN
	Modulo de Rotura	67.81	kg/cm2	68.02	kg/cm2	62	kg/cm2	55.57	kg/cm2
IMAGEN									

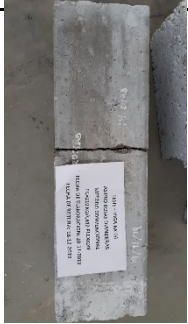
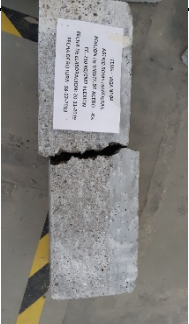


Fuente: Elaboración propia

Anexo 6: Ficha de registro: Resistencia a la flexión a los 28 días – muestra 5

MUESTRA		CONVENCIONAL	VIRUTA			
			4%	6%	8%	
5	Tipo de muestra	Viga	Viga	Viga	Viga	
	Velocidad	002.50 mm/s	002.50 mm/s	002.50 mm/s	002.50 mm/s	
	Límite superior	99.90%	99.90%	99.90%	99.90%	
	Límite inferior	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
	Distancia de rodillos	500.0 mm	500.0 mm	500.0 mm	500.0 mm	
	Ancho	150.0 mm	150.0 mm	150.0 mm	150.0 mm	
	Espesor	150.0 mm	150.0 mm	150.0 mm	150.0 mm	
	Peso					
	Carga de Rotura	31.895 KN	35.953 KN	29.831 KN	26.376 KN	
	Modulo de Rotura	72.30 kg/cm2	81.48 kg/cm2	67.61 kg/cm2	59.76 kg/cm2	
	IMAGEN					

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7: Ficha de registro: Resistencia a la flexión a los 28 días – muestra 6

MUESTRA		CONVENCIONAL	VIRUTA			
			4%	6%	8%	
6	Tipo de muestra	Viga	Viga	Viga	Viga	Viga
	Velocidad	002.50 mm/s	002.50 mm/s	002.50 mm/s	002.50 mm/s	002.50 mm/s
	Límite superior	99.90%	99.90%	99.90%	99.90%	99.90%
	Límite inferior	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Distancia de rodillos	500.0 mm	500.0 mm	500.0 mm	500.0 mm	500.0 mm
	Ancho	150.0 mm	150.0 mm	150.0 mm	150.0 mm	150.0 mm
	Espesor	150.0 mm	150.0 mm	150.0 mm	150.0 mm	150.0 mm
	Peso					
	Carga de Rotura	32.478 KN	34.875 KN	27.935 KN	27.513 KN	
	Modulo de Rotura	73.52 kg/cm2	79.03 kg/cm2	63.82 kg/cm2	62.30 kg/cm2	
IMAGEN						

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 14 días – muestra 1 con adición de virutas de acero al 4%

**Informe de Ensayo de flexión a 3 puntos
Universidad Peruana Los Andes**

Fondos de escala de los canales analógicos:

Fuerza: 98.066 kN Posición: 400.000 mm

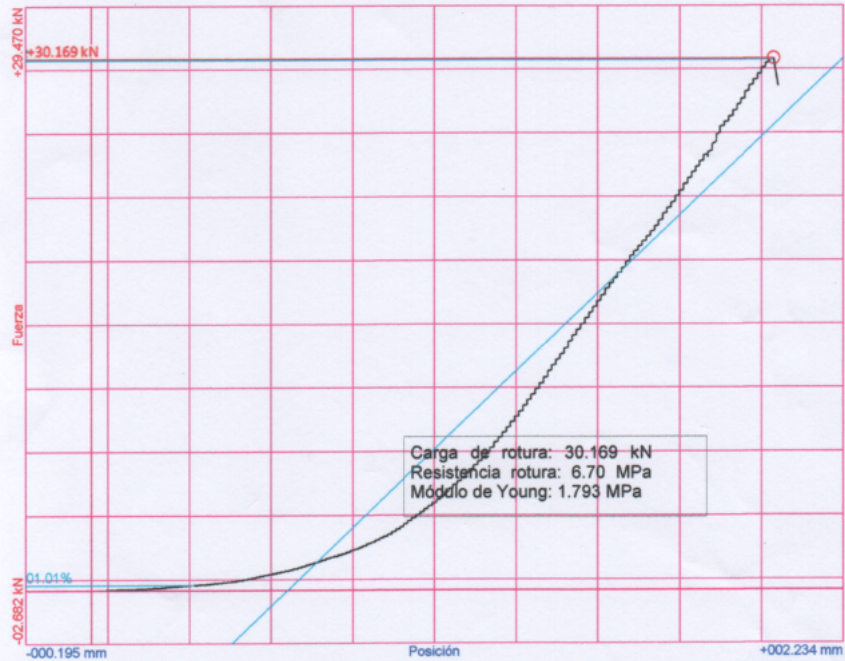
Referencias:

Fecha: 04/12/2019
Probeta: VIG. M 4% 14-03

Parámetros:

Velocidad: 002.50 mm/min
Límite superior: 99.99 %
Límite inferior: 01.00 %
Distancia rodillos: 500.0 mm
Ancho: 150.0 mm
Espesor: 150.0 mm

Nombre de archivo: VIG. M 4% 14-03



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
Ing. Christian Mallupoma Reyes
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE
ESTRUCTURAS E HIDRAULICA

Anexo 9: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 14 días – muestra 1 con adición de virutas de acero al 6%

**Informe de Ensayo de flexión a 3 puntos
Universidad Peruana Los Andes**

Fondos de escala de los canales analógicos:

Fuerza: 98.066 kN Posición: 400.000 mm

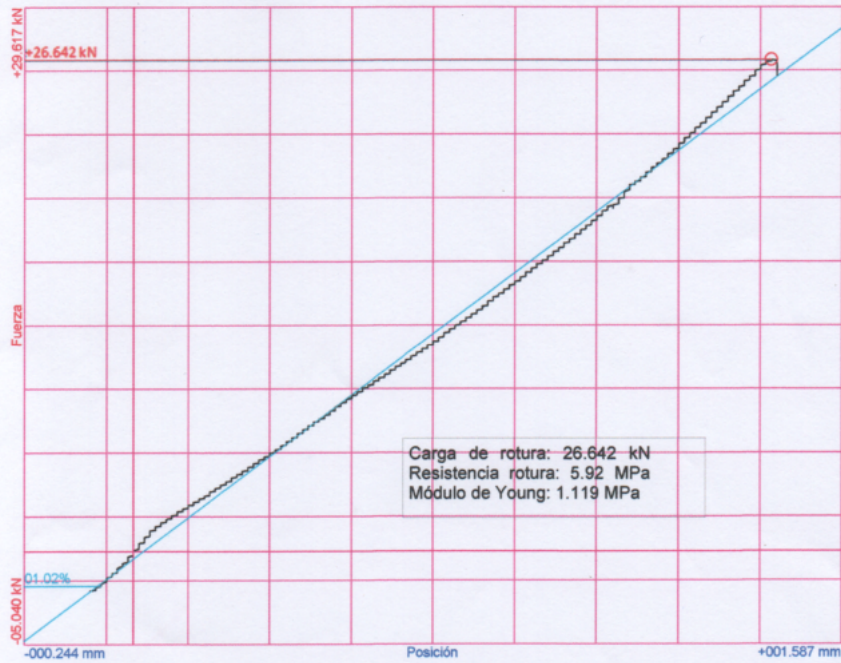
Referencias:

Fecha: 04/12/2019
Probeta: VIG. M 6% 14-03

Parámetros:

Velocidad: 002.50 mm/min
Límite superior: 99.99 %
Límite inferior: 01.00 %
Distancia rodillos: 500.0 mm
Ancho: 150.0 mm
Espesor: 150.0 mm

Nombre de archivo: VIG. M 6% 14-03



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
Ing. Christian Mallupoma Reyes
LABORATORIO DE
ESTRUCTURAS E HIDRAULICA

Anexo 10: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 14 días – muestra 1 con adición de virutas de acero al 8%

**Informe de Ensayo de flexión a 3 puntos
Universidad Peruana Los Andes**

Fondos de escala de los canales analógicos:

Fuerza: 98.066 kN Posición: 400.000 mm

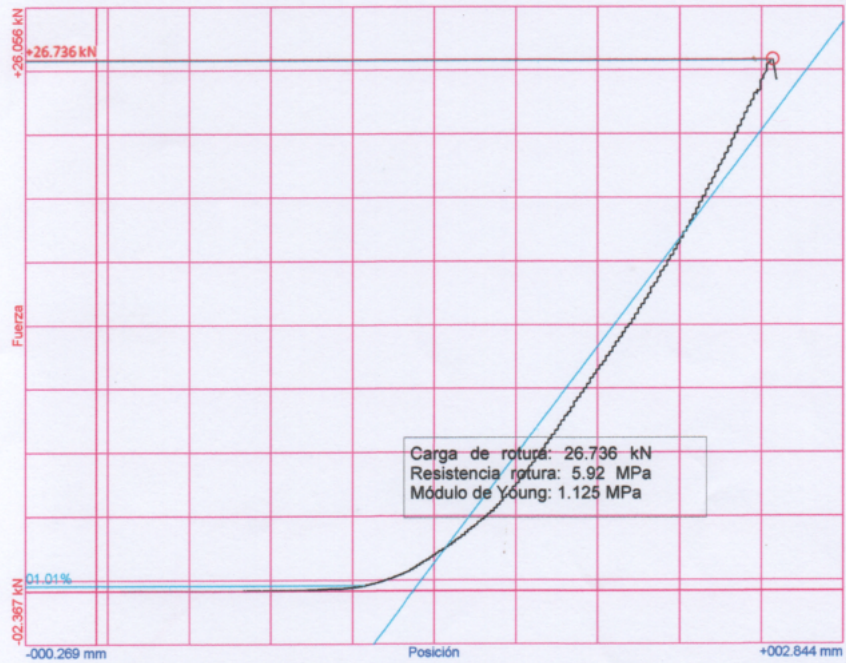
Referencias:

Fecha: 04/12/2019
Probeta: VIG. M 8% 14-03

Parámetros:

Velocidad: 002.50 mm/min
Límite superior: 99.99 %
Límite inferior: 01.00 %
Distancia rodillos: 500.0 mm
Ancho: 150.0 mm
Espesor: 150.0 mm

Nombre de archivo: VIG. M 8% 14-03



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
Ing. Christian Mollapoma Reyes
LABORATORIO DE ESTRUCTURAS E HIDRAULICA

Anexo 11: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 14 días – muestra 1 convencional

Informe de Ensayo de flexión a 3 puntos Universidad Peruana Los Andes

Fondos de escala de los canales analógicos:

Fuerza: 98.066 kN Posición: 400.000 mm

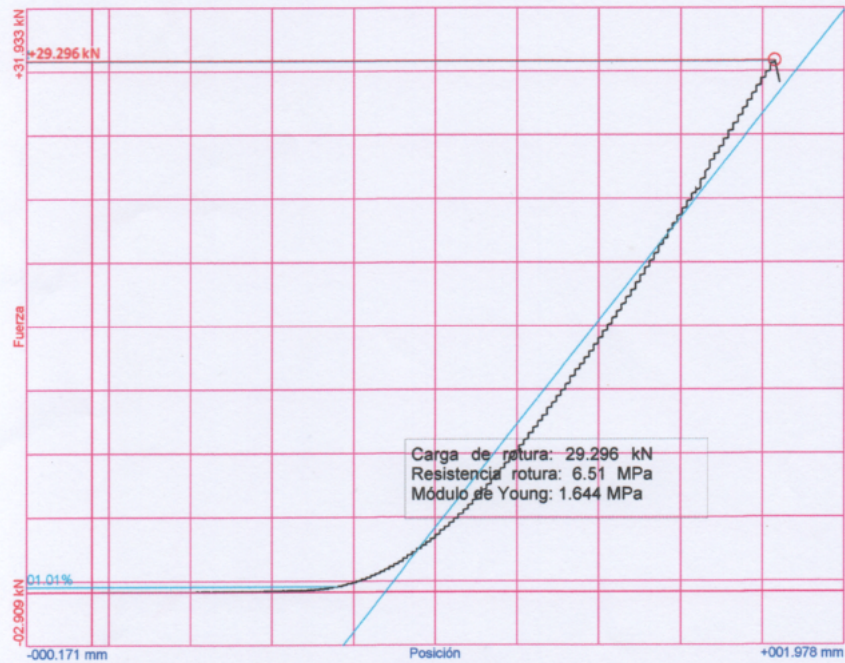
Referencias:

Fecha: 04/12/2019
Probeta: VIG. CONV. 14-03

Parámetros:

Velocidad: 002.50 mm/min
Limite superior: 99.99 %
Limite inferior: 01.00 %
Distancia rodillos: 500.0 mm
Ancho: 150.0 mm
Espesor: 150.0 mm

Nombre de archivo: VIG. CONV. 14-03



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
Christian Mallupoma Reyes
Ing. Christian Mallupoma Reyes
RESPONSABLE DE LABORATORIO DE
ESTRUCTURAS E HIDRAULICA

Anexo 12: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 14 días – muestra 2 con adición de virutas de acero al 4%

**Informe de Ensayo de flexión a 3 puntos
Universidad Peruana Los Andes**

Fondos de escala de los canales analógicos:

Fuerza: 98.066 kN Posición: 400.000 mm

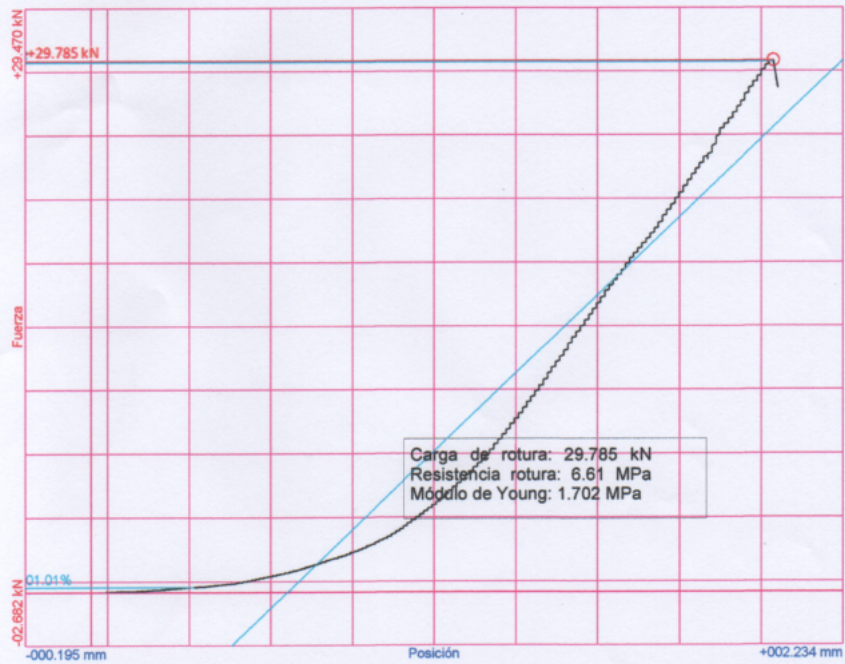
Referencias:

Fecha: 04/12/2019
Probeta: VIG. M 4% 14-02

Parámetros:

Velocidad: 002.50 mm/min
Límite superior: 99.99 %
Límite inferior: 01.00 %
Distancia rodillos: 500.0 mm
Ancho: 150.0 mm
Espesor: 150.0 mm

Nombre de archivo: VIG. M 4% 14-02



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
[Firma]
Ing. Christian Matallana Reyes
RESPONSABLE DE LABORATORIO DE
ESTRUCTURAS E HIDRAULICA

Anexo 13: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 14 días – muestra 2 con adición de virutas de acero al 6%

**Informe de Ensayo de flexión a 3 puntos
Universidad Peruana Los Andes**

Fondos de escala de los canales analógicos:

Fuerza: 98.066 kN Posición: 400.000 mm

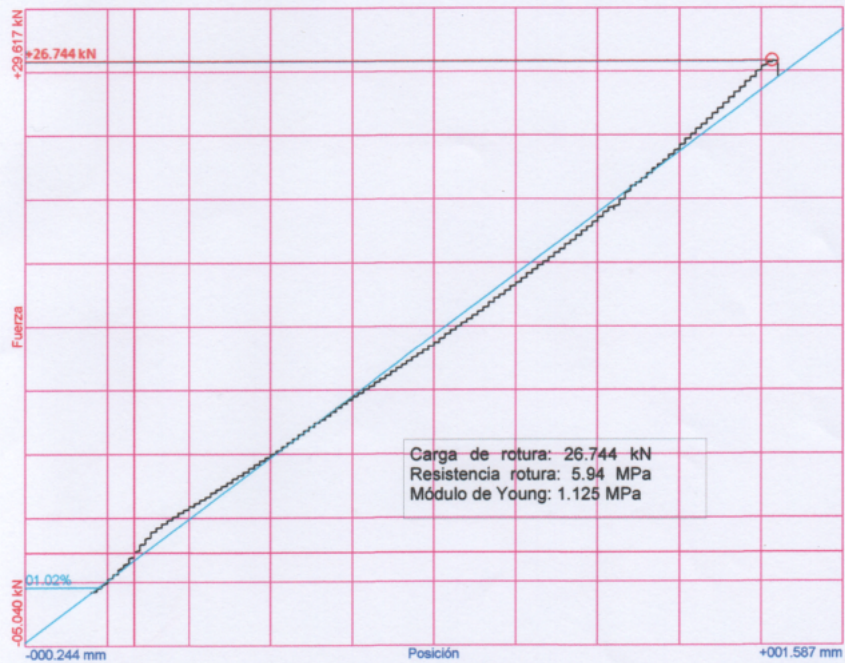
Referencias:

Fecha: 04/12/2019
Probeta: VIG. M 6% 14-02

Parámetros:

Velocidad: 002.50 mm/min
Límite superior: 99.99 %
Límite inferior: 01.00 %
Distancia rodillos: 500.0 mm
Ancho: 150.0 mm
Espesor: 150.0 mm

Nombre de archivo: VIG. M 6% 14-02



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
Christian Mallapoma Reyes
RESPONSABLE DE LABORATORIO DE
ESTRUCTURAS E HIDRAULICA

Anexo 14: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 14 días – muestra 2 con adición de virutas de acero al 8%

**Informe de Ensayo de flexión a 3 puntos
Universidad Peruana Los Andes**

Fondos de escala de los canales analógicos:

Fuerza: 98.066 kN Posición: 400.000 mm

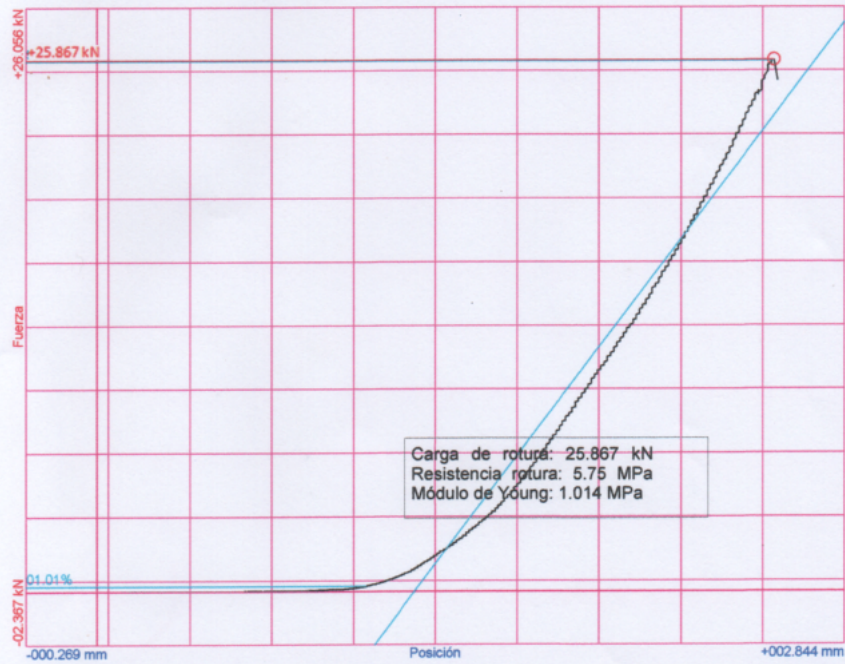
Referencias:

Fecha: 04/12/2019
Probeta: VIG. M 8% 14-02

Parámetros:

Velocidad: 002.50 mm/min
Límite superior: 99.99 %
Límite inferior: 01.00 %
Distancia rodillos: 500.0 mm
Ancho: 150.0 mm
Espesor: 150.0 mm

Nombre de archivo: VIG. M 8% 14-02



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
Christian Mallapoma Reyes
Ing. Christian Mallapoma Reyes
RESPONSABLE DE LABORATORIO DE
ESTRUCTURAS E HIDRAULICA

Anexo 15: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 14 días – muestra 2 convencional

Informe de Ensayo de flexión a 3 puntos Universidad Peruana Los Andes

Fondos de escala de los canales analógicos:

Fuerza: 98.066 kN Posición: 400.000 mm

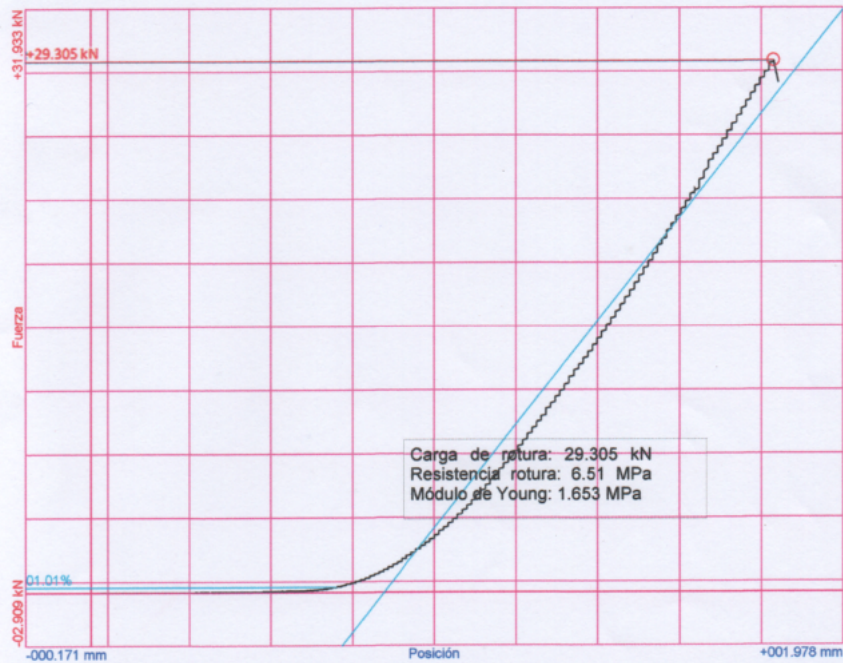
Referencias:

Fecha: 04/12/2019
Probeta: VIG. CONV. 14-02

Parámetros:

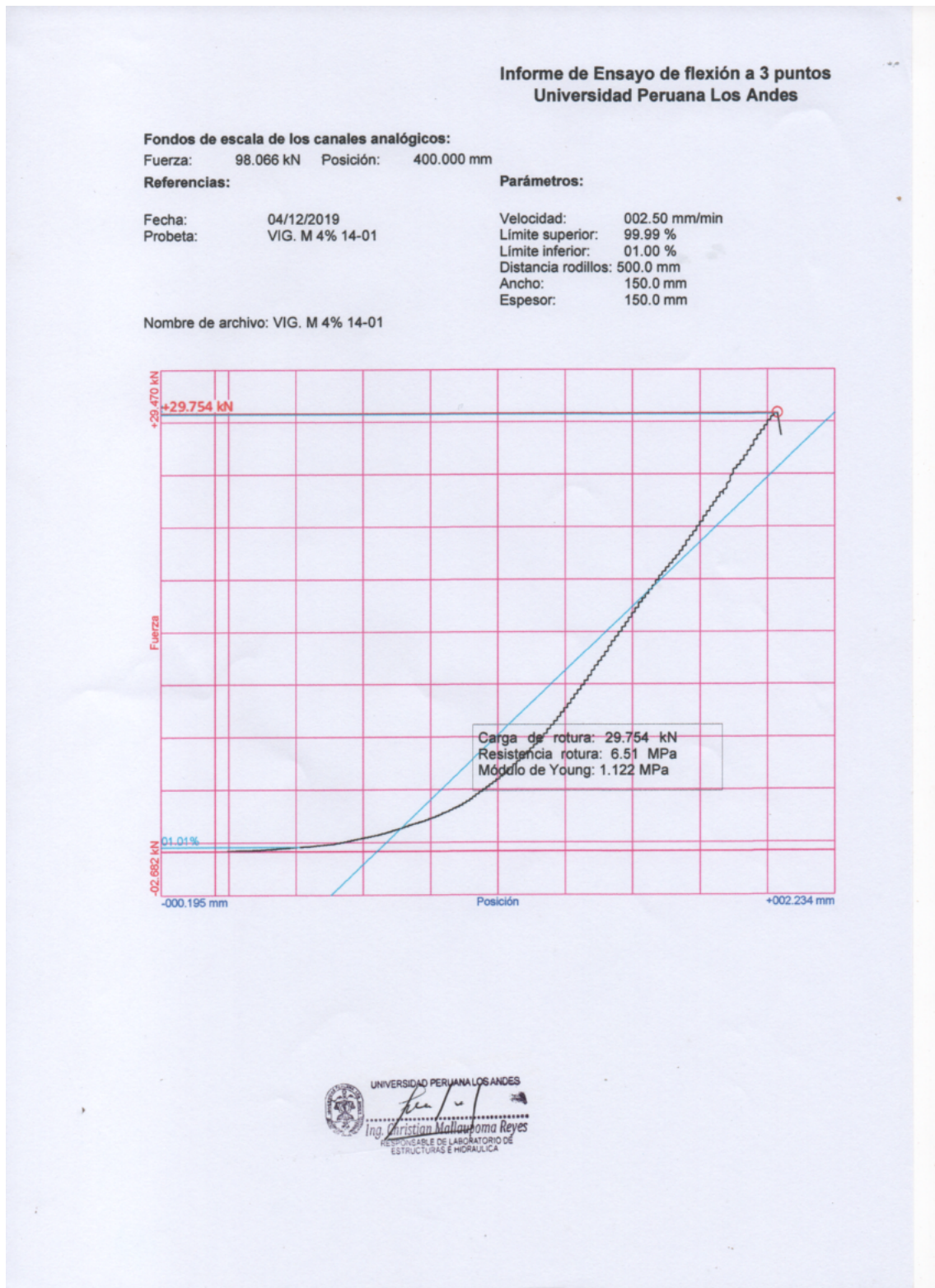
Velocidad: 002.50 mm/min
Límite superior: 99.99 %
Límite inferior: 01.00 %
Distancia rodillos: 500.0 mm
Ancho: 150.0 mm
Espesor: 150.0 mm

Nombre de archivo: VIG. CONV. 14-02



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
Ing. Christian Matzapoma Reyes
RESPONSABLE DE LABORATORIO DE
ESTRUCTURAS E HIDRAULICA

Anexo 16: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 14 días – muestra 3 con adición de virutas de acero al 4%



Anexo 17: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 14 días – muestra 3 con adición de virutas de acero al 6%

**Informe de Ensayo de flexión a 3 puntos
Universidad Peruana Los Andes**

Fondos de escala de los canales analógicos:

Fuerza: 98.066 kN Posición: 400.000 mm

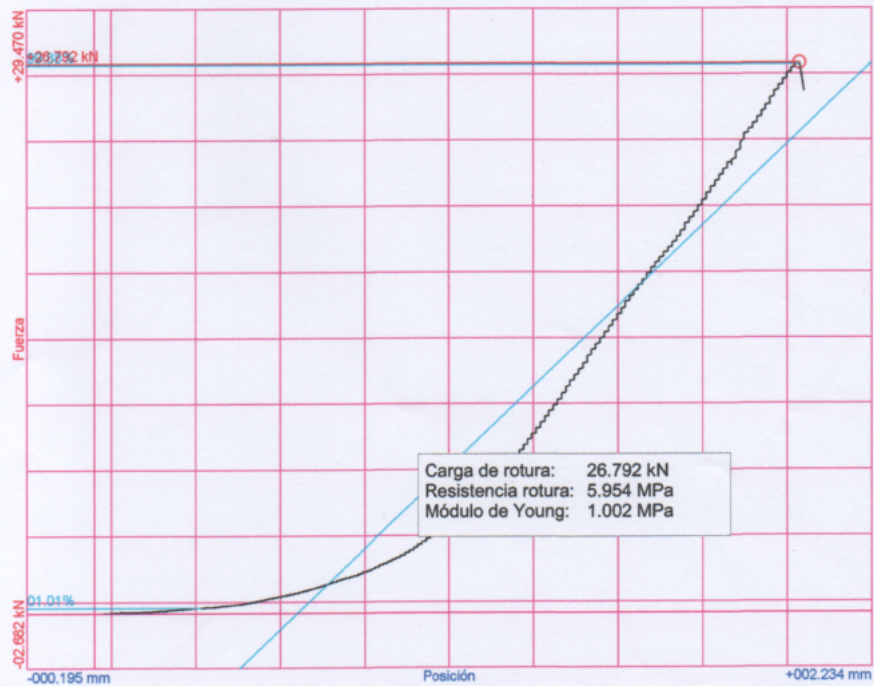
Referencias:

Fecha: 04/12/2019
Probeta: VIG. M 6% 14-01

Parámetros:

Velocidad: 002.50 mm/min
Limite superior: 99.99 %
Limite inferior: 01.00 %
Distancia rodillos: 500.0 mm
Ancho: 150.0 mm
Espesor: 150.0 mm

Nombre de archivo: VIG. M 6% 14-01



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
Ingeniero Cristian Mallaupoma Reyes
RESPONSABLE DE LABORATORIO DE
ESTRUCTURAS E HIDRÁULICA

Anexo 18: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 14 días – muestra 3 con adición de virutas de acero al 8%

**Informe de Ensayo de flexión a 3 puntos
Universidad Peruana Los Andes**

Fondos de escala de los canales analógicos:

Fuerza: 98.066 kN Posición: 400.000 mm

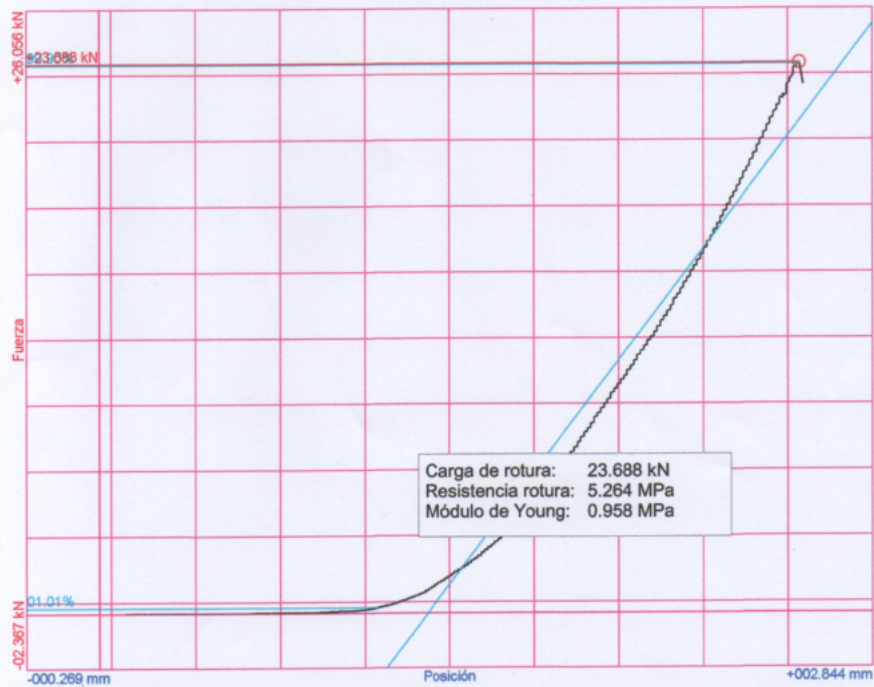
Referencias:

Fecha: 04/12/2019
Probeta: VIG. M 8% 14-01

Parámetros:

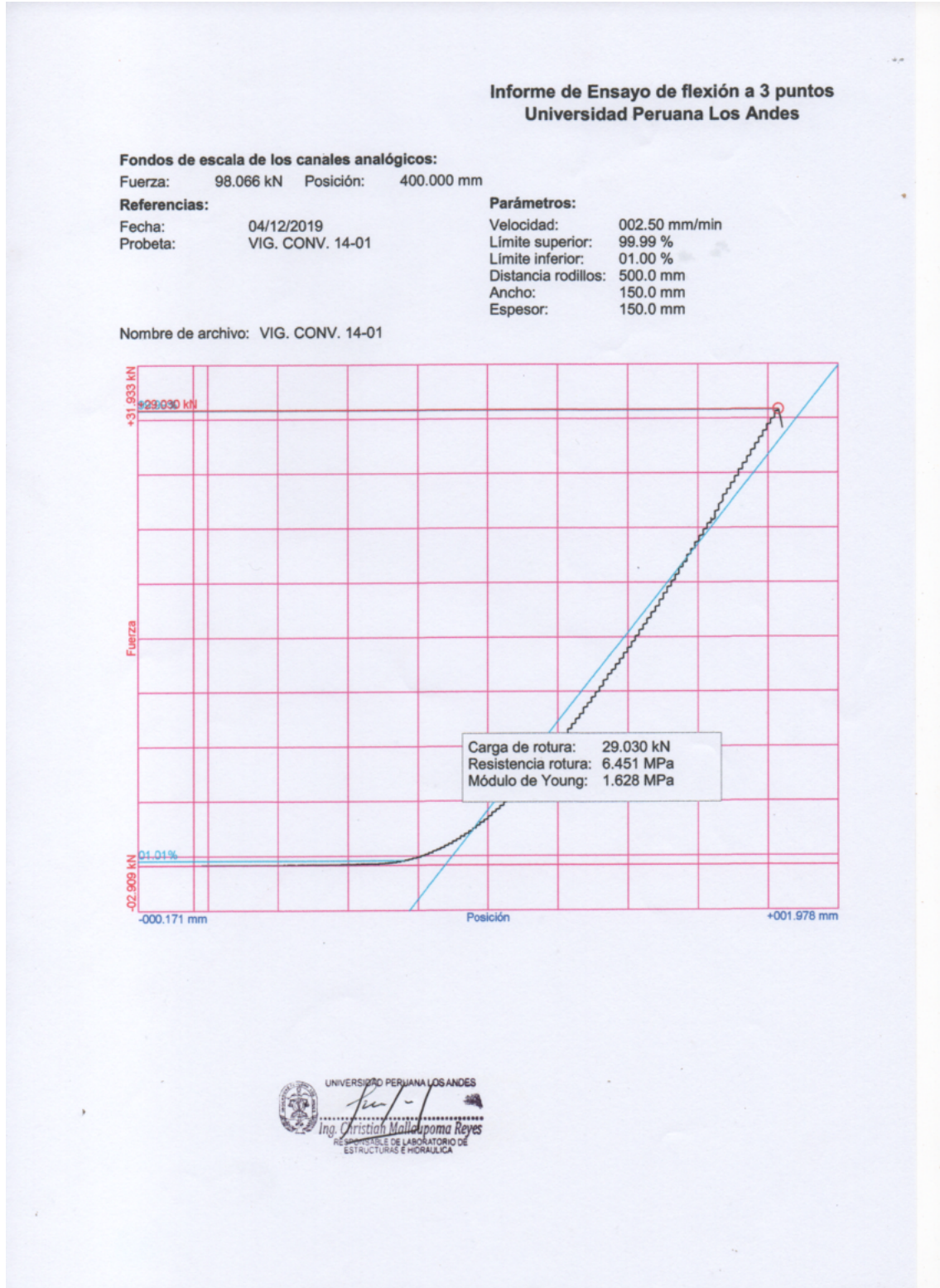
Velocidad: 002.50 mm/min
Limite superior: 99.99 %
Limite inferior: 01.00 %
Distancia rodillos: 500.0 mm
Ancho: 150.0 mm
Espesor: 150.0 mm

Nombre de archivo: VIG. M 8% 14-01



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
Christian Mallaboma Reyes
Ing. Christian Mallaboma Reyes
RESPONSABLE DE LABORATORIO DE
ESTRUCTURAS E HIDRAULICA

Anexo 19: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 14 días – muestra 3 convencional



Anexo 20: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 28 días – muestra 4 con adición de virutas de acero al 4%

**Informe de Ensayo de Tracción -
Compresión [B]
Universidad Peruana Los Andes**

Fondos de escala de los canales analógicos:

Fuerza: 98.066 kN Posición: 400.000 mm Auxiliar 1: 10.000 V Auxiliar 2: 10.000 V

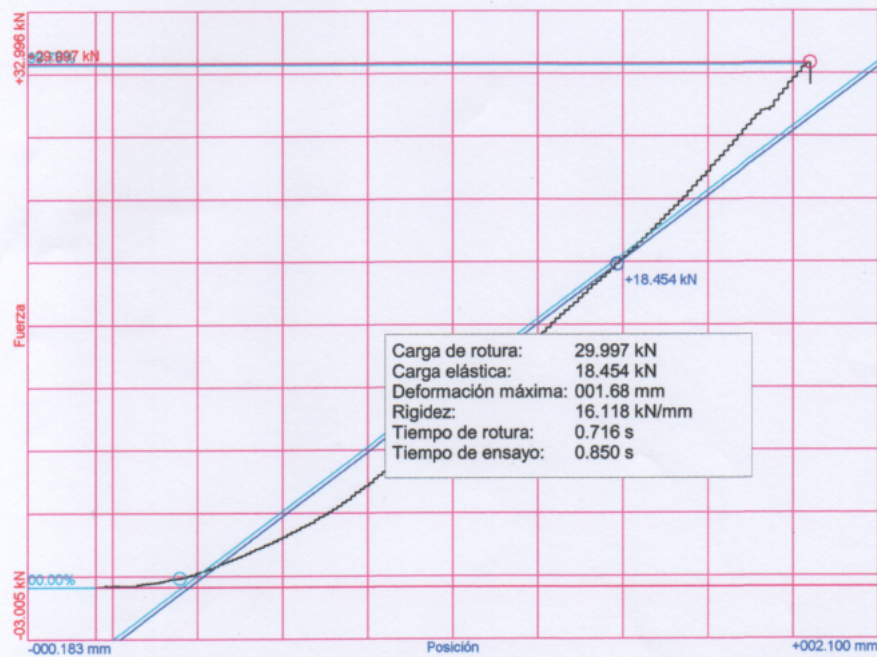
Referencias:

Fecha: 18/12/2019
Probeta: VIG.2-4% 28-01

Parámetros:

Sentido: Compresión
Límite superior: 99.90 %
Límite inferior: 00.00 %
Parámetro control: Posición
Velocidad: 002.50 mm/s
Parámetro destino: Posición
Destino relativo: 400.00 mm

Nombre de archivo: VIG.2-4% 28-01



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
Christian Malupoma Reyes
RESPONSABLE DE LABORATORIO DE
ESTRUCTURAS E HIDRAULICA

Anexo 21: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 28 días – muestra 4 con adición de virutas de acero al 6%

**Informe de Ensayo de Tracción -
Compresión [B]
Universidad Peruana Los Andes**

Fondos de escala de los canales analógicos:

Fuerza: 98.066 kN Posición: 400.000 mm Auxiliar 1: 10.000 V Auxiliar 2: 10.000 V

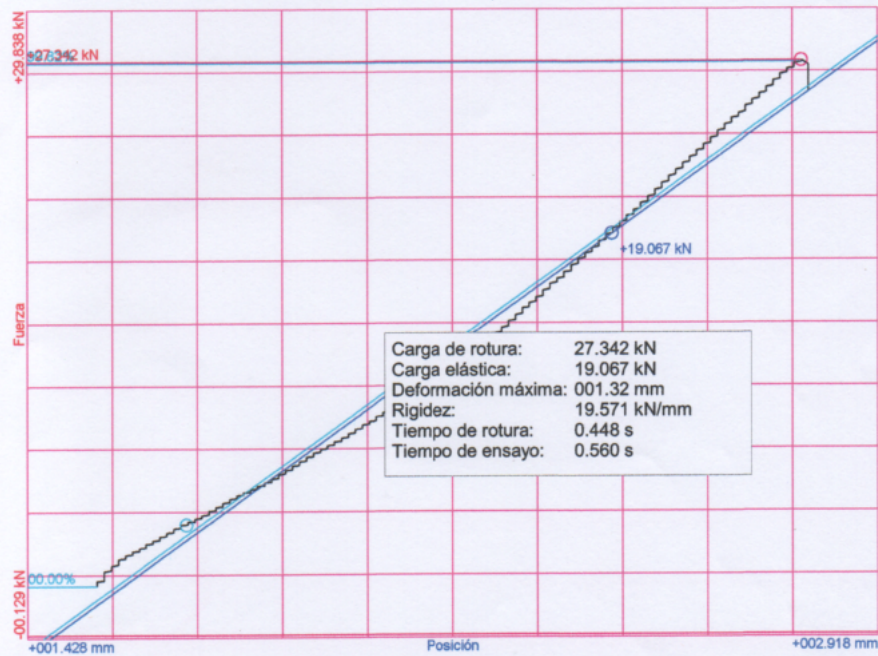
Referencias:

Fecha: 18/12/2019
Probeta: VIG.2-6% 28-01

Parámetros:

Sentido: Compresión
Límite superior: 99.90 %
Límite inferior: 00.00 %
Parámetro control: Posición
Velocidad: 002.50 mm/s
Parámetro destino: Posición
Destino relativo: 400.00 mm

Nombre de archivo: VIG.2-6% 28-01



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
Christina Mallanoma Reyes
Ing. Christina Mallanoma Reyes
RESPONSABLE DE LABORATORIO DE
ESTRUCTURAS E HIDRAULICA

Anexo 22: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 28 días – muestra 4 con adición de virutas de acero al 8%

**Informe de Ensayo de Tracción -
Compresión [B]
Universidad Peruana Los Andes**

Fondos de escala de los canales analógicos:

Fuerza: 98.066 kN Posición: 400.000 mm Auxiliar 1: 10.000 V Auxiliar 2: 10.000 V

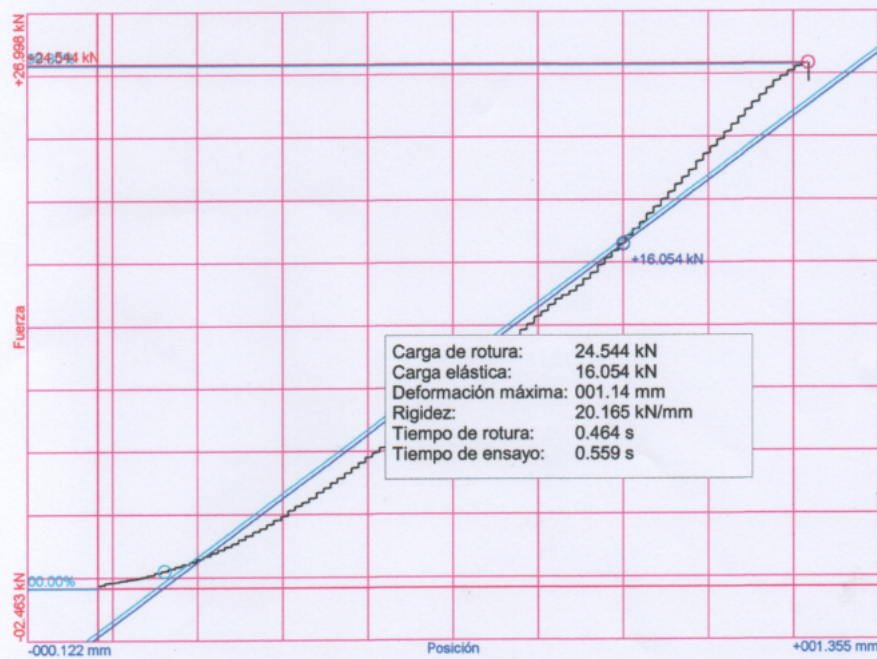
Referencias:

Fecha: 18/12/2019
Probeta: VIG.2-8% 28-01

Parámetros:

Sentido: Compresión
Límite superior: 99.90 %
Límite inferior: 00.00 %
Parámetro control: Posición
Velocidad: 002.50 mm/s
Parámetro destino: Posición
Destino relativo: 400.00 mm

Nombre de archivo: VIG.2-8% 28-01



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
[Firma]
Ing. Christian Matallapoma Reyes
RESPONSABLE DE LABORATORIO DE
ESTRUCTURAS E HIDRAULICA

Anexo 23: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 28 días – muestra 4 convencional

Informe de Ensayo de Tracción - Compresión [B] Universidad Peruana Los Andes

Fondos de escala de los canales analógicos:

Fuerza: 98.066 kN Posición: 400.000 mm Auxiliar 1: 10.000 V Auxiliar 2: 10.000 V

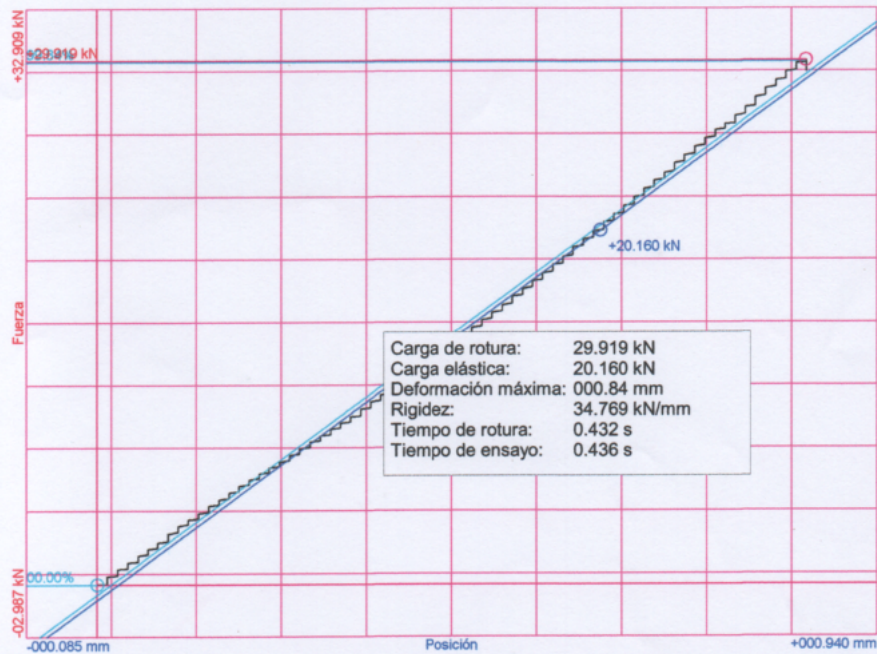
Referencias:

Fecha: 18/12/2019
Probeta: VIG. CONV. 28-01

Parámetros:

Sentido: Compresión
Límite superior: 99.90 %
Límite inferior: 00.00 %
Parámetro control: Posición
Velocidad: 002.50 mm/s
Parámetro destino: Posición
Destino relativo: 400.00 mm

Nombre de archivo: VIG. CONV. 28-01



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
Christian Matta Poma Reyes
RESPONSABLE DE LABORATORIO DE
ESTRUCTURAS E HIDRÁULICA

Anexo 24: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 28 días – muestra 5 con adición de virutas de acero al 4%

**Informe de Ensayo de Tracción -
Compresión [B]
Universidad Peruana Los Andes**

Fondos de escala de los canales analógicos:

Fuerza: 98.066 kN Posición: 400.000 mm Auxiliar 1: 10.000 V Auxiliar 2: 10.000 V

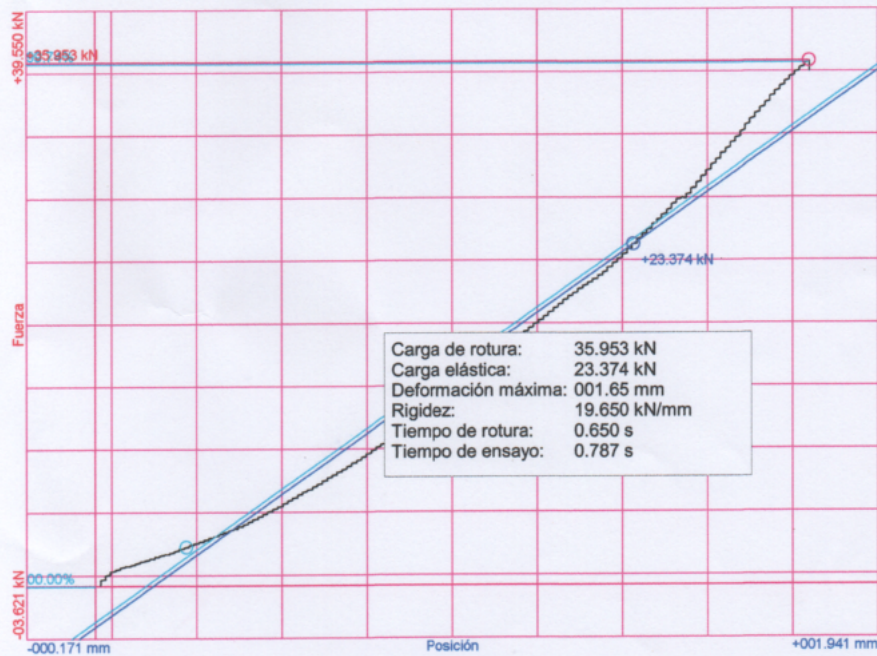
Referencias:

Fecha: 18/12/2019
Probeta: VIG.3-4% 28-01

Parámetros:

Sentido: Compresión
Límite superior: 99.90 %
Límite inferior: 00.00 %
Parámetro control: Posición
Velocidad: 002.50 mm/s
Parámetro destino: Posición
Destino relativo: 400.00 mm

Nombre de archivo: VIG.3-4% 28-01



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
Christian Mallapoma Reyes
Ing. Christian Mallapoma Reyes
RESPONSABLE DE LABORATORIO DE
ESTRUCTURAS E HIDRÁULICA

Anexo 25: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 28 días – muestra 5 con adición de virutas de acero al 6%

**Informe de Ensayo de Tracción -
Compresión [B]
Universidad Peruana Los Andes**

Fondos de escala de los canales analógicos:

Fuerza: 98.066 kN Posición: 400.000 mm Auxiliar 1: 10.000 V Auxiliar 2: 10.000 V

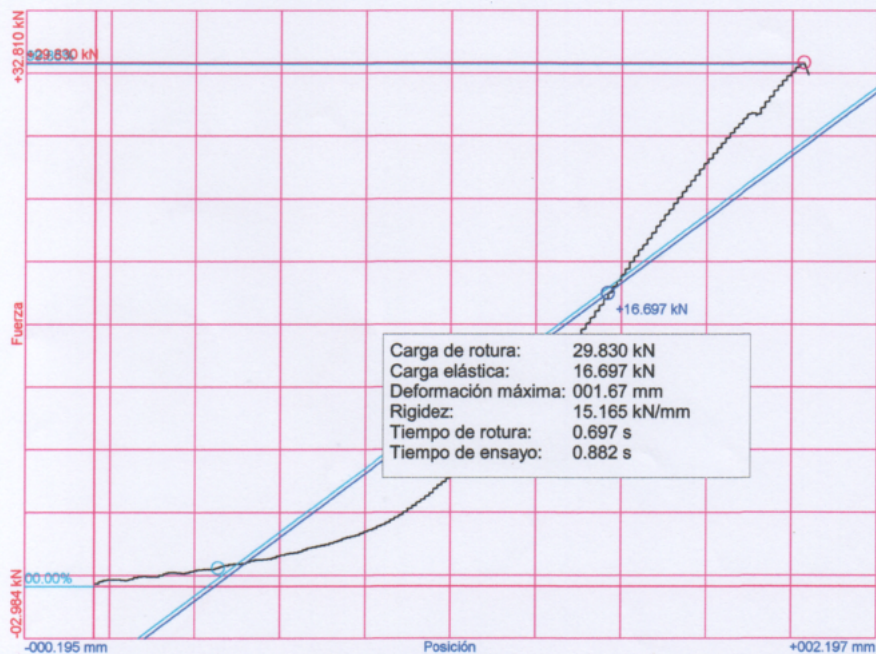
Referencias:

Fecha: 18/12/2019
Probeta: VIG.3-6% 28-01

Parámetros:

Sentido: Compresión
Límite superior: 99.90 %
Límite inferior: 00.00 %
Parámetro control: Posición
Velocidad: 002.50 mm/s
Parámetro destino: Posición
Destino relativo: 400.00 mm

Nombre de archivo: VIG.3-6% 28-01



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
Christian Mallapuma Reyes
RESPONSABLE DE LABORATORIO DE
ESTRUCTURAS E HIDRAULICA

Anexo 26: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 28 días – muestra 5 con adición de virutas de acero al 8%

**Informe de Ensayo de Tracción -
Compresión [B]
Universidad Peruana Los Andes**

Fondos de escala de los canales analógicos:

Fuerza: 98.066 kN Posición: 400.000 mm Auxiliar 1: 10.000 V Auxiliar 2: 10.000 V

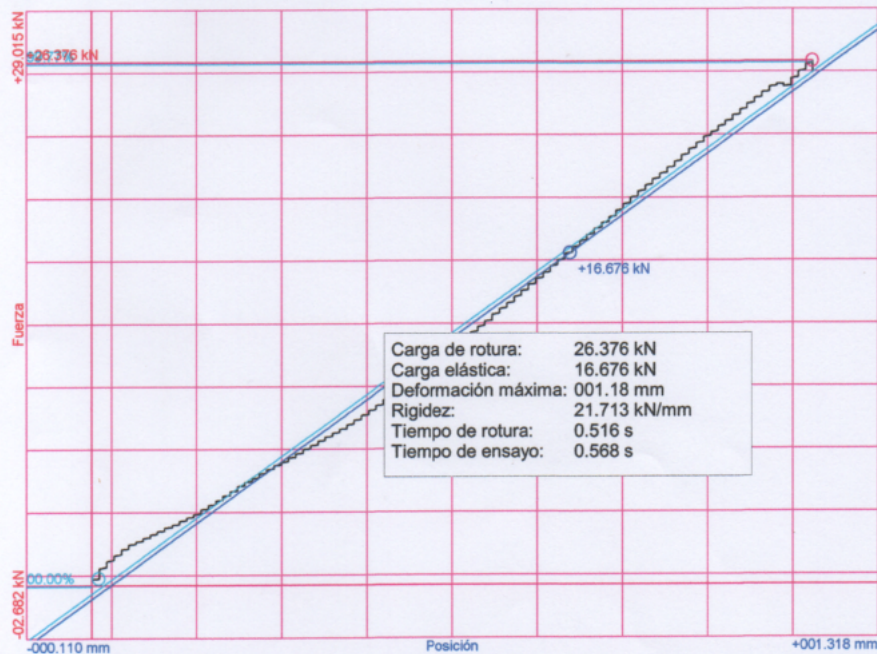
Referencias:

Fecha: 18/12/2019
Probeta: VIG.3-8% 28-01

Parámetros:

Sentido: Compresión
Límite superior: 99.90 %
Límite inferior: 00.00 %
Parámetro control: Posición
Velocidad: 002.50 mm/s
Parámetro destino: Posición
Destino relativo: 400.00 mm

Nombre de archivo: VIG.3-8% 28-01



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
Christian Mallupoma Reyes
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE
ESTRUCTURAS E HIDRAULICA

**Anexo 27: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 28 días –
muestra 5 convencional**

**Informe de Ensayo de Tracción -
Compresión [B]
Universidad Peruana Los Andes**

Fondos de escala de los canales analógicos:

Fuerza: 98.066 kN Posición: 400.000 mm Auxiliar 1: 10.000 V Auxiliar 2: 10.000 V

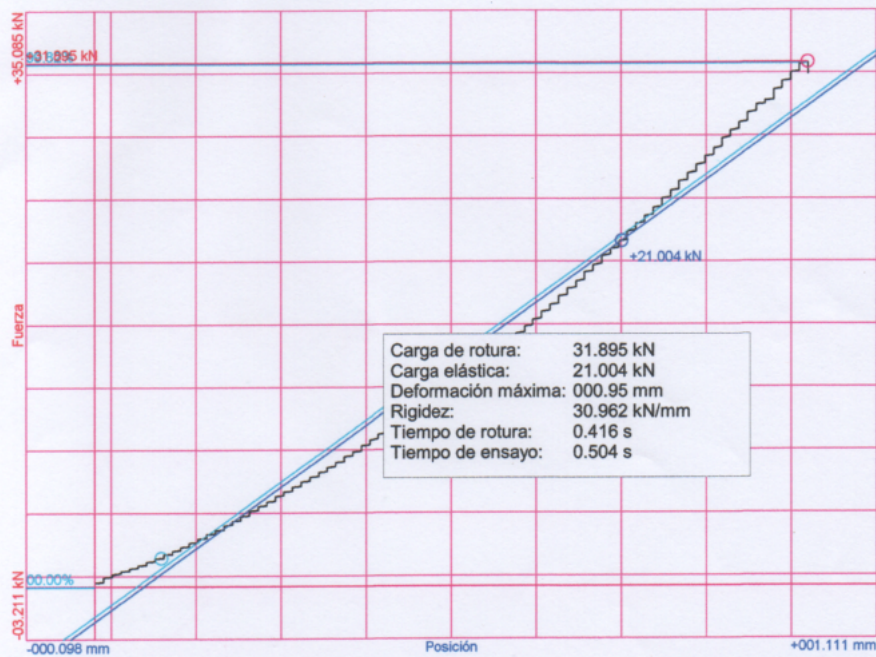
Referencias:

Fecha: 18/12/2019
Probeta: VIG.3-C 28-01

Parámetros:

Sentido: Compresión
Límite superior: 99.90 %
Límite inferior: 00.00 %
Parámetro control: Posición
Velocidad: 002.50 mm/s
Parámetro destino: Posición
Destino relativo: 400.00 mm

Nombre de archivo: VIG.3-C 28-01



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
Reyes
Ing. Christian Matiboma Reyes
RESPONSABLE DE LABORATORIO DE
ESTRUCTURAS E HIDRÁULICA

Anexo 28: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 28 días – muestra 6 con adición de virutas de acero al 4%

**Informe de Ensayo de Tracción -
Compresión [B]
Universidad Peruana Los Andes**

Fondos de escala de los canales analógicos:

Fuerza: 98.066 kN Posición: 400.000 mm Auxiliar 1: 10.000 V Auxiliar 2: 10.000 V

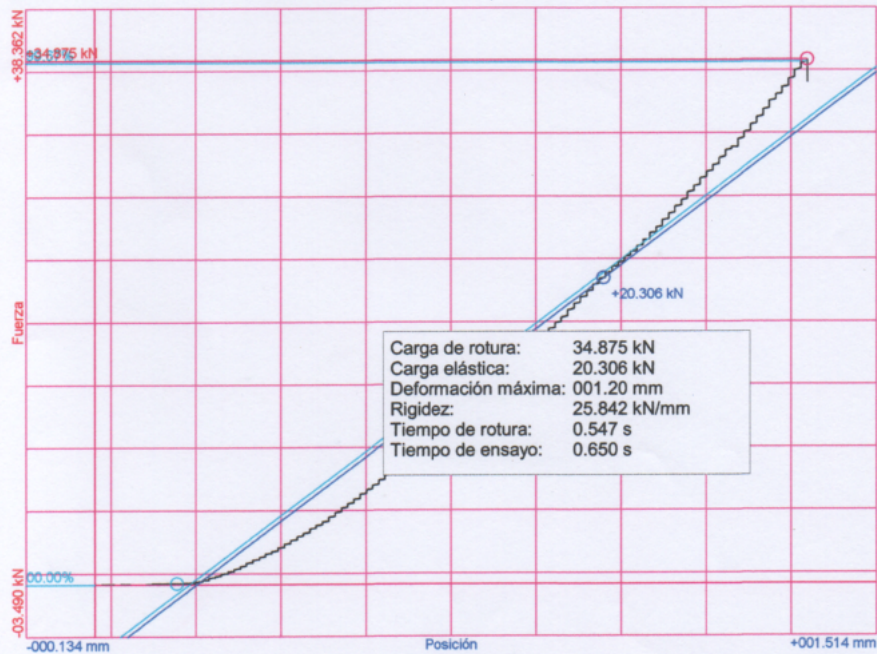
Referencias:

Fecha: 18/12/2019
Probeta: VIG.4-4% 28-01

Parámetros:

Sentido: Compresión
Límite superior: 99.90 %
Límite inferior: 00.00 %
Parámetro control: Posición
Velocidad: 002.50 mm/s
Parámetro destino: Posición
Destino relativo: 400.00 mm

Nombre de archivo: VIG.4-4% 28-01



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
Christian Mallapuma Reyes
RESPONSABLE DE LABORATORIO DE
ESTRUCTURAS E HIDRAULICA

Anexo 29: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 28 días – muestra 6 con adición de virutas de acero al 6%

**Informe de Ensayo de Tracción -
Compresión [B]
Universidad Peruana Los Andes**

Fondos de escala de los canales analógicos:

Fuerza: 98.066 kN Posición: 400.000 mm Auxiliar 1: 10.000 V Auxiliar 2: 10.000 V

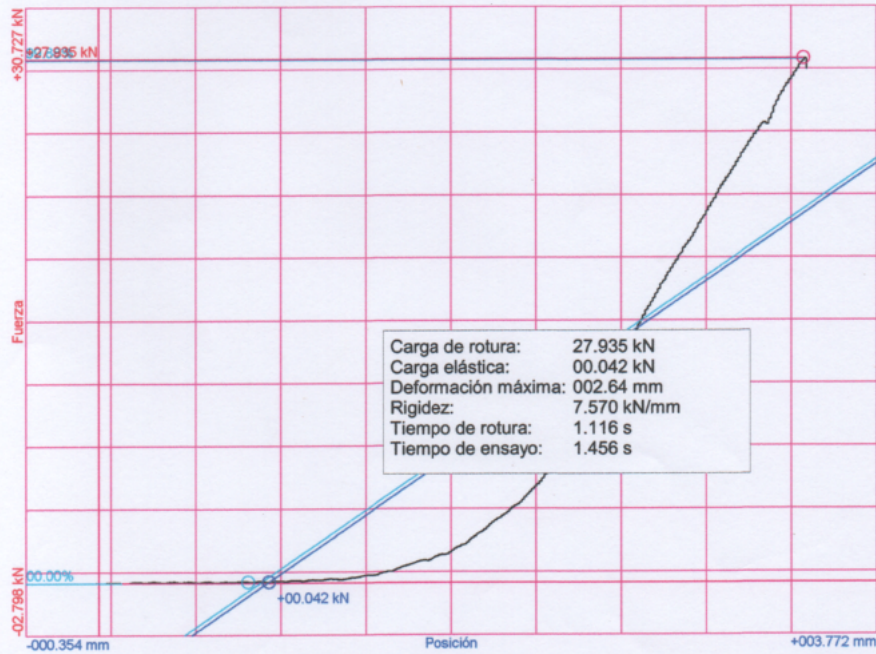
Referencias:

Fecha: 18/12/2019
Probeta: VIG.4-6% 28-01

Parámetros:

Sentido: Compresión
Límite superior: 99.90 %
Límite inferior: 00.00 %
Parámetro control: Posición
Velocidad: 002.50 mm/s
Parámetro destino: Posición
Destino relativo: 400.00 mm

Nombre de archivo: VIG.4-6% 28-01



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
Ing. Christian Mallayoma Reyes
RESPONSABLE LABORATORIO DE
ESTRUCTURAS E HIDRÁULICA

**Anexo 30: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 28 días –
muestra 6 con adición de virutas de acero al 8%**

**Informe de Ensayo de Tracción -
Compresión [B]
Universidad Peruana Los Andes**

Fondos de escala de los canales analógicos:

Fuerza: 98.066 kN Posición: 400.000 mm Auxiliar 1: 10.000 V Auxiliar 2: 10.000 V

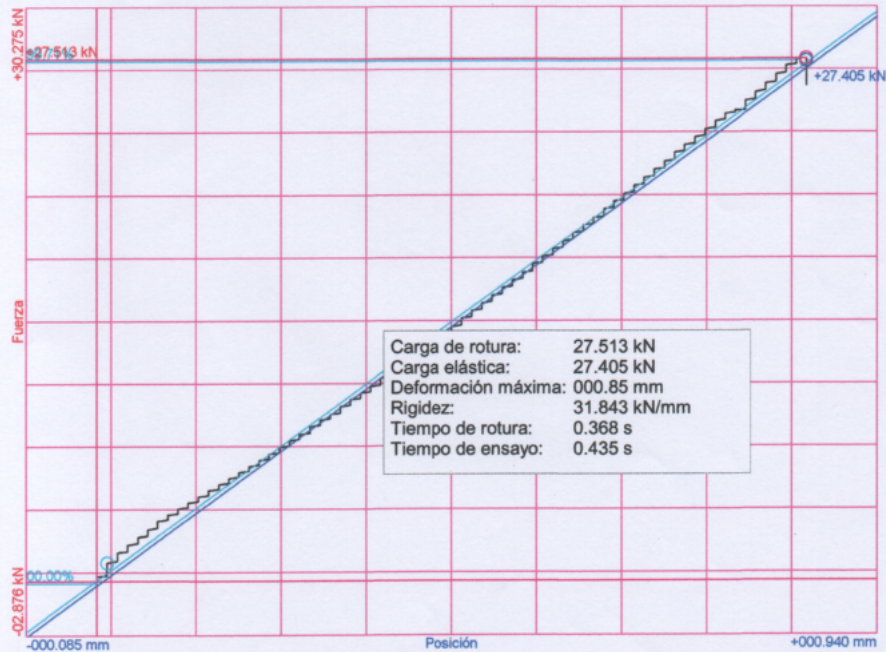
Referencias:

Fecha: 18/12/2019
Probeta: VIG.4-8% 28-01

Parámetros:

Sentido: Compresión
Límite superior: 99.90 %
Límite inferior: 00.00 %
Parámetro control: Posición
Velocidad: 002.50 mm/s
Parámetro destino: Posición
Destino relativo: 400.00 mm

Nombre de archivo: VIG.4-8% 28-01



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
Christian
Ing. Christian Mallapoma Reyes
RESPONSABLE LABORATORIO DE
ESTRUCTURAS E HIDRAULICA

Anexo 31: Certificado de los ensayos: Resistencia a la flexión a los 28 días – muestra 6 convencional

Informe de Ensayo de Tracción - Compresión [B] Universidad Peruana Los Andes

Fondos de escala de los canales analógicos:

Fuerza: 98.066 kN Posición: 400.000 mm Auxiliar 1: 10.000 V Auxiliar 2: 10.000 V

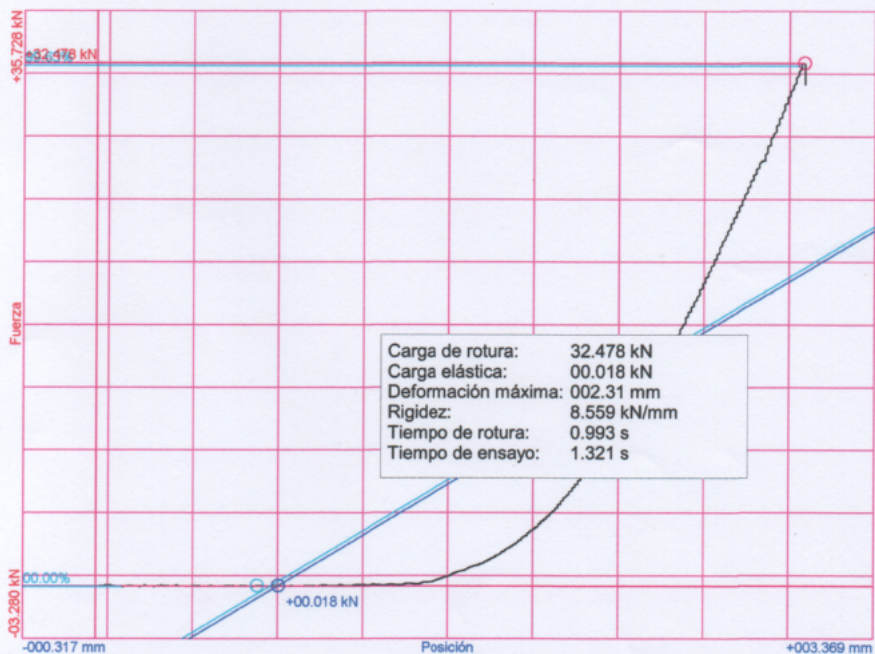
Referencias:

Fecha: 18/12/2019
Probeta: VIG.4-C 28-01

Parámetros:

Sentido: Compresión
Límite superior: 99.90 %
Límite inferior: 00.00 %
Parámetro control: Posición
Velocidad: 002.50 mm/s
Parámetro destino: Posición
Destino relativo: 400.00 mm

Nombre de archivo: VIG.4-C 28-01



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
Christian Mallapoma Reyes
RESPONSABLE DE LABORATORIO DE
ESTRUCTURAS E HIDRÁULICA



KLAFER S.A.C.

2019

**INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A FLEXIÓN EN
VIGAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA
DE ACERO.**



DISEÑO DE MEZCLA

F_c 175 y 210 Kg/cm²

CANTERA : ORCOTUNA-HYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**Anexo 33: Certificado de diseño de mezcla $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$ – $F_c=175 \text{ kg/cm}^2$:
Análisis granulométrico**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:

**INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A FLEXIÓN EN
VIGAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA
DE ACERO.**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

HUANCAYO

2019

Anexo 34: Certificado de diseño de mezcla Fc=210 kg/cm² – Fc=175 kg/cm²: Análisis de agregado grueso

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -



KLAFLER S.A.C.

Indecopi

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

SOLICITANTE BACHILLER ASTRID LILIANA ROJAS DIANDERAS

PROYECTO : INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO CON
ADICIÓN DE VIRUTA DE ACERO.

FECHA RECEP: 08 DE NOVIEMBRE DE 2019

FECHA EMIS. : 12 DE NOVIEMBRE DE 2019

NTE. E 060 CONCRETO ARMADO

ANALISIS DE AGREGADO FINO (arena gruesa):

CANTERA : ORCOTUNA

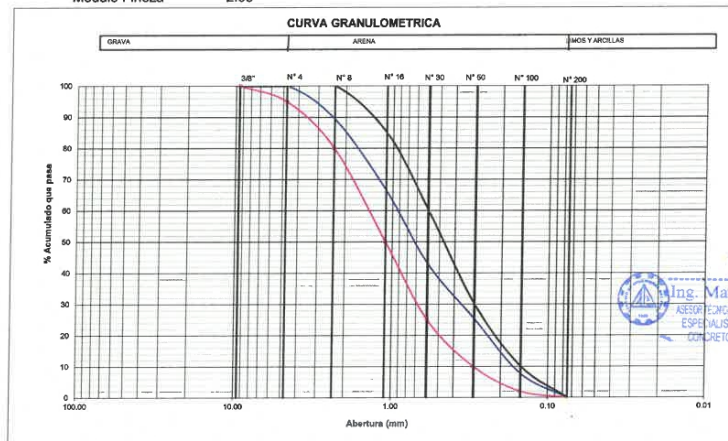
Peso Especifico 2.85 gr/cm³
 Humedad Natural 1.37 %
 % Absorción 1.27 %
 Peso Volumétrico Suelto 1596 kg/m³
 Peso Volumétrico Compactado 1731 kg/m³

ANALISIS GRANULOMETRICO COMO SIGUE:

Peso Muestra 500.00 grms.

TAMIZ	ABERTURA	%			LIMITES		
		RETENIDO	RETENIDO	PASA	ACUMULADO	INFERIOR	SUPERIOR
3/8"	9.500	0.00	0.00	100.00	0.00	100	100
4	4.760	0.00	0.00	100.00	0.00	95	100
8	2.360	52.73	10.55	89.45	10.55	80	100
16	1.100	114.21	22.84	66.61	33.39	50	85
30	0.590	118.33	23.67	42.95	57.05	25	60
50	0.297	87.57	17.51	25.43	74.57	10	30
100	0.149	88.43	17.69	7.75	92.25	2	10
200	0.075	38.73	7.75	0.00	100.00	0	0
FONDO	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		

Modulo Fineza 2.68



RECOMENDACIONES : El agregado fino, es apto para trabajo en obra, ya que su granulometría se encuentra dentro de los parámetros permitidos.

Material debe ser lavado antes de su uso en obra.

Eliminar partículas mayores a 4.76 mm.

LOCAL HUANCAYO, PSJE CAMPOS 143 FRENTE UNICAP. OBSERVACIONES: Nuestra responsabilidad se limita al laboratorio, no se responsabiliza por la veracidad de la misma.

RUC 20487134911
CEL 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASPALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELECTRICA DE PUESTA A TIERRA. ETC..

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

Ing. Marly Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO EN REG. CONSULTOR 588
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

**Anexo 35: Certificado de diseño de mezcla $F_c=210 \text{ kg/cm}^2 - F_c=175 \text{ kg/cm}^2$:
Análisis de agregado fino**

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSB -



KLAFLER S.A.C.

Indecopi

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

SOLICITANTE BACHILLER ASTRID LILIANA ROJAS DIANDERAS

PROYECTO : INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO
CON ADICIÓN DE VIRUTA DE ACERO.

FECHA RECEP. : 08 DE NOVIEMBRE DE 2019

FECHA EMIS. : 12 DE NOVIEMBRE DE 2019

NTE. E 060 CONCRETO ARMADO

ANÁLISIS DE AGREGADO GRUESO

CANTERA : ORCOTUNA

Peso Especifico 2.77 gr/cm³
Humedad Natural 1.03 %
% Absorción 0.96 %
Peso Volumétrico Suelto 1476 kg/m³
Peso Volumétrico Compactado 1674 kg/m³

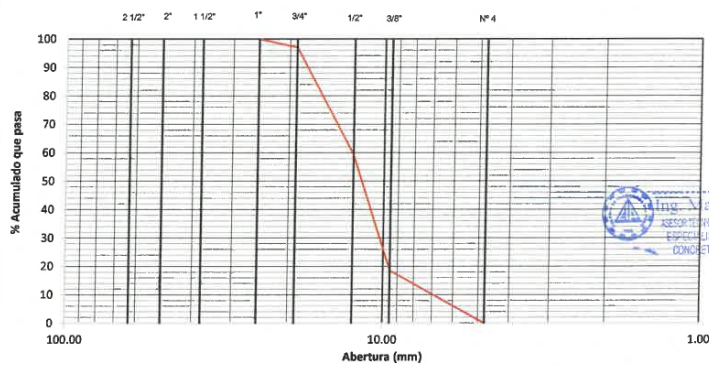
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO COMO SIGUE:

Peso Muestra 5000.00 grms.

TAMIZ	TAMIZ	PESO	%	%	%
		RETENIDO	RETENIDO	PASA	ACUMULADO
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	100.00	0.00
2"	50.00	0.00	0.00	100.00	0.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	100.00	0.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00	0.00
3/4"	19.00	147.00	2.94	97.06	2.94
1/2"	12.50	1895.00	37.90	59.16	40.84
3/8"	9.50	2031.00	40.62	18.54	81.46
4	4.76	927.00	18.54	0.00	100.00
	FONDO	0.00	0.00	0.00	100.00

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL 1/2" Modulo Fineza 7.25

CURVA GRANULOMÉTRICA



RECOMENDACIONES : Material debe ser lavado antes de su uso en obra.

Eliminar partículas mayores a 1".

OBSERVACIONES : Muestra remitida por el solicitante. El laboratorio, no se responsabiliza por la veracidad de la misma.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL N° 145 CHUCCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELECTRICA DE PUESTA A TIERRA ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSB - Indecopi.

**Anexo 36: Certificado de diseño de mezcla $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ – $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$:
peso unitario**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:

**INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A FLEXIÓN EN
VIGAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA
DE ACERO.**

- **PESO ESPECÍFICO**

HUANCAYO

2019

**Anexo 37: Certificado de diseño de mezcla $F_c=210 \text{ kg/cm}^2 - F_c=175 \text{ kg/cm}^2$:
peso unitario del agregado grueso**

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -



KLAFER S.A.C.

Indecopi

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

SOLICITANTE BACHILLER ASTRID LILIANA ROJAS DIANDERAS
PROYECTO INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA DE ACERO
FECHA RECEP. : 08 DE NOVIEMBRE DE 2019
FECHA EMIS. : 12 DE NOVIEMBRE DE 2019
CANTERA : ORCOTUNA

PROPIEDADES FISICAS DEL AGREGADO

PESO ESPECIFICO DE AGREGADO GRUESO (N.T.P. 400.021 ASTM C-127)

I. DATOS

1	Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca	gr	3258
2	Peso de la Canastilla dentro del Agua	gr	621
3	Peso de la Muestra Saturada + Peso de la Canastilla dentro del Agua	gr	2716
4	Peso de la Muestra Saturada dentro del Agua	gr	2095
5	Peso de la Tara	gr	235
6	Peso de la Tara + Muestra Seca	gr	3462
7	Peso de la Muestra Seca	gr	3227

II. RESULTADOS

8	Peso Especifico de Masa	gr/cm ³	2.77
9	Peso Especifico de Masa Saturada Superficialmente Seco	gr/cm ³	2.80
10	Peso Especifico Aparente	gr/cm ³	2.85
11	Porcentaje de Absorción	%	0.96

PESO ESPECIFICO DE AGREGADO FINO (N.T.P. 400.022 ASTM C-128)

I. DATOS

1	Peso de la Arena S.S.S.	gr	500.00
2	Peso del Balón Seco	gr	166.59
3	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón	gr	666.59
4	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón + Peso del Agua	gr	993.31
5	Peso del Agua	gr	326.72
6	Peso de la Tara	gr	212.98
7	Peso de la Tara + Arena Seca	gr	706.72
8	Peso de la Arena Seca	gr	493.74
9	Volumen del Balón	cm ³	500.00

II. RESULTADOS

10	Peso Especifico de Masa	gr/cm ³	2.85
11	Peso Especifico de Masa Saturada Superficialmente Seco	gr/cm ³	2.89
12	Peso Especifico Aparente	gr/cm ³	2.96
13	Porcentaje de Absorción	%	1.27

Ing. Mario Peña Dueñas
 ASesor TECNICO EN TESIS - REG. COLEGIADOR C. 5889
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO Y GEOTECNIA Y GEOLOGIA

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA, CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE RESISTIVIDAD ELECTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

**Anexo 38: Certificado de diseño de mezcla $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$ – $F_c=175 \text{ kg/cm}^2$:
peso unitario del agregado fino**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:

**INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A FLEXIÓN EN
VIGAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA
DE ACERO.**

**PESO UNITARIO
CONTENIDO DE HUMEDAD**

HUANCAYO

2019

**Anexo 39: Certificado de diseño de mezcla $F_c=210 \text{ kg/cm}^2 - F_c=175 \text{ kg/cm}^2$:
peso específico**

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -



KLAFER S.A.C.

Indecopi

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

SOLICITANTE BACHILLER ASTRID LILIANA ROJAS DIANDERAS

PROYECTO : INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA DE ACERO.

FECHA RECEP. : 08 DE NOVIEMBRE DE 2019
FECHA EMIS. : 12 DE NOVIEMBRE DE 2019
CANTERA : ORCOTUNA

PROPIEDADES FISICAS DEL AGREGADO

PESO UNITARIO DE AGREGADO FINO (N.T.P. 400.017 ASTM C-29)

I. PESO UNITARIO SUELTO

			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	12052	12075	12083
2	Peso del Recipiente	gr	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr	4986	5009	5017
4	volumen molde	cm3	3093	3093	3093
5	P.U.S. Humedo	kg/m3	1612	1620	1622
6	P.U.S. Seco	kg/m3	1590	1598	1600
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m3		1596	

II. PESO UNITARIO COMPACTO

			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	12504	12497	12483
2	Peso del Recipiente	gr	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr	5438	5431	5417
4	volumen molde	cm3	3093	3093	3093
5	P.U.S. Humedo	kg/m3	1758	1756	1752
6	P.U.S. Seco	kg/m3	1734	1732	1728
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m3		1731	

III. HUMEDAD

1	Peso de la Tara	gr	81.12
2	Peso de la Tara + Muestra Humeda	gr	283.39
3	Peso de la Tara + Muestra Seca	gr	280.66
4	Peso del Agua Contenida (2-3)	gr	2.73
5	Peso de la Muestra Seca (3-1)	gr	199.54
6	Contenido de Humedad (4/5)*100	%	1.37



Ing. Marina Peña Dueñas
 ASesor TÉCNICO / INGENIERO CONSULTOR C 598
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO Y GEOTECNIA Y GEOLOGIA

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA, CONCRETO, ASPALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE RESISTIVIDAD ELECTRICA DE PUESTA A TIERRA. ETC..

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

**Anexo 40: Certificado de diseño de mezcla $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$ – $F_c=175 \text{ kg/cm}^2$:
peso específico del agregado grueso y agregado fino**

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -



KLAFLER S.A.C.

Indecopi

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

SOLICITANTE BACHILLER ASTRID LILIANA ROJAS DIANDERAS

PROYECTO : INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA DE ACERO.

FECHA RECEP. : 08 DE NOVIEMBRE DE 2019

FECHA EMIS. : 12 DE NOVIEMBRE DE 2019

CANTERA : ORCOTUNA

PROPIEDADES FISICAS DEL AGREGADO

PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO (N.T.P. 400.017 ASTM C-29)

I. PESO UNITARIO SUELTO

			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	11683	11679	11669
2	Peso del Recipiente	gr	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr	4617	4613	4603
4	volumen molde	cm3	3093	3093	3093
5	P.U.S. Humedo	kg/m3	1493	1492	1488
6	P.U.S. Seco	kg/m3	1478	1476	1473
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m3	1476		

II. PESO UNITARIO COMPACTO

			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	12294	12301	12291
2	Peso del Recipiente	gr	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr	5228	5235	5225
4	volumen molde	cm3	3093	3093	3093
5	P.U.S. Humedo	kg/m3	1691	1693	1690
6	P.U.S. Seco	kg/m3	1673	1675	1672
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m3	1674		

III. HUMEDAD

1	Peso de la Tara	gr	75.39
2	Peso de la Tara + Muestra Humeda	gr	278.62
3	Peso de la Tara + Muestra Seca	gr	276.55
4	Peso del Agua Contenida (2-3)	gr	2.07
5	Peso de la Muestra Seca (3-1)	gr	201.16
6	Contenido de Humedad (4/5)*100	%	1.03


Ing. Marino Peña Dueñas
 ASesor TÉCNICO EN INGENIERÍA CONSULTOR EN
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
 CONCRETO Y GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS – GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELECTRICA DE PUESTA A TIERRA. ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

Anexo 41: Certificado de diseño de mezcla $F_c=175 \text{ kg/cm}^2$

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:

**INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A FLEXIÓN EN
VIGAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA
DE ACERO.**

**DISEÑO DE MEZCLA
 $F_c' 175 \text{ Kg/cm}^2$**

HUANCAYO

2019

Anexo 42: Certificado de diseño de mezcla $F_c=175 \text{ kg/cm}^2$

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -



KLAFER S.A.C.

Indecopi

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

SOLICITANTE BACHILLER ASTRID LILIANA ROJAS DIANDERAS

PROYECTO : INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO
CON ADICIÓN DE VIRUTA DE ACERO.

FECHA RECEP. : 08 DE NOVIEMBRE DE 2019

FECHA EMIS. : 12 DE NOVIEMBRE DE 2019

CANTERA : ORCOTUNA

DISEÑO DE MEZCLA f_c 175 Kg/cm²

1.- DATOS RESUMEN

PROPIEDADES	PE	PUC	PUS	%AB	%W	MF
CEMENTO NACIONAL	3.15					
AGREGADO FINO	2.85	1731	1596	1.27	1.37	2.68
AGREGADO GRUESO	2.77	1674	1476	0.96	1.03	7.25

2.- SLUMP

3.- TMN

4.- AGUA

3" 1/2" 207.50 Litros

5.- AIRE ATRAPADO

2.5 %

6.- RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA f_{cr}

f_c 175 kg/cm²
 f_{cr} 262.5 kg/cm²

7.- RELACION AGUA CEMENTO A/C

A/C 0.60 cantidad de cemento
344.40 kg
8.10 bls

8.- APORTE DEL AGREGADO GRUESO

volumen AG 0.56
peso AG 937.44 kg

9.- VOLUMENES ABSOLUTOS

CEMENTO 0.109 m³
AGUA 0.208 m³
AIRE 0.025 m³
VOLUMEN AG 0.338 m³
0.680 m³
VOLUMEN AF 0.320 m³

10.- PESO DEL AGREGADO FINO

peso AF 912.00 kg

11.- PRESENTACION EN SECO

CEMENTO 344.40 kg
AF 912.00 kg
AG 937.44 kg
AGUA 207.50 Litros

12.- CORRECCION POR HUMEDAD

AF 924.49 kg
AG 947.10 kg

13.- APORTE DE AGUA

AF 0.91 Litros
AG 0.66 Litros
1.57

14.- AGUA EFECTIVA

AE 205.93 Litros

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELECTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

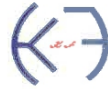
Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.



Ing. María Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO EN PRE-RES CONSULTOR C-588
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y GEOTECNIA Y GEOLOGIA

Anexo 43: Certificado de diseño de mezcla $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -



KLAFER S.A.C.

Indecopi

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

SOLICITANTE BACHILLER ASTRID LILIANA ROJAS DIANDERAS
PROYECTO : INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO
CON ADICIÓN DE VIRUTA DE ACERO.
FECHA RECEP. : 08 DE NOVIEMBRE DE 2019
FECHA EMIS. : 12 DE NOVIEMBRE DE 2019
CANTERA : ORCOTUNA

DISEÑO DE MEZCLA f_c 175 Kg/cm²

15.- PROPORCION EN PESO [kg]

CEMENTO	AF	AG	AGUA
344.40	924.49	947.10	205.93

16.- PROPORCION EN VOLUMEN [Pie 3]

CEMENTO	AF	AG	AGUA
344.40	20.18	22.43	205.93

RESUMEN DEL DISEÑO EN OBRA

MATERIALES	Proporción en peso (kg)	Volumen en peso seco (Pie 3)
CEMENTO	1	1
AGREGADO FINO	2.68	2.49
AGREGADO GRUESO	2.75	2.77
AGUA	0.60	25.42

BOLSAS DE CEMENTO 8.10 bol/m³

Ing. María Peña Dueñas
ASESOR TECNICO
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS
CONCRETO Y GEOTECNIA Y GEOLOGIA

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELECTRICA DE PUESTA A TIERRA. ETC..

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:

**INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A FLEXIÓN EN
VIGAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA
DE ACERO.**

**DISEÑO DE MEZCLA
 $F_c' 210 \text{ Kg/cm}^2$**

HUANCAYO

2019

Anexo 45: Certificado de diseño de mezcla $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -



KLAFER S.A.C.

Indecopi

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

SOLICITANTE BACHILLER ASTRID LILIANA ROJAS DIANDERAS
PROYECTO **INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO CON
ADICIÓN DE VIRUTA DE ACERO**

FECHA RECEP. 08 DE NOVIEMBRE DE 2019

FECHA EMIS. 12 DE DICIEMBRE DE 2019

CANTERA : ORCOTUNA

DISEÑO DE MEZCLA f_c 210 Kg/cm²

1.- DATOS RESUMEN

PROPIEDADES	PE	PUC	PUS	%AB	%W	MF
CEMENTO NACIONAL	3.15					
AGREGADO FINO	2.85	1731	1596	1.27	1.37	2.68
AGREGADO GRUESO	2.77	1674	1476	0.96	1.03	7.25

2.- SLUMP

3.- TMN

4.- AGUA

3"

1/2"

207.50 Litros

5.- AIRE ATRAPADO

2.5 %

6.- RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA f_{cr}

f_c 210 kg/cm²
 f_{cr} 315 kg/cm²

7.- RELACION AGUA CEMENTO A/C

A/C 0.53

cantidad de cemento

392.25 kg
9.23 bls

8.- APORTE DEL AGREGADO GRUESO

volumen AG 0.56
peso AG 937.44 kg

9.- VOLUMENES ABSOLUTOS

CEMENTO 0.125 m³
AGUA 0.208 m³
AIRE 0.025 m³
VOLUMEN AG 0.338 m³

0.696 m³

10.- PESO DEL AGREGADO FINO

peso AF 866.40 kg

VOLUMEN AF 0.304 m³

1.000 ok

11.- PRESENTACION EN SECO

CEMENTO 392.25 kg
AF 866.40 kg
AG 937.44 kg
AGUA 207.50 Litros

12.- CORRECCION POR HUMEDAD

AF 878.27 kg
AG 947.10 kg

13.- APORTE DE AGUA

AF 0.87 Litros
LOCAL HUANCAYO : AF CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO : PSJE CAMPOS 143 FRENTE A LA C.P.

14.- AGUA EFECTIVA

AE 205.97 Litros

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELECTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.



Ing. Mario Peña Dueñas
ASESOR TECNICO C 77838 - REG. CONSULTOR C 688
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO / GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

Anexo 46: Certificado de diseño de mezcla $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -



KLAFER S.A.C.

Indecopi

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

SOLICITANTE BACHILLER ASTRID LILIANA ROJAS DIANDERAS
PROYECTO INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA DE ACERO
FECHA RECEP. 08 DE NOVIEMBRE DE 2019
FECHA EMIS. 12 DE DICIEMBRE DE 2019
CANTERA : ORCOTUNA

DISEÑO DE MEZCLA f_c 210 Kg/cm²

15.- PROPORCION EN PESO [kg]

CEMENTO	AF	AG	AGUA
392.25	878.27	947.10	205.97

16.- PROPORCION EN VOLUMEN [Pie 3]

CEMENTO	AF	AG	AGUA
392.25	19.17	22.43	205.97

RESUMEN DEL DISEÑO EN OBRA

MATERIALES	Proporción en peso (kg)	Volumen en peso seco (Pie 3)
CEMENTO	1	1
AGREGADO FINO	2.24	2.08
AGREGADO GRUESO	2.41	2.43
AGUA	0.53	22.32

BOLSAS DE CEMENTO 9.23 bol/m³



Ing. Mario Peña Dueñas
ASESOR TECNICO (TES.-REG. CONABATUR) S.R.L.
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS
CONCRETO Y GEOTECNIA Y GEOLOGIA

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA, CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGÜE, ENSAYOS DE RESISTIVIDAD ELECTRICA DE PUESTA A TIERRA. ETC..