



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Análisis comparativo de las propiedades mecánicas en un concreto adicionando 1% y 3% alambre galvanizado, Huaraz, 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Civil

AUTORA:

Moreno Meza, Jessica Janett (ORCID: 0000-0001-8465-560X)

ASESOR:

MG. Ramírez Rondan, Raúl Neil (ORCID: 0000-0002-5788-472X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Estructuras (Desempeño Estructural)

HUARAZ – PERÚ

2021

Dedicatoria.

A mis padres que son el pilar fundamental de mi vida, me han formado como persona de bien con valores y principios en un hogar lleno de amor y cariño, por el apoyo constante y desinteresado inculcándome perseverancia para lograr mi desarrollo personal y profesional.

A mi pequeña hija Daniela, que por medio de su alegría me motivó a culminar la presente investigación.

Jessica

Agradecimiento.

A mis padres, por su apoyo incondicional en todo momento.

A mi compañero de vida, por su guía y apoyo en el desarrollo de esta investigación.

Jessica

Índice de contenidos.

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	12
3.1. Tipo y diseño de investigación.	12
3.1.1. Tipo y diseño de investigación.....	12
3.2. Variables y operacionalización.	12
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	14
3.3.1. Población.....	14
3.3.2. Muestra	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	16
3.4.1. Instrumentos metodológicos	16
3.4.2. Instrumentos de ingeniería	17
3.5. Procedimientos.	17
3.6. Aspectos Éticos.....	19
IV. RESULTADOS.....	20
V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....	36
VI. CONCLUSIONES	40
VII. RECOMENDACIONES	41
VIII. REFERENCIAS	42
ANEXOS.....	48

Índice de tablas.

Tabla 1. Distribución de la muestra a ensayar.....	14
Tabla 2. Propiedades física y mecánicas del alambre galvanizado.....	20
Tabla 3. Características de los materiales en la elaboración del concreto patrón.....	21
Tabla 4. Resistencia promedio.....	22
Tabla 5. Volumen unitario de agua de diseño.....	23
Tabla 6. Contenido de aire.....	23
Tabla 7. Relación Agua / Cemento Por Resistencia.....	23
Tabla 8. “Contenido de agregado grueso = (volumen de agregado grueso de la tabla) / (peso unitario seco y compactado del agregado grueso) kg/m ³ ”.....	25
Tabla 9. Volúmenes Absolutos de Materiales.....	25
Tabla 10. Diseño en estado seco.....	26
Tabla 11. Corrección de humedad de agregados.....	26
Tabla 12. Aporte de agua a la mezcla.....	26
Tabla 13. Proporcionamiento del diseño en peso.....	27
Tabla 14. Cálculo de volúmenes de material para 6 vigas.....	28
Tabla 15. Resultados prueba de resistencia a la flexión siete (7) días concreto patrón.....	29
Tabla 16. Resultados prueba de resistencia a la flexión siete (14) días concreto patrón.....	29
Tabla 17. Resultados prueba de resistencia a la flexión siete (28) días concreto patrón.....	30
Tabla 18. Resultados prueba de resistencia a la flexión siete (7) días concreto patrón + 1% de grapas.....	30
Tabla 19. Resultados prueba de resistencia a la flexión siete (14) días concreto patrón +1% de grapas.....	31
Tabla 20. Resultados prueba de resistencia a la flexión siete (28) días concreto patrón +1% de grapas.....	32
Tabla 21. Resultados prueba de resistencia a la flexión siete (7) días concreto patrón +3% de grapas.....	32
Tabla 22. Resultados prueba de resistencia a la flexión (14) días concreto patrón +3% de grapas.....	33
Tabla 23. Resultados prueba de resistencia a la flexión siete (28) días concreto patrón +3% de grapas.....	33
Tabla 24. Promedio de resistencia a flexión de los concretos patrón, 1% y 3%.....	34
Tabla 25. Ensayos de Laboratorio para la Recolección de Datos.....	50
Tabla 26. Análisis granulométrico de grava y módulo de finura.....	54
Tabla 27. Análisis granulométrico de arena.....	57
Tabla 28. Peso específico y absorción del agregado grueso.....	59
Tabla 29. Peso específico del agregado grueso.....	61
Tabla 30. Peso unitario compactado y suelto de agregados.....	62
Tabla 31. Peso unitario compactado y suelto de agregados.....	63
Tabla 32. Contenido de humedad ASTM d-2216-71.....	65
Tabla 33. Peso específico del cemento.....	65
Tabla 34. Datos del agregado fino.....	65
Tabla 35. Datos del agregado grueso.....	66
Tabla 36. Resistencia promedio.....	66
Tabla 37. Volumen unitario de agua de diseño.....	67
Tabla 38. Contenido de aire.....	68
Tabla 39. Relación Agua / Cemento Por Resistencia.....	68
Tabla 40. Contenido de agregado grueso = (volumen de agregado grueso de la tabla) / (peso unitario seco y compactado del agregado grueso) kg/m ³	70
Tabla 41. Volúmenes Absolutos de Materiales.....	71

Tabla 42. Diseño en estado seco	71
Tabla 43. Corrección de humedad de agregados	72
Tabla 44. Aporte de agua a la mezcla.....	72
Tabla 45. Proporcionamiento del diseño en peso.	72
Tabla 46. Cálculo de volúmenes de material para 6 vigas.....	73
Tabla 47. Resultados de slump en muestras ensayadas.....	82
Tabla 48. Valores de resistencia a la compresión del concreto patrón obtenidos a los 7, 14 y 28 días.	83
Tabla 49. Características y cargas soportadas, vigas elaboradas para concreto patrón.	86
Tabla 50. Características y cargas soportadas, vigas elaboradas para concreto + 1% de grapas.....	87
Tabla 51. Características y cargas soportadas, vigas elaboradas para concreto + 3% de grapas.....	87
Tabla 52. Resistencia a la compresión promedio.	88
Tabla 53. Consistencia y asentamientos.	89
Tabla 54. Volumen unitario de agua de diseño	89
Tabla 55. Contenido de aire.....	90
Tabla 56. Relación Agua / Cemento Por Resistencia	90
Tabla 57. Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto.....	91

Índice de figuras

Figura 1. Esquema volumétrico de la viga	27
Figura 2. Promedio de resistencia a flexión de los concretos patrón, 1% y 3%	34
Figura 3. Proceso de tamizado Agregado Grueso.....	53
Figura 4. Curva granulométrica – agregado Grueso	55
Figura 5. Proceso de tamizado Agregado Fino	56
Figura 6. Curva granulométrica – agregado fino	58
Figura 7. Peso seco de muestras.	60
Figura 8. Peso unitario de agregado fino	63
Figura 9. Secado de muestras en horno.....	64
Figura 10. Esquema volumétrico de la viga.	73
Figura 11. Púa que se extraerá de Alambre galvanizado usado para cercos de seguridad y que será adicionado al concreto patrón en 1% y 3%.	75
Figura 12. Extracción de fibra metálica tipo púas	75
Figura 13. Elaboración de vigas prismáticas del concreto patrón.	77
Figura 14. Elaboración de vigas prismáticas del concreto $f'c=210$ kg/cm ² + 3% de grapas de alambre galvanizado.	79
Figura 15. Curado de especímenes con agua.....	80
Figura 16. Medición del Slump en concreto patrón $f'c=210$ kg/cm ²	81
Figura 17. Ensayo de resistencia a la compresión en concreto patrón $f'c=210$ kg/cm ²	83
Figura 18. Esquema de colocación del espécimen en la máquina de ensayo de flexión.	84
Figura 19. Ensayo de resistencia a la flexión en concreto patrón $f'c=210$ kg/cm ²	85
Figura 20. Ensayo de resistencia a la flexión en concreto patrón $f'c=210$ kg/cm ² a los 28 días.	85

RESUMEN

El presente estudio de investigación promueve el uso de otros materiales alternativos como es el alambre galvanizado, se propone la incorporación del alambre de púas galvanizado de cuatro puntas al concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Tuvo como objetivo general analizar la resistencia a la flexión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 1% y 3% con alambre galvanizado. La metodología empleada es el enfoque cuantitativo, tipo de investigación aplicada y el nivel de investigación experimental, como población y muestra se analizaron 27 viguetas de concreto, los resultados y conclusiones obtenidas son que el concreto patrón tuvo una resistencia promedio a la flexión de 44.81 kgf/cm^2 , el concreto adicionado con 1% con alambre galvanizado tuvo 56.44 kgf/cm^2 y el concreto adicionado con 3% de alambre galvanizado tuvo 52.58 kgr/cm^2 , lo cual se demuestra que la adición de 1% de alambre galvanizado presentó la mayor resistencia a la flexión. Que el concreto patrón, a los 7 días presentó una resistencia promedio a la flexión de 31.82 kgr/cm^2 , a los 14 días 49.61 kgr/cm^2 , a 28 días tuvo 52.99 kgr/cm^2 , con promedio general fue de 44.81 kgr/cm^2 . El concreto adicionado al 1% con alambre galvanizado, a los 7 días tuvo resistencia promedio a la flexión de 48.23 kgr/cm^2 , a los 14 días 57.82 kgr/cm^2 , y los 28 días 63.26 kgr/cm^2 , con un promedio general de 56.44 kgr/cm^2 . Que el concreto adicionado al 3% con alambre galvanizado, a los 7 días presentó una resistencia promedio a la flexión de 45.46 kgr/cm^2 , a los 14 días 51.92 kgr/cm^2 , y los 28 días 60.35 kgr/cm^2 , con un promedio general de 52.58 kgr/cm^2 .

PALABRAS CLAVE. Resistencia a la flexión, alambre galvanizado, ensayo a flexión, concreto, agregados.

ABSTRACT

This research study promotes the use of other alternative materials such as galvanized wire, and proposes the incorporation of galvanized four-point barbed wire to concrete $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. The general objective was to analyze the flexural strength of concrete $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ with the addition of 1% and 3% galvanized wire. The methodology used is the quantitative approach, applied research type and experimental research level. As population and sample 27 concrete joists were analyzed, the results and conclusions obtained are that the standard concrete had an average flexural strength of 44.81 kgf/cm^2 , the concrete added with 1% with galvanized wire had 56.44 kgf/cm^2 and the concrete added with 3% galvanized wire had 52.58 kgr/cm^2 , which shows that the addition of 1% galvanized wire presented the highest flexural strength, that the standard concrete, at 7 days had an average flexural strength of 31.82 kgr/cm^2 , at 14 days 49.61 kgr/cm^2 , at 28 days had 52.99 kgr/cm^2 , with an overall average of 44.81 kgr/cm^2 . The concrete added at 1% with galvanized wire, at 7 days had an average flexural strength of 48.23 kgr/cm^2 , at 14 days 57.82 kgr/cm^2 , and at 28 days 63.26 kgr/cm^2 , with an overall average of 56.44 kgr/cm^2 . That the concrete added at 3% with galvanized wire, at 7 days presented an average flexural strength of 45.46 kgr/cm^2 , at 14 days 51.92 kgr/cm^2 , and at 28 days 60.35 kgr/cm^2 , with an overall average of 52.58 kgr/cm^2 .

KEYWORDS. Flexural strength, galvanized wire, flexural test, concrete, aggregates.

I. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas el concreto conocido también como hormigón es el elemento de construcción más usado a nivel mundial para la construcción de edificios, por sus características de resistencia y durabilidad, conforme pasa el tiempo la tecnología y los procesos constructivos mejoran y avanzan, es por eso, considero necesario ir realizando más estudios e innovando en la incorporación de nuevos materiales que le permitan al concreto adquirir nuevas características o mejorar las que posee. Los materiales tradicionales que lo componen al concreto son el cemento portland, los áridos o agregados, el agua y el aire, las propiedades de resistencia varía según las proporciones de estos materiales. Podemos ver que el reforzamiento del concreto se puede lograr mediante la adición de otros materiales que frecuentemente no se usan en construcción se está implementando desde hace varias décadas, al respecto, se han encontrado varias aplicaciones de adición de objetos ferrosos y galvanizados con la finalidad de dar reforzamiento a los concretos ciclópeos y de estructura, y que en la actualidad se constituye como materia de análisis y estudio por empresas constructoras y las universidades a través de programas de investigación, lo cual está conllevando a logros significativos en esta importante industria (Sachinpreet, 2017).

El proceso de añadir un material duro como alambre galvanizado en el concreto se busca mejorar las características como la resistencia a la fuerza a la flexión (Ghasemi, Yahya, 2017). No obstante, en la construcción se utilizan estos materiales sin considerar sus características, esto está conllevando a la generación de un significativo nivel de incertidumbre cuando se trata de diseñar y aplicar el concreto, debido a que ello conduce a problemas de estructura por falta de conocimiento de las propiedades de sus elementos estructurales, no se puede conocer ni garantizar cómo influirá el alambre galvanizado en el concreto (Kolase, 2015). En Perú, la adición de materiales como el alambre galvanizado en el concreto no es normal y se desconoce su aplicación y, por lo tanto, es considerado como una nueva tecnología en esta industria, generalmente el alambre galvanizado se utiliza

en construcciones rústicas como medio de protección y los sobrantes son desechados.

En ese sentido, la presente investigación tiene como finalidad la demostración de que se pueden innovar con nuevas tecnologías en la elaboración del concreto, llevar nuevos estudios específicamente con métodos de diseño novedosos en el campo de la construcción, nuevos elementos que se puedan adicionar y nuevas dosis; al no disponer de nuevas investigaciones, generalmente, se estila aplicar el concreto común o también llamado tradicional, se espera que tecnologías novedosas en la industria de construcción provengan desde otros países, y no se busca el desarrollo de la producción local. En la actualidad se estudia los efectos del concreto con el remplazo de los agregados y la adición de diferentes materiales en determinados porcentajes, como es el caso de los aceros en sus diferentes presentaciones una de ellas son las fibras metálicas, estos estudios buscan mejorar la resistencia, durabilidad y otras propiedades. En este estudio buscamos evaluar si al adicionar alambre de púas se logra optimizar las propiedades resistentes del concreto convencional, y de esa manera beneficiar economía de la población al lograr mejores resistencias con materiales reciclados, como también el reúso de materiales de desecho. En ese sentido he desarrollado la presente investigación con el objeto de poder evaluar el comportamiento de las propiedades resistentes mediante la prueba de medición de resistencia a la flexión en viguetas de un concreto tradicional o patrón sumando a ello porcentajes del 1% y el 3% de alambre galvanizado de púas con cuatro puntas, y usando un cemento Tipo I de uso general. Luego de analizado el problema planeamos la **Formulación de problema general**. ¿Cuál será el comportamiento del concreto de calidad $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con la adición del 1% y del 3% con alambre galvanizado?, también identificamos los **problemas específicos PE1**: ¿Cuáles serán las propiedades de los materiales empleados en la preparación del concreto patrón y del alambre galvanizado?, **PE2**: ¿Cuál será el diseño de mezcla del concreto patrón y el concreto con adición del 1% y del 3% con alambre galvanizado? y **PE3**: ¿Cómo serán las propiedades mecánicas del concreto con la adición del 1%

y 3% con alambre galvanizado?. La **Justificación** del presente estudio de investigación: Este estudio se justifica teóricamente porque se va a alcanzar las teorías que fundamentan los diseños de mezclas, a las pruebas de laboratorio como la resistencia a la flexión del concreto, alcanzará investigaciones que hayan estudiado objetivos similares y que van a fundamentar futuras investigaciones con adiciones porcentuales de alambre galvanizado en formas de púas con cuatro puntas, con un diseño estructural que van con la aplicación de esfuerzos de flexión. Se justifica metodológicamente porque se alcanzarán los procesos metodológicos de los diseños de mezcla, de la preparación del alambre galvanizado, y la información de las resistencias a la flexión. Se justifica socialmente porque la sociedad será beneficiada porque se evalúa la resistencia a la flexión mejorada del concreto patrón con la incorporación de alambre galvanizado, con lo cual se podrá reducir los riesgos en las diferentes estructuras, se podrían diseñar estructuras con mayor índice de seguridad, resistentes y duraderas de la misma forma los investigadores podrán usar este estudio como ayuda para futuras investigaciones. Se justifica económicamente porque el costo del concreto podría reducirse debido a la adición del alambre galvanizado usado y que generalmente es de desecho, en ese sentido, el costo presupuestal para estas partidas que involucren este tipo de concreto podrían reducirse significativamente.

Se justifica técnicamente porque se alcanzará las especificaciones técnicas con los estándares para concreto adicionado con púas de alambre galvanizado, se conseguirá el diseño de la mezclas en función a la Norma "ACI 211", y para la calidad del concreto se alcanzarán la metodología de los ensayos de resistencia a la flexión en función a lo normado en la NTP 339.079. Asimismo, se justifica por su importancia debido a que va a innovar las características del concreto patrón o tradicional, proporcionando una contribución significativa a la ingeniería civil, ya que, tanto las empresas constructoras como las universidades podrán tomarla como método de aplicación de nuevos diseños de concretos cuya resistencia a la flexión sea de valor superiores a los del concreto patrón. En este estudio planeamos el

objetivo general: “Observar el comportamiento de un concreto de calidad $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 1% y 3% de alambre galvanizado” y como **objetivos específicos:** **OE1:** Determinar las características de los materiales empleados en la elaboración del concreto patrón y alambre galvanizado, **OE2:** Elaborar el diseño de mezcla del concreto patrón y del concreto con adición del 1% y 3% con alambre galvanizado y **OE3:** Evaluar las propiedades físicas y mecánicas del concreto con la adición del 1% y 3% con alambre galvanizado. Proponiendo como **Hipótesis general.** Las características físicas mecánicas del concreto con adición de distintos porcentajes de alambre galvanizado, mejora comparativamente la resistencia de un concreto patrón de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

II. MARCO TEÓRICO

En el presente estudio luego de analizar diferentes estudios de investigación sobre el tema podemos mencionar a antecedentes internacionales. Como **Qingfu et al (2020)**. En el artículo de investigación titulado “Estudios experimentales y teóricos sobre el comportamiento a flexión de vigas de hormigón armado de acero inoxidable” realizado por la Escuela de Ingeniería en Conservación del Agua, de la Universidad de Zhengzhou, China, los investigadores se plantearon como objetivo realizar estudios experimentales y teóricos sobre el comportamiento de la flexión de vigas de hormigón armado con acero inoxidable. Concluyeron que, en el plano comparativo con el refuerzo de acero ordinario, el refuerzo de acero inoxidable presentó mayor resistencia, mayor índice de fluencia, mayor alargamiento y módulo elástico levemente más bajo. En las pruebas de flexión y cortante, los refuerzos de acero inoxidable mostraron buen mecanismo de trabajo compartido con el concreto. Respecto a las vigas de concreto armado de acero ordinarias, las vigas de concreto adicionado con acero inoxidable demostraron mayor capacidad de carga última. En las mismas condiciones de refuerzo, la relación de capacidad de carga última entre dos tipos de vigas de hormigón armado de acero fue 1,40 en la prueba de flexión y 1,32 en la prueba de cortante, no obstante, las vigas de concreto armado de acero inoxidable fueron propensas a fallas por fragilidad debido a la alta relación de refuerzo. **Herscovicid, Roehle & Sánchez (2019)** en el artículo denominado “Experimental studies of short concrete reinforced steel fiber beams under bending”. Se plantearon el objetivo de realizar una investigación experimental del hormigón reforzado con fibra de acero bajo flexión. Concluyeron que el ensayo en 24 vigas de hormigón con secciones transversales de 15cm x 15cm, fueron divididos en dos grupos de 12 vigas. El Grupo I tuvo un contenido de fibra de acero de 40 kg/m³, mientras que el Grupo II utilizó 60 kg/m³ de fibras de acero. Las pruebas consideraron tres conjuntos de longitudes de haz: 300 mm, 500 mm y 800 mm. Los haces fueron sometidos a flexión con el objetivo de investigar las tensiones de cizallamiento, flexión, energía de deformación, tenacidad, efecto de escala y energía de fractura. El grupo II mostró una resistencia levemente

más alta a la ruptura que el grupo I. No obstante, cuanto menor fue la longitud, mayor fue la influencia del contenido de fibra. El mayor contenido de fibra le dio al hormigón una mayor resistencia cuando se sometió a flexión y cizallamiento, especialmente para las longitudes más pequeñas. La tensión como la energía de fractura mostraron diferencias considerables para longitudes más pequeñas, pero son casi las mismas para los haces de 800 mm. La tenacidad mostró una mejora en los haces más largos y una reducción de esta propiedad en el haz más corto del Grupo II. **Carrillo; Cárdenas & Aperador (2017)**, en el artículo denominado “Flexural mechanical properties of steel fiber reinforced concrete under corrosive environments”, realizado en la Universidad de Chile; se plantearon como objetivo general analizar las características mecánicas a la flexión del concreto con refuerzo de fibras metálicas sujeto a medios corrosivos. Tipo de investigación fue experimental, longitudinal, aplicaron laboratorio a 54 muestras de concreto fortalecido con fibras de acero y dosificados con fibras de 30 kg/m³ y 60 kg/m³. Concluyeron que las propiedades mecánicas del concreto con añadidura de fibras de acero se vieron afectados, en lugar del acuoso medio ambiente A1, debido al efecto del cloruro iones (Cl), que demostraron capacidad de reaccionar con el oxígeno, esto provocó la disminución del diámetro de las fibras, los cuales fomentaron las tensiones de tracción en la matriz, que indujeron a la aparición de grietas y posterior degradación de los elementos estructurales. No obstante, los efectos no se apreciaron claramente; sólo efectos de reducción leves de hasta el 11% se observaron en la fuerza de flexión y parámetros mecánicos de rendimiento. Que las ecuaciones propuestas se aplicaron para hormigones con peso normal, peso de masa unitaria con variación de 2250kg/m³ y 2350kg/m³ fuerza compresivo que va de 35 MPa y 45 MPa, con fibra de acero de punta enganchada con resistencia a la tracción de 1345 MPa y valores de que estuvieron entre el 24,8% y el 49,7%. **Sachinpreet (2017)** en artículo denominado “Study of Characteristics Strength of Concrete with Steel Fibre”, realizada en la universidad Lovely Professional University, India; se planteó el objetivo general de su investigación determinar las características de la resistencia del concreto adicionado con fibra de acero. La investigación

fue de tipo experimental, continua, trabajó con 36 muestras. y Concluyó que el resultado del comportamiento de compresión del hormigón armado con fibras de acero, la tenacidad del hormigón aumentó proporcionalmente con el incremento de la cantidad de fibra de acero. Que el aumento de la dureza fue directamente proporcional al índice de refuerzo. Como también determino que las propiedades de la resistencia a la compresión del hormigón de alta resistencia se incrementaron con el aumento de la incorporación del porcentaje de fibra la resistencia máxima del hormigón de alta resistencia a 7,5 después de 7, 14 y 28 días. Otro resultado que obtuvo fue que la resistencia a la tracción del hormigón de alta resistencia se incrementó también con el aumento del porcentaje de fibra, la resistencia máxima del hormigón de alta resistencia a 7,5 después de 7, 14 y 28 días. Después de cada adición de contenido de fibra en la mezcla de hormigón, se redujo la trabajabilidad en 6.8%, que el desarrollo de grietas se redujo en 7.9% con la adición de fibra de acero. **Pacheco (2016)**, En el trabajo de investigación para optar su grado, titulada "Resistencia a compresión axial del concreto $f'c = 175$ kgr/cm² incorporado diferentes porcentajes de viruta de acero y ensayadas a diferentes edades realizado en la Universidad Privada del Norte 2016", Trujillo, la cual buscó determinar el impacto de la asignación de diferentes proporciones de viruta de acero y su incidencia en la resistencia a la flexión de un concreto $f'c=175$ kgr/cm² evaluadas a diferentes edades en el espacio en estudio. La investigación fue de tipo experimental, explicativo, continuo. Trabajó con 36 muestras. Concluyendo que con la adición del 2% de la viruta de acero se logró como resultado la resistencia de 190.79kg/cm², al sumar el 4% la resistencia alcanzó 176.95 kg/cm² y al añadir el 6% del mismo aditivo, se obtuvo 202.26 kg/cm². Concluyó que el concreto con la adición de virutas de acero obtuvieron mejor resistencia que el concreto tradicional $f'c=175$ kgr/cm² en los diversos tiempos analizados. En los Antecedentes nacionales revisados mencionamos los estudios de **Peralta (2019)** en la investigación titulada "Aplicación de viruta de acero para mejorar la resistencia del concreto en la Av. los Rosales, Urb. Shangrila Puente Piedra 2019", elaborada para la Universidad César Vallejo, Lima, Perú. Se planteo el objetivo general aplicar

la adición de viruta de acero con fines de mejora de la resistencia de concreto en el espacio en estudio. su investigación fue de tipo experimental, continua y aplicada. Trabajó con 36 muestras de concreto. Obtuvo el resultado que la resistencia a la flexión con carga en la parte media, añadiendo a la mezcla 8 y 10% de viruta de acero, se tuvo que la materia añadida mejoró las características mecánicas del concreto. Que las principales resistencias a la flexión se presentaron en los ensayos con 8% de viruta. Concluyó que la resistencia a la flexión fue un instrumento que otorgó ventajas a la investigación y en el estudio realizado en el laboratorio, que la aplicación del aditivo estudiado permitió aumentar el tiempo de duración de los componentes del concreto, lo cual afectó claramente en la reducción de fallas y fisuras.

Salcedo (2019), En su investigación de tesis denominada “Influencia de las fibras de acero en el concreto para pavimentos rígidos en el distrito La Victoria - Lima, 2019”, realizada en la Universidad César Vallejo, Lima; Propuso como objetivo general el establecer el impacto de la adición de las fibras de acero o aditivo en el concreto para pavimentos rígidos en el espacio en estudio. Esta investigación tuvo la metodología de tipo experimental y continua, de diseño pre experimental. En sus resultados obtuvo que cuando adicionó las fibras de acero mostraron influencia en el diseño de mezcla y con la adición de las fibras de acero al concreto mejoró la resistencia pasando del valor del concreto patrón de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ a $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$, en ese sentido, redujo el volumen de materiales y diseñaron un $f'c$ de menor resistencia con la finalidad de igualar su resistencia con la adición del aditivo. Que se obtuvieron en las pruebas de resistencia a la flexión del concreto añadiendo fibras y del concreto sin la adición de los elementos indicados, el ensayo se hizo con concreto en forma de viga, al respecto. Concluyó que las fibras adicionadas al concreto incrementaron la resistencia a la flexión en un 25% a la edad de 28 días.

Aureliano (2018) en la investigación denominada “Influencia de acero trefilado y plastificante en el mejoramiento de flexión y compresión del concreto usado para pavimentos rígidos, Trujillo, 2018” llevada a cabo en la Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú; Planteó el objetivo: la determinación de la influencia del acero trefilado y el plastificante en el

concreto con fines de mejora de resistencia a flexión empleado posteriormente el concreto mejorado en pavimentos rígidos. El tipo de metodología de la investigación fue experimental y continua, de diseño pre experimental. Obtuvo como resultado que la resistencia promedio a la edad de los 28 días fue de 44 kg/cm² y las vigas con aditivo con el 20% de reducción de agua y una cantidad de 20 kg/m³ de Acero Trefilado y 0.75% del plastificante obteniendo una resistencia a los 28 días de 68 kg/cm², los cuales fueron usados para el diseño del pavimento rígido económico, uniformidad y buena resistencia que se obtuvo con estos porcentajes. Concluyó que los costos antes y después de la aplicación de aditivos en el concreto usado para pavimentos rígidos fue de s/ 4.06 por m² de concreto y se redujo el agua en un 20% y la utilización de 20 kg/m³ de acero trefilado y 0.75% del Plastificante. **Arcondo y Mercado (2017)** en el informe científico de grado denominada "Evaluación comparativa de la resistencia a la tracción y revenimiento de un concreto f'c=210 kg/cm² adicionado con fibras de alambre galvanizado en forma de púas vs rectilíneas con ganchos, en porcentajes de 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%", ejecutada en la Universidad cusqueña. El objetivo planteado fue de comparar entre las variables de resistencia de tracción y la variable de revenimiento de un concreto patrón, la incorporación de las fibras de alambre galvanizado en diferentes cantidades de "0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%". La metodología de tipo de investigación fue experimental y continua, de diseño pre experimental. Trabajó con 60 muestras. Concluyó que el revenimiento del concreto añadido con clavos de acero con grapas en tres dimensiones disminuyó en función al concreto base. Que se estableció que el porcentaje de adición del 1.5% fue el más adecuado, el que aumentó más las propiedades de resistencia que en los 03 casos de estudio para los concretos patrones. **Abanto (2017)** en el trabajo científico denominado "Resistencia mecánica del concreto f'c=210 kg/cm² con la adición de fibras de acero Dramix y SIKA.", llevada a cabo en la Universidad Privada del Norte, ciudad de Cajamarca, Perú; El investigador propuso como objetivo de establecer la diferenciación de la resistencia mecánica del concreto patrón en función a la adición del 1.0% y el 1.5% con fibras de acero DRAMIX y SIKA. La

metodología en esta investigación fue de tipo experimental y continua, el diseño pre experimental, trabajó con 36 muestras. Los resultados obtenidos son que la adición de 1% de fibras de acero Dramix, se logró una resistencia de 195.55 kg/cm² en el tiempo de 7 días, 262.47 kg/cm² a la edad de 14 días, una resistencia de 283.74 en el tiempo de 28 kg/cm². Debido al incremento del material aditivo o añadido, también se incrementó la resistencia compresión axial; cuando se añadió 1.5%, en el tiempo de 7 días se alcanzó una resistencia de 210.27 kg/cm², en el tiempo de 14 días alcanzó una resistencia de 268.14 kg/cm² y, en el tiempo de 28 días se alcanzó a la resistencia de 298.22 kg/cm², se pudo observar que superó en 40% a la resistencia patrón en el tiempo de 28 días. Concluyo que la agregación de las fibras de acero en los porcentajes mostrados fueron de gran importancia para este ensayo ya que aportó una gran resistencia al concreto. **Medina y Pumaricra (2019)** En estudio de grado titulado “Elaboración de concreto hidráulico para pavimentos adicionando viruta de acero para la mejora de sus propiedades mecánicas”, realizada en la Universidad Del Santa, Nuevo Chimbote, Perú; se planteó el objetivo de preparar un concreto hidráulico para pavimentos añadiendo viruta de acero, con la finalidad de mejorar las características mecánicas. Su Metodología empleada fue de tipo de investigación experimental, continua y de diseño pre experimental, trabajó con 27 muestras. Tuvo como resultado que cuando se añadió 10% de viruta de acero las propiedades de la resistencia a la compresión y a la tracción mejoraron sus propiedades, lo cual se incrementó hasta 103.86% de resistencia a la compresión en función al concreto patrón. Con referencia a la resistencia a la flexión se logró que con el 12% de adición de viruta de acero se obtuvo los resultados muy altos del módulo de rotura. Concluyó que la resistencia a la compresión en el tiempo de 28 días, los ensayos de las muestras con diferentes cantidades adicionados con las virutas de aceros dieron los siguientes resultados: para el 6% resultó el 361.50 kg/cm², Con el 8% se obtuvo 363.50 kg/cm², con el 10% se obtuvo 372.33 kg/cm², con el 12% se obtuvo el 367.50 kg/cm², y para la muestra patrón 358.50 kg/cm². Que los módulos de rotura alcanzados a la edad de los 28 días, fueron de

45.11 kg/cm² para 6%, 45.68 kg/cm² para el 8%, y 46.35 kg/cm² para el 10%,
46.52 kg/cm² para el 12%, y 44.9 kg/cm² para la muestra patrón.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación.

3.1.1. Tipo y diseño de investigación.

Según el punto de vista es de enfoque cuantitativo, de tipo de investigación aplicada debido a que se usó los conocimientos teóricos y prácticos para manipular la variable independiente y medir los resultados en la variable dependiente, (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). El Nivel de investigación es experimental por que se realizaron experimentos con los concretos en diversas etapas de tiempos, a los siete, catorce y veintiocho días y la lectura de varias mediciones (Hernández, 2019). El diseño del trabajo de investigación fue del tipo experimental porque se elaboraron las vigas de concreto patrón y con las adiciones correspondientes de alambre galvanizado, ello significa, manipulación de la variable independiente para luego medir los resultados en la variable dependiente (Hernández, Fernández, y Baptista, 2014). Se elaboraron un tipo de concreto denominado patrón, es decir, sin adición de alambres galvanizados con púas, luego se elaboraron dos tipos de concretos, el primero con adición de 1% de alambre galvanizado y el segundo con adición de 3% de alambre galvanizado. Elaborado el concreto se puso en molde en forma de viga, luego se determinaron las resistencias a la flexión a los 7 días, 14 días y 28 días. La metodología se presenta en modo grafico en el anexo 08.



M1 = Cantidad de Viguetas.

Xi = Alambre galvanizado. (Variable independiente).

O1 = Cantidad de Viguetas.

Yi = Resistencia a la Flexión del concreto (Variable dependiente).

3.2. Variables y operacionalización.

Esta variable viene a ser alambre galvanizado, que se va a adicionar en porcentajes del 1% y 3%. Y la resistencia a la flexión del concreto $f_c=280$

kg/cm² es la variable dependiente que es el esfuerzo que va a soportar una viga.

Variable independiente: Alambre galvanizado

Definición conceptual: El alambre de púas es un material de acero galvanizado, ha sido diseñado para reforzar la seguridad de las propiedades mediante la modalidad de cercas. El alambre galvanizado presenta púas como medio de reforzamiento de la seguridad ante cualquier invasión externa, es muy eficiente en impedir invasiones o intromisiones.

Definición operacional: La composición química del alambre indica que contiene entre 0.0068% y 0.070 de carbono, 0.300 a 0.310 % de magnesio, 0.030% a 0.040% de fósforo, 0.035% a 0.045% de Azufre, y 0.075%, a 0.085% de silicio. Adicionamos al concreto en 1% y 3% y obtener la medida de la resistencia a flexión.

Dimensiones: Porcentajes del alambre galvanizado

Indicadores: Peso en kilogramos de los materiales

Instrumentos: ordinal.

variable dependiente: Resistencia a la flexión del concreto

Definición conceptual: El concreto es una mezcla de cemento, agregado, agua, aire y aditivos (alambre galvanizado), Resistencia a la flexión del concreto, es una característica mecánica que lo aplicamos a una viga a diferentes días 7, 21 y 28 días y luego de medirlo no va dar la resistencia en kilogramos por cm²

Definición operacional: Medida de elemento o un miembro estructural a las fuerzas uniaxiales con alambre galvanizado de cuatro puntas en diferentes dosificaciones, se medirá las características mecánicas en una viga a diferentes edades 7, 21 y 28 días y luego de medirlo en las unidades de resistencia en kilogramos por cm²

Dimensiones: Resistencia a los 7 días. Resistencia a los 14 días.

Resistencia a los 28 días.

Indicadores: Ensayo resistencia a la flexión kg/cm²

Instrumentos: ordinal

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.

3.3.1. Población

Descripción de la población:

Para la investigación, la población fue conformada por 27 viguetas de concreto adicionado con fibras de alambre galvanizado en formas de púas con cuatro puntas en porcentajes de 1.0% y 3.0 %. Las cuáles serán sometidas a ensayo flexión (NPT 339.078).

3.3.2. Muestra

Descripción de la muestra: En este trabajo consideramos a la muestra igual que la población de 27 viguetas de concreto y estuvo estructurada por muestras de concretos con los materiales empleados cemento tipo I, agregado grueso, agregado fino y agua a las cuales se les añadió fibras de alambre galvanizado en formas de púas de cuatro puntas con proporciones de 1.0% y 3.0%.

Cuantificación de la muestra y unidades de análisis

La metodología de evaluación de la presente investigación fue la prueba a flexión del concreto, utilizan una viga simple cargada en los tercios de la luz, en estos puntos se variaron las proporciones de alambre galvanizado en forma de púas consiguiendo una cantidad de 27 especímenes.

Tabla 1. Distribución de la muestra a ensayar.

Concreto patrón f _c =210kg/cm ²			Concreto f _c =210kg/cm ² + 1% de púas de acero galvanizado de 4 puntas			Concreto f _c =210kg/cm ² + 3% de púas de acero galvanizado de 4 puntas		
Rotura 07 días	Rotura 14 días	Rotura 28 días	Rotura 07 días	Rotura 14 días	Rotura 28 días	Rotura 07 días	Rotura 14 días	Rotura 28 días
3 und	3 und	3 und	3 und	3 und	3 und	3 und	3 und	3 und

Fuente. Ensayo de laboratorio

Muestreo

Según (Hernández, Fernández y Baptista, 2019) existen 2 tipos de técnica para el muestreo que son el tipo probabilístico y el tipo no probabilístico. En la muestra no probabilísticos la elección de los materiales no pende de la probabilidad, sino de principios vinculados con las características de la investigación o los designios del investigador. Con la finalidad de seleccionar a cada uno de los elementos de la muestra se ha aplicado el tipo de muestreo no probabilístico porque cada unidad de muestra ha sido elaborada en forma de viga de concreto por la investigadora, estas vigas han cumplido con las características específicas requeridas para un ensayo de laboratorio como prueba de resistencia a la flexión del concreto objeto estudiado.

Criterios de evaluación de la muestra

En el caso de los procesos de valoración de la muestra se ha considerado lo siguientes aspectos: Fueron sometidos a ensayos de flexión del concreto de acuerdo con la normativa NTP 339.059. se han sometido a ensayo de las briquetas a los 7, 14 y 28 días después de elaborado el concreto en forma de viga. Se adicionaron en peso los alambres galvanizados en porcentajes de 0% (al concreto patrón no se le adicionó nada) 1.0% y 3%. La prueba de revenimiento fue realizada aplicando el método del Cono de Abrams. También se confirmaron la correcta representación concluyente de las muestras impidiendo que estas muestren o presenten cangrejas y evitando a las viguetas que tengan dichas cangrejas. Se tomó en cuenta solo a los datos e información de las muestras que presentaron las fallas apropiadas en el instante de ejecutar las pruebas de laboratorio.

Criterios de inclusión:

Criterios de inclusión del agregado: los agregados gruesos y agregados finos se obtuvieron de una cantera activa, y muy utilizada. Se utilizó agregados cuyo tamaño máximo nominal fuera de $\frac{3}{4}$ ". Se realizaron una gradación adecuada y pertinente del agregado fino y grueso con fines de análisis de las granulometrías, es decir, se tuvo en cuenta la normativa NTP 400.012. Los

agregados cumplieron con los términos y parámetros determinados por dicha norma.

Criterios de inclusión del cemento

- Se utilizó en el diseño de muestra al cemento de marca SOL. y
- Se utilizó cemento o aglomerante del tipo Portland I.

Criterios de inclusión del agua

- Se ha utilizado agua potable suministrada por la EPS de la ciudad de Huaraz.

Criterios de inclusión del alambre galvanizado: Fueron seleccionados solo alambre galvanizado simple de marca y que haya sido fabricado con los estándares del mercado. El alambre galvanizado tuvo como diámetro 1.2 mm. La forma de las púas fue punteada con una cantidad de cuatro púas, se obtuvieron alambres galvanizados de las marcas PRODAC, tipo ANDINO PLUS de 250m.

Criterios de inclusión del concreto patrón

- Se seleccionó las vigas de concreto que presentaban una resistencia a la compresión de 210 Kg/cm². y
- Se seleccionó concretos cuyo revenimiento variaba entre 3" a 4".

Unidad de Análisis:

(CENTTY, 2006), tomamos como unidad para el análisis que es el elemento que va a recopilar la información y definirlos adecuadamente a estos elementos, como y a quienes aplicaremos la muestra para la obtención de los datos, las unidades de análisis son las 27 viguetas de concreto.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.4.1. Instrumentos metodológicos

Para la recaudación de datos los instrumentos metodológicos en esta investigación utilizamos fichas y formatos estandarizados por el MTC y la

NTP: Formato para la recaudación de datos de prueba granulométrica de agregado grueso y fino, cada uno por separado (MTC E 204) NTP 400.012, Formato para la recaudación de datos de gravedad específica y absorción agregado grueso y fino, cada uno por separado. (MTC E 205) NTP 400.022, Formato para la recaudación de datos peso unitario agregado grueso y fino, cada uno por separado. (MTC E 204) NTP 400.012, Formato para la recaudación de datos contenido de humedad agregado grueso y fino, cada uno por separado. (MTC E 215) NTP 339.185, Formato para la recaudación de datos dimensiones y características del alambre galvanizado, Formato para la recaudación de datos del revenimiento del concreto. (MTC E 705) NTP 339.035, Formato para la recaudación de datos resistencia a la compresión. (MTC E 704) NTP 339.034 y ASTM C 39- 39M-2005E2 y Formato para la recolección de datos resistencia a la flexión. (MTC E 711) NTP 339.079 y ASTM C 42

3.4.2. Instrumentos de ingeniería

- Balanza.
- Probetas prismáticas de 0.15mx0.15mx0.50m
- Cono de Abrams de medidas estándar.
- Barra de fierro liso de diámetro 5/8", punta redondeada L=60cm
- Tamices.
- Picnómetro.
- Cono de absorción.
- Compactador.
- Recipiente de medida (molde de CBR).
- Mezcladora.
- Cesta con malla de alambre.
- Estufa.

3.5. Procedimientos.

El procedimiento a seguir en el estudio fue:

- Identificación y Recolección de materiales: identificamos las canteras, adquisición de los materiales como el Cemento Sol tipo I, agregado fino, piedra chancada y alambre de púas galvanizado de cuatro puntas.
- Los materiales cementos Sol tipo I y el alambre galvanizado se adquirieron en ferreterías de la ciudad de Huaraz y se trasladaron al laboratorio
- Los agregados se adquirieron de la cantera ubicada en el rio Santa, y llevado al laboratorio
- Seguidamente se realizaron las pruebas para la caracterización de los materiales componentes del concreto.
- En el laboratorio efectuamos los ensayos para para los agregados, que nos sirvieron para adquirir los datos para manufacturar el diseño de mezcla: Contenido de humedad (NTP 339.185), Análisis granulométrico por tamizado (NTP 400.012), Peso unitario de los agregados (NTP 400.017), Peso específico y porcentaje de absorción (NTP 440.022), etc.
- Posteriormente de realizado los ensayos de caracterización de los materiales se provinio a realizar el diseño de mezclas del concreto patrón utilizando el método ACI.
- Ejecuté el diseño de mezcla del concreto con adición del 1% y el 3% del alambre galvanizado, realizando el pesaje y el cálculo de las cantidades que se añadirán a cada vigueta.
- Se procedió con el vaciado del concreto a los 27 moldes de viguetas, según el cuadro de distribución y rotulado, según la norma NTP 339.209.
- Se trasladó a un lugar para el curado respectivo, teniendo en consideración los días para las roturas que fueros a los 7, 14 y 28 días de edad.
- Según los días indicados se procedió a los ensayos a la resistencia a la flexión del concreto patrón y los concretos con adición de alambre galvanizado a los 7, 14 y 28 días y la lectura de la resistencia a la flexiona.
- Los datos adquiridos en el equipo de la máquina de flexión de las mediciones de rotura de las viguetas, fueron llevados a la computadora y procesados con el software de cálculo registrando los diagramas correspondientes a los ensayos.

- Se contrastó los resultados obtenidos con la hipótesis y los antecedentes revisados, y elabore las conclusiones y recomendación.

3.6. Aspectos Éticos.

La autora en el presente estudio de investigación se ha elaborado con la ética profesional y originalidad Reglamento de Propiedad Intelectual de la UCV, 2020), se citan y referencian de acuerdo a lo indicado por la universidad con las normas ISO 690, y con el software Turnitin, el que nos dio el porcentaje permitido por la UCV.

IV. RESULTADOS

Resultado 01: Se Determinó las características de los materiales empleados en la elaboración del concreto patrón y alambre galvanizado.

Alambre Galvanizado.

El alambre galvanizado presenta púas como medio de reforzamiento de la seguridad ante cualquier invasión externa, es muy eficiente en impedir invasiones o intromisiones. La composición química del alambre indica que contiene entre 0.0068% y 0.070 de carbono, 0.300 a 0.310 % de magnesio, 0.030% a 0.040% de fósforo, 0.035% a 0.045% de Azufre, y 0.075%, a 0.085% de silicio. Como resistencia física presenta una resistencia a la tensión como mínimo de 30.0 kgf/cm², resistencia a la rotura entre 350Mpa a 600 Mpa, y lo galvanizado lo adquiere mediante recubrimiento con zinc con un espesor de recubrimiento de 30 gr/m² (Arcondo y Mercado, 2017).

Tabla 2. Propiedades física y mecánicas del alambre galvanizado

Diámetro mm	Resistencia a la tensión kgf/mm ² mínimo	Resistencia a la tensión kgf/mm ² máximo	Capa de Zn gr/cm ² mínimo	Resistencia a la rotura Mpa
2.46 – 2.56	30.0	45.0	25.0	350 - 600
1.89 – 1.96	30.0	45.0	25.0	350 - 600
1.54 – 1.60	30.0	45.0	25.0	350 - 600
1.16 – 1.22	30.0	45.0	25.0	350 - 600
0.84 - 0.90	30.0	45.0	25.0	350 - 600

Fuente: (Arcondo y Mercado, 2017).

Propiedades físicas: las propiedades físicas del alambre galvanizado presentan resistencia a la rotura entre 350Mpa a 600 Mpa, y lo galvanizado lo adquiere mediante recubrimiento con zinc con un espesor de recubrimiento

de 30 gr/m² y Propiedades mecánicas: como propiedad mecánica que presenta resistencia a la tensión como mínimo de 30.0 kgf/cm².

Tabla 3. Características de los materiales en la elaboración del concreto patrón

CEMENTO		
Cemento Portland ASTM Tipo I (SOL)		
Peso específico	3.15	gr/cm ³
AGREGADO FINO		
Peso específico	2650.00	kg/m ³
Porcentaje de absorción (%)	1.39	%
Contenido de humedad (%)	2.10	%
Peso unitario suelto	1634.00	kg/m ³
Peso unitario compactado	1763.00	kg/m ³
Módulo de fineza	3.04	
AGREGADO GRUESO		
Peso específico	2640.00	kg/m ³
Perfil	Angular	
Porcentaje de absorción (%)	0.81	%
Contenido de humedad (%)	0.64	%
Peso unitario suelto	1456	kg/m ³
Peso unitario compactado	1540	kg/m ³
T.M.N. (NTP)	3/4"	
Módulo de fineza	7.26	
AGUA		
Agua Potable	1.00	Kg/lit

Fuente: Ensayos de laboratorio

Interpretación: Del estudio de las propiedades físicas del agregado grueso y fino se tiene que valores obtenidos cumplen con los estándares de acuerdo al método del ACI 211.11, por lo cual son apropiados para la elaboración la mezcla para el concreto $f'c=210$ kg/cm².

Resultado 2: Se elaboro el diseño de mezcla del concreto patrón y el concreto con adición del 1% y 3% con alambre galvanizado.

- a) **Selección de resistencia promedio:** Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de una muestra.

Tabla 4. Resistencia promedio

Resistencia especificada a la compresión, kg/cm ²	Resistencia promedio requerida a la compresión, kg/cm ²
$f'c < 210$	$f'cr = f'c + 70$
$210 \leq f'c \leq 350$	$f'cr = f'c + 84$
$f'c > 350$	$f'cr = f'c + 98$

Fuente: Enrique Rivva López "Diseño de Mezclas"

Para resistencia a la compresión de:

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

$$f'cr = f'c + 84$$

$$f'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$$

- b) **Selección del Tamaño Máximo Nominal del Agregado:** El Tamaño Máximo Nominal: 1/2"
- c) **Selección del Asentamiento:** Slump: 3" a 4"
- d) **Selección de volumen unitario de agua de diseño:** El cálculo de la cuantía de agua por unidad de volumen de concreto necesario para la obtención del óptimo asentamiento o slump, penderá del tamaño máximo, perfil, textura y granulometría de los agregados y de la cuantía de aire incorporado, no estando afectada por la cuantía de cemento. El volumen de agua por m³. Agua en litros/m³ para TNM de agregados y consistencia correcta. Tenemos la Tabla 11, para el volumen unitario de agua de diseño

Tabla 5. Volumen unitario de agua de diseño.

Asentamiento	Agua en Lts/m ³ , para los tamaños máximos nominales de agregado y consistencia indicados							
	3/8 "	1/2 "	3/4 "	1 "	1 1/2 "	2 "	3 "	6 "
Concretos sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124

Fuente: Enrique Rivva López "Diseño de Mezclas."

Según esta tabla podemos determinar que corresponde 205 litros por metro cubico, (tabla comité 211 del ACI)

e) Selección del contenido de aire

Tabla 6. Contenido de aire.

Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado	
3/8 "	3.0	%
1/2 "	2.5	%
3/4 "	2.0	%

Fuente: Enrique Rivva López "Diseño de Mezclas"

De la tabla podemos obtener el contenido de aire atrapado para un agregado grueso de TMN de 3/4" es de 2.0 %.

f) Selección de la relación agua-cemento: computamos en la siguiente tabla la relación agua/cemento por resistencia para f'_{cr} .

Tabla 7. Relación Agua / Cemento Por Resistencia.

f'_{cr} (28 días)	Relación agua-cemento de diseño en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53

300	0.55	0.46
350	0.48	0.40

Fuente: Enrique Rivva López "Diseño de Mezclas"

Luego interpolamos y obtenemos la relación agua / cemento

250	-----	0.62
294	-----	x
300	-----	0.55

Para una resistencia promedio interpolando tenemos a **294 kg/cm²** en un concreto sin aire incorporado, se tiene una relación agua/cemento de **0.558**.

- g) **Cálculo del contenido de cemento:** La cuantía de cemento por unidad de volumen de concreto es igual al agua de mezclado.

contenido de cemento = Volumen unitario de diseño / Relación de agua /cemento para f'cr

$$\frac{205}{C} = \frac{205}{0.558} \Rightarrow C = 367.38 \text{ kg}$$

Entonces: Factor cemento

$$\frac{367.38}{42.5} = 8.64 \text{ bls/m}^3$$

- h) **Contenido del Agregado Grueso:** Los Agregados han de ser del mismo TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL (TMN) y una exacta gradación originarán un concreto de masa más trabajable, compacta y menores vacíos. Elegir una adecuada granulometría, se alcanza percibir que para igual trabajabilidad, el volumen de agregado grueso por m³ de concreto depende solamente del Tamaño Máximo Nominal y del Módulo de Fineza del agregado fino.

Tabla 8. “Contenido de agregado grueso = (volumen de agregado grueso de la tabla) / (peso unitario seco y compactado del agregado grueso) kg/m³”.

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Volumen de agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza de agregado fino			
	MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8 "	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2 "	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4 "	0.66	0.64	0.62	0.6
1 "	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2 "	0.76	0.74	0.72	0.7
2 "	0.78	0.76	0.74	0.72
3 "	0.81	0.79	0.77	0.75
6 "	0.87	0.85	0.84	0.81

Fuente: Enrique Rivva López “Diseño de Mezclas”

Con el módulo de fineza del agregado fino de 3.04 y un tamaño máximo nominal del agregado grueso de 3/4”, se halla un valor de 0.6 metros cúbicos de agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen

Entonces: $\text{peso del agregado} = 0.6 \times p.s.u.c$

$\text{Peso del agregado grueso} = 0.60 \times 1540 = \mathbf{924.0 \text{ kg/m}^3}$

- i) **Cálculo del volumen Absolutos:** Definidos los pesos del cemento, agua y agregado grueso, así como la cantidad de aire, se calculó la suma de volúmenes absolutos de estos insumos:

Tabla 9. Volúmenes Absolutos de Materiales

Insumo	Peso	P.E	Vol. Abs
CEMENTO	367.38 kg	3150 kg/m ³	0.117 m ³
AGUA	205 kg	1000 kg/m ³	0.205 m ³
AIRE	2.0%		0.020 m ³
V.A.GRUESO	924.00 kg	2640 kg/m ³	0.35 m ³
SUMATORIA DE V. ABSOLUTOS			0.692 m ³

Fuente: Elaboración propia

j) Cálculo del peso del agregado fino

Volumen absoluto de agregado fino:

$$Volumen\ del\ agregado\ fino = 1.00m^3 - 0.692m^3 = 0.308m^3$$

Entonces el peso del agregado fino es:

$$Peso\ del\ agregado\ fino = 0.308m^3 \times 2650kg/m^3 = 816.2kg$$

k) Presentación del diseño en estado seco.

Tabla 10. Diseño en estado seco

CEMENTO	367.38 kg
AGUA	205 lt kg
AGREGADO GRUESO	924.0 kg
AGREGADO FINO	816.2 kg

l) Corrección por humedad de los agregados

$$Peso\ Corregido = Peso\ seco \times \left(\left(\frac{\text{contenido de humedad}}{100} \right) + 1 \right)$$

Tabla 11. Corrección de humedad de agregados

Insumo	Peso seco	Contenido de humedad	Peso Corregido
Agregado fino	816.2 kg	2.10%	833.34 kg
Agregado grueso	924.0 kg	0.64%	929.91 kg

Fuente: Elaboración propia

Aporte del agua a la mezcla

$$Apot.\ Agua = \frac{(\text{Contenido de humedad} - \text{Absorción}) \times P.\ Agregado\ Seco}{100}$$

Tabla 12. Aporte de agua a la mezcla

Insumo	Humedad	Absorción	Peso seco	Apot. Agua
Agregado fino	2.1%	1.39%	833.34 kg	5.917 lt
Agregado grueso	0.64%	0.81%	929.91 kg	-1.581 lt
Aporte del agua				4.336 lt

m) **Agua Efectiva:** $Agua\ Efectiva = 205 - (4.336) = 200.66\ lt$

n) **Proporcionamiento de nuestro diseño**

Tabla 13. Proporcionamiento del diseño en peso.

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
367.38 Kg	833.34 kg	929.91 kg	200.66 Lt

Proporciones del diseño:

1 : 2.3 : 2.5 : 23 lt

o) **Pesos para una viga**

Figura 1. Esquema volumétrico de la viga



Volumen de la viga:

Ancho = 0.15m

Alto = 0.15m

Largo = 0.50m

Volumen = 0.01125 m³

p) **Cálculo de volumen de material para 6 vigas**

$$0.01125 \times 6 = \mathbf{0.0675 \text{ m}^3}$$

Considerando un desperdicio 20 %:

$$0.0675 \times 1.2 = \mathbf{0.0781 \text{ m}^3}$$

Tabla 14. Cálculo de volúmenes de material para 6 vigas.

Material	Proporción (1.0 m ³)	Para 3 moldes (0.0405 m ³)	Para 6 moldes (0.0810 m ³)
Cemento	367.38	14.88	29.76
A. Fino	833.34	33.75	67.50
A. Grueso	929.91	37.66	75.32
Agua	200.66	8.13	16.25
		94.42 kg	188.83 kg

Fuente: Elaboración propia

Ahora la cantidad de alambre para 1.0% y 3.0% del peso de la mezcla:

$$1.0\% \times 188.83 = 1.89 \text{ kg}$$

$$3.0\% \times 188.83 = 5.67 \text{ kg}$$

Total de púas a usar: **7.56 kg**

Cantidad de púas para una vigueta con porcentaje de 1%:

$$1.89 / 6 = 0.31 \text{ kg por viga.}$$

0.31 x 3 = 0.93 kg: de cada trompo va salir para 3 vigas y se tiene que adicionar 0.93 kg de púas.

Cantidad de púas para una vigueta con porcentaje de 3%:

$$5.67 / 6 = 0.94 \text{ kg por viga.}$$

0.94 x 3 = 2.82 kg: de cada trompo va salir para 3 vigas y se tiene que adicionar 2.83 kg de púas.

Resultado 3: Se evaluó las propiedades mecánicas del concreto con la adición del 1% y 3% con alambre galvanizado.

Cálculo de la resistencia a la flexión del concreto patrón:

Resultados prueba de resistencia a la flexión siete (7) días concreto patrón:

Construidas todas las vigas, tanto las de concreto patrón (estándar), y las que se adiciono grapas de alambre galvanizado de tipo púas con los porcentajes mencionados, además de haberlas curado en las condiciones óptimas, se procedió realizar las pruebas de rotura, sometiendo a los especímenes a cargas flexionantes a los 7, 14 y 28 días. En la siguiente tabla se aprecia los resultados conseguidos de módulo de rotura en distinta edad y con porcentaje diferente de adición de grapas.

Tabla 15. Resultados prueba de resistencia a la flexión siete (7) días concreto patrón.

N°	Descripción	Edad días	Carga mínima de rotura (Kgf)	Mr (Kgf/cm²) 3PL/2bh³
1	Patrón (1)	7	1540	32.52
2	Patrón (2)	7	1560	31.80
3	Patrón (3)	7	1558	31.15
Promedio				31.82

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: El concreto patrón, a los 7 días, la primera muestra tuvo una resistencia a la flexión de 32.52 kgr/cm², la segunda 31.80 kgr/cm², y la tercera muestra tuvo 31.15; dando un promedio de 31.82 kgr/cm².

Resultados de resistencia a la flexión siete (14) días muestras concreto patrón.

Tabla 16. Resultados prueba de resistencia a la flexión siete (14) días concreto patrón.

N°	Descripción	Edad días	Carga mínima de rotura (Kgf)	Mr (Kgf/cm²) 3PL/2bh³
10	Patrón (3)	14	2480	49.61
11	Patrón (4)	14	2450	49.04
12	Patrón (5)	14	2465	50.19
Promedio				49.61

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: El concreto patrón, a los 14 días, la primera muestra tuvo una resistencia a la flexión de 49.61 kgr/cm², la segunda muestra obtuvo 49.04 kgr/cm², y la tercera muestra tuvo 50.19 kgr/cm²; dando un promedio de 49.61 kgr/cm².

Resultados de resistencia a la flexión siete (28) días muestras concreto patrón.

En la tabla 17 se presentan los resultados de resistencia a la flexión de las 3 probetas de viga patrón ensayadas a los 28 días de edad.

Tabla 17. Resultados prueba de resistencia a la flexión siete (28) días concreto patrón.

N°	Descripción	Edad días	Carga mínima de rotura (Kgf)	Mr (Kgf/cm ²) 3PL/2bh ³
19	Patrón (7)	28	2586	51.73
20	Patrón (8)	28	2632	53.36
21	Patrón (9)	28	2695	53.88
Promedio				52.99

Fuente: Propia

Interpretación: El concreto patrón, a los 28 días, la primera muestra tuvo una resistencia a la flexión de 53.73 kgr/cm², la segunda muestra alcanzo 53.36 kgr/cm², y la tercera muestra tuvo 53.88 kgr/cm²; dando un promedio de 52.99 kgr/cm².

Determinar la resistencia a la flexión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 1% con alambre galvanizado.

Resultados de resistencia a la flexión siete (7) días muestras concreto patrón + 1% de grapas.

Tabla 18. Resultados prueba de resistencia a la flexión siete (7) días concreto patrón + 1% de grapas.

N°	Descripción	Edad días	Carga mínima de rotura (Kgf)	Mr (Kgf/cm ²) 3PL/2bh ³
4	1% Grapas (1)	7	2570	51.57
5	1% Grapas (2)	7	2210	43.71
6	1% Grapas (3)	7	2464	49.4
Promedio				48.23

Fuente: Propia

Interpretación: El concreto con adición de 1% con alambre galvanizado, a los 7 días, la primera muestra tuvo una resistencia a la flexión de 51.57 kgr/cm², la segunda muestra alcanzo 43.71 kgr/cm², y la tercera muestra tuvo 49.40 kgr/cm²; dando un promedio de 48.23 kgr/cm².

Resultados de resistencia a la flexión siete (14) días muestras concreto patrón +1% de grapas.

Tabla 19. Resultados prueba de resistencia a la flexión siete (14) días concreto patrón +1% de grapas.

N°	Descripción	Edad días	Carga mínima de rotura (Kgf)	Mr (Kgf/cm ²) 3PL/2bh ³
13	1% Grapas (4)	14	2790	61.41
14	1% Grapas (5)	14	2720	55.74
15	1% Grapas (6)	14	2750	56.3
Promedio				57.82

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: El concreto con adición de 1% de alambre galvanizado, a los 14 días, la primera muestra tuvo una resistencia a la flexión de 61.41 kgr/cm², la segunda muestra logro 55.74 kgr/cm², y la tercera muestra tuvo 56.30 kgr/cm²; dando un promedio de 57.82 kgr/cm².

Resultados de resistencia a la flexión siete (28) días muestras concreto patrón +1% de grapas.

En la tabla se muestran los resultados de resistencia a la flexión de las 3 viguetas de muestra patrón + 1% de grapas ensayadas a los 28 días de edad.

Tabla 20. Resultados prueba de resistencia a la flexión siete (28) días concreto patrón +1% de grapas.

N°	Descripción	Edad días	Carga mínima de rotura (Kgf)	Mr (Kgf/cm ²) 3PL/2bh ³
22	1% Grapas (7)	28	3141	63.74
23	1% Grapas (8)	28	3112	63.77
24	1% Grapas (9)	28	3121	62.28
Promedio				63.26

Fuente: Propia.

Interpretación: El concreto adicionado con 1% de alambre galvanizado, a los 28 días, la primera muestra tuvo una resistencia a la flexión de 63.74 kgr/cm², la segunda muestra alcanzo 63.77 kgr/cm², y la tercera muestra tuvo 62.28 kgr/cm²; dando un promedio de 63.26 kgr/cm².

Establecer la resistencia a la flexión del concreto $F'c = 210$ kg/cm² adicionando 3% con alambre galvanizado.

Resultados de resistencia a la flexión siete (7) días muestras concreto patrón +3% de grapas.

Tabla 21. Resultados prueba de resistencia a la flexión siete (7) días concreto patrón +3% de grapas.

N°	Descripción	Edad días	Carga mínima de rotura (Kgf)	Mr (Kgf/cm ²) 3PL/2bh ³
7	3% Grapas (1)	7	2440	44.9
8	3% Grapas (2)	7	2220	44.32
9	3% Grapas (3)	7	2340	47.17
Promedio				45.46

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: El concreto adicionado con 3% con alambre galvanizado, a los 7 días, la primera muestra tuvo una resistencia a la flexión de 44.9 kgr/cm²,

la segunda muestra también soporto 44.32 kgr/cm², y la tercera muestra tuvo 47.17 kgr/cm²; dando un promedio de 45.46 kgr/cm².

Resultados de resistencia a la flexión siete (14) días

Los resultados del ensayo de rotura a flexión ejecutados en laboratorio, para determinar la resistencia de los especímenes de muestra patrón, y muestras adicionadas con 3% de grapas de alambre galvanizado a los 14 días de edad se publican en la tabla 28.

Resultados de resistencia a la flexión siete (14) días muestras concreto patrón +3% de grapas.

Tabla 22. Resultados prueba de resistencia a la flexión (14) días concreto patrón +3% de grapas.

N°	Descripción	Edad días	Carga mínima de rotura (Kgf)	Mr (Kgf/cm ²) 3PL/2bh ³
16	3% Grapas (4)	14	2580	51.03
17	3% Grapas (5)	14	2620	52.67
18	3% Grapas (6)	14	2600	52.07
Promedio				51.92

Fuente: Propia

Interpretación: El concreto adicionado con 3% de alambre galvanizado, a los 14 días, la primera muestra tuvo una resistencia a la flexión de 51.03 kgr/cm², la segunda obtuvo 52.67 kgr/cm², y la tercera muestra tuvo 52.07 kgr/cm²; dando un promedio de 51.92 kgr/cm².

Resultados de resistencia a la flexión siete (28) días muestras concreto patrón +3% de grapas.

Tabla 23. Resultados prueba de resistencia a la flexión siete (28) días concreto patrón +3% de grapas.

N°	Descripción	Edad días	Carga mínima de rotura (Kgf)	Mr (Kgf/cm ²) 3PL/2bh ³
25	3% Grapas (7)	28	3012	60.21
26	3% Grapas (8)	28	3068	60.79
27	3% Grapas (9)	28	3011	60.05
Promedio				60.35

Fuente. Ensayo de laboratorio

Interpretación: El concreto adicionado con 3% de alambre galvanizado, a los 28 días, la primera muestra tuvo una resistencia a la flexión de 60.21 kgr/cm², la segunda muestra soporto 60.79 kgr/cm², y la tercera muestra tuvo 60.05 kgr/cm²; dando un promedio de 60.35 kgr/cm².

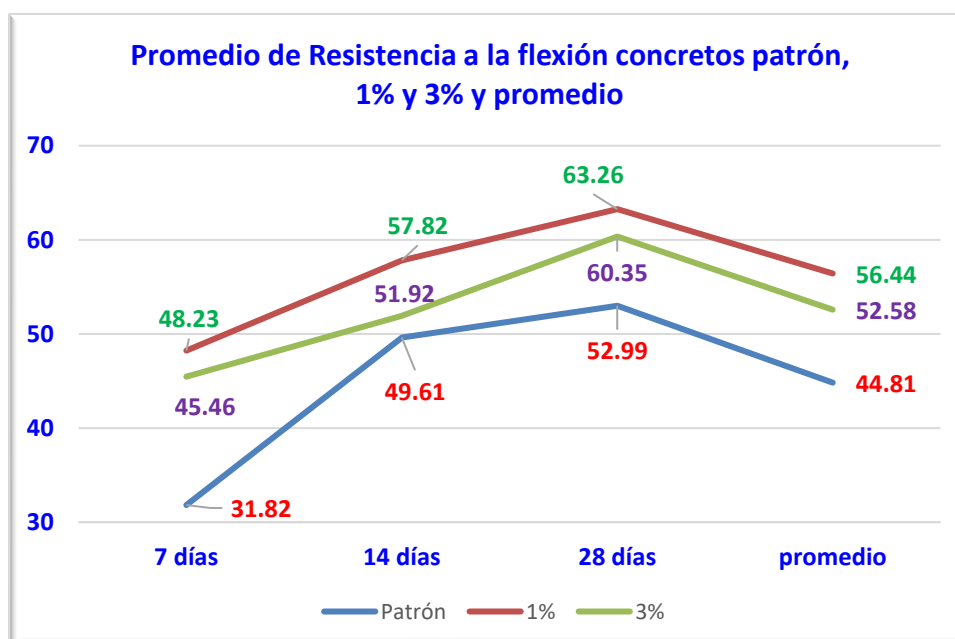
Comparación entre concreto patrón y concretos con adición de 1% y el 3% de alambre galvanizado

Tabla 24. Promedio de resistencia a flexión de los concretos patrón, 1% y 3%

Concreto	7 días	14 días	28 días	promedio
Patrón	31.82	49.61	52.99	44.81
1%	48.23	57.82	63.26	56.44
3%	45.46	51.92	60.35	52.58

Fuente: Propia

Figura 2. Promedio de resistencia a flexión de los concretos patrón, 1% y 3%



Interpretación: En la figura se visualiza la resistencia a la flexión de los concretos estudiados, se encontró que el concreto patrón tuvo una resistencia a la flexión de 31.8 kgr/cm² a los 7 días, 49.61 kgr/cm² a los 14 días 52.99 kgr/cm² a los 28 días. El concreto con 1% de adición de alambre galvanizado, tuvo 48.23 kgr/cm² a los 7 días, 57.82 kgr/cm² a los 14 días y 63.26 kgr/cm² a los 28 días. El concreto con 3% de adición de alambre galvanizado, tuvo 45.46 kgr/cm² a los 7 días, 51.92 kgr/cm² a los 14 días y 60.35 kgr/cm² a los 28 días. Tal como se puede observar, el concreto con 1% de adición de alambre galvanizado demostró tener mayor resistencia a la flexión, seguido del concreto con adición al 3%. Esto significa que la adición de alambre galvanizado incrementa la resistencia a la flexión.

Los promedios de las resistencias a la flexión de los tres tipos de concretos. Se evidenció que los promedios de la resistencia a la flexión del concreto adicionado con 1% de alambre galvanizado presentaron mayores valores de resistencia a la flexión en los 7, 14 y 28 días., seguido del concreto adicionado con 3% de alambre galvanizado. Mientras que el concreto patrón presentó los menores promedios de resistencia a la flexión. Ello significó que la adición de alambre galvanizado en el concreto incrementó la resistencia a la flexión de manera significativa. Los promedios de resistencia a la flexión fueron 44.81 kgf/cm², 56.44 kgf/cm² y 52.58 kgr/cm² respectivamente.

V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Sobre la investigación de Qingfu et al (2020) Concluyeron que, respecto a las vigas de concreto armado de acero ordinarias, las vigas de concreto adicionado con acero inoxidable demostraron mayor capacidad de carga última, los resultados que presentan ligera similitud con las conclusiones de la presente investigación se incrementaron las resistencias a las flexiones en los concretos que se añadieron con el 1% y 3% de alambre galvanizado.

Respecto a la investigación de Herscovici, Roehle & Sánchez (2019), tuvo como resultados que el mayor contenido de fibra, le dio al concreto una mayor resistencia a la flexión y cizallamiento, especialmente para las longitudes más pequeñas, estos resultados coinciden ligeramente con los resultados de este estudio en el sentido que también al añadir un objeto similar también incrementaron las resistencias a las flexiones en los concretos que se añadieron con 1% y 3% de alambre galvanizado.

Carrillo, Cárdenas & Aperador (2017), en sus resultados y conclusiones difieren con los resultados de este estudio debido a que las propiedades mecánicas de los objetos adicionados presentaron afectación y que los efectos sometidos a iones de cloruro, mientras que en la presente investigación se determinaron las características del objeto adicionado sin ser sometidos a efectos químicos, eso explica la diferencia de resultados en ambas investigaciones, que la resistencia a la tracción de 1345 MPa y en la presente investigación se tuvo que el objeto adicionado elevó a resistencia a la flexión a un promedio de 56.44 kgf/cm² en adición de 1% y en 52.58% kgf/cm² en adición de 3% de alambre galvanizado, frente al resultado del concreto patrón de 44.81 kgf/cm².

En la investigación de Sachinpreet (2017) concluyó que la resistencia a la compresión del concreto de alta resistencia se incrementó con el aumento del porcentaje de fibra la resistencia máxima del hormigón de alta resistencia a 7,5 después de 7, 14 y 28 días, estos resultados fueron similares en cuanto a incremento, no obstante, en la presente investigación se incrementaron las

resistencias a las flexiones en los concretos que se añadieron con 1% y 3% de alambre galvanizado.

Respecto a la investigación de Pacheco (2016), en su estudio concluyó que al adicionar el 2% de viruta de acero se obtuvo como resultado una resistencia de 190.79kg/cm², al adicionar el 4%, llegó a tener una resistencia de 176.95 kgjcm² y con la adición del 6% de viruta de acero logro una resistencia de 202.26 kgjcm². También Concluyó que los concretos con adición de viruta de acero presentaron una mayor resistencia a las del concreto común $f'_c=175$ kgf/cm² a las diferentes edades expuestas. Las mismas respuestas se encontraron en la presente investigación con el incremento de las resistencias a las flexiones en los concretos que se añadieron con 1% y 3% de alambre galvanizado, eso significa que el añadir acero al concreto incremento las propiedades de las resistencias a la flexión y a la compresión.

Con referencia a la investigación de Peralta (2019) quien en su investigación concluyó que la resistencia a la flexión con mezcla de 8% y 10% de viruta de acero, mejoró las propiedades mecánicas del concreto, que las mejores resistencias a la flexión se presentaron en los ensayos con 8% de viruta. Esta investigación coincidente con la presente investigación en el sentido de que al incrementar un porcentaje menor del objeto adicionado genera mayor resistencia a la flexión del concreto.

En el estudio de Salcedo (2019) se encontró que las fibras de acero mejoraron o incrementaron la resistencia a la compresión del concreto $f'_c= 210$ Kg/cm², a $f'_c =280$ Kg/cm², en ese sentido, redujo la cantidad de materiales y diseñó un f'_c menor para después igualar su resistencia deseada con adición de fibras de acero. Que respecto a la flexión del concreto con la adición de fibras y del concreto sin la adición de fibras, concluyó que se incrementó la resistencia a flexión a edad de 28 días en un 25% respecto al concreto sin fibras, los resultados son similares a los obtenidos a los resultados en esta investigación.

Sobre la investigación de Aureliano (2018) obtuvo que una resistencia promedio a los 28 días que resulto el 44 kg/cm² y probetas con aditivo con el 20% de reducción de agua, una cantidad de 20 kg/m³ de Acero Trefilado y 0.75% del plastificante obteniendo una resistencia a los 28 días de 68 kg/cm². Estos resultados fueron similares a los encontrados en la presente investigación, lo cual refuerza la afirmación de que la adición de objetos de acero incrementa la resistencia a la flexión del concreto.

Respecto a la investigación de Arcondo y Mercado (2017) concluyó que el porcentaje de incorporación del 1.5% de fibras de alambre galvanizado, fue el más óptimo y que obtuvo la resistencia más alta que en los 03 casos de estudio para los concretos patrones 1, 2 y 3. Este resultado coincidente con la presente investigación en el sentido de que el incremento de un porcentaje de objeto de acero como el alambre galvanizado incrementa significativamente la resistencia a la flexión del concreto

En el estudio de Abanto (2017) concluyó que las adiciones de fibras de acero al concreto, incrementaron las propiedades de resistencia a la compresión axial, con incorporación del 1.5% de fibras de acero, los resultados a los 7 días obtuvo una resistencia de 210.27 kg/cm², a los 14 días llego una resistencia de 268.14 kg/cm² y a los 28 días resulto una resistencia de 298.22 kg/cm², se observa que a los 28 días superó en 40% a la resistencia del concreto patrón, estos resultados coinciden con lo encontrado en la presente investigación, es decir, se incrementó las resistencias a las flexiones en los concretos que se añadieron con 1% y 3% de alambre galvanizado, eso significa que el añadir materiales de acero al concreto incrementa las propiedades de resistencia a la flexión y a la compresión.

Sobre el estudio de investigación de Medina y Pumaricra (2019) se encontró que logró incrementar la resistencia a la flexión del concreto al incorporar el 12% de adición de viruta de acero, para la muestra patrón de 358.50 kg/cm². Que los módulos de rotura logrados a los 28 días, fueron de 45.11 kg/cm²,

para 6%, 45.68 kg/cm², para el 8%, y 46.35 kg/cm², para el 10%, 46.52 kg/cm² para el 12%, y 44.9 kg/cm² para la muestra patrón. Estos resultados confirman los obtenidos en la presente investigación, en donde se logró incrementar las resistencias a las flexiones en los concretos que se añadieron con 1% y 3% de alambre galvanizado con valores de resistencia a la flexión con un promedio de 56.44 kgf/cm² en adición de 1% y en 52.58% kgf/cm² en adición de 3% de alambre galvanizado.

VI. CONCLUSIONES

- Se concluyó que el concreto patrón tuvo una resistencia promedio a la flexión de 44.81 kgf/cm², el concreto adicionado con 1% con alambre galvanizado tuvo 56.44 kgf/cm² y el concreto adicionado con 3% de alambre galvanizado tuvo 52.58 kgr/cm², lo cual se demuestra que la adición de 1% de alambre galvanizado presentó la mayor resistencia a la flexión.
- Se concluyó que el concreto patrón, a los 7 días de haber sido elaborado presentó una resistencia promedio a la flexión de 31.82 kgr/cm², a los 14 días tuvo un promedio de 49.61 kgr/cm², y los 28 días tuvo un promedio de 52.99 kgr/cm². El promedio general fue de 44.81 kgr/cm².
- Se concluyó que el concreto adicionado al 1% con alambre galvanizado, a los 7 días de haber sido elaborado presentó una resistencia promedio a la flexión de 48.23 kgr/cm², a los 14 días tuvo un promedio de 57.82 kgr/cm², y los 28 días tuvo un promedio de 63.26 kgr/cm², con un promedio general de 56.44 kgr/cm².
- Se concluyó que el concreto adicionado al 3% con alambre galvanizado, a los 7 días de haber sido elaborado presentó una resistencia promedio a la flexión de 45.46 kgr/cm², a los 14 días tuvo un promedio de 51.92 kgr/cm², y los 28 días tuvo un promedio de 60.35 kgr/cm², con un promedio general de 52.58 kgr/cm².
- Se concluyo que los concretos adicionados con 1% y 3% han obtenido mejores resultados de resistencia a la flexión 56.44 kgr/cm² y 52.58 kgr/cm² respectivamente, respeto al concreto patrón que presento 44.81 kgr/cm². Esto no indica que al adicionar alambre galvanizado en forma de puar al concreto se mejora las propiedades físicas del mismo.

VII. RECOMENDACIONES

- Es importante realizar más estudios de detalles al diseño donde se maneje la mezcla de concreto con adición de grapas de alambre galvanizado de 1% (optima), para tener un mejor análisis del comportamiento de la adición en el tiempo, observando si se presentan dificultades a causa de utilizar estas grapas como son corrosión, oxidación y durabilidad.
- Es necesario dejar en claro que aunque la adición de fibras metálicas mejora marcadamente algunas características de la mezcla, dentro del trabajo no se ha tenido en cuenta la acción de algunos agentes naturales y artificiales que logren afectar notablemente las grapas tipo púas, tales como el viento, el agua, la temperatura o soluciones ácidas o salinas que puedan corroer las fibras metálicas modificando así sus características iniciales y por ende sus propiedades mecánicas y dinámicas a largo plazo.

VIII. REFERENCIAS

CANO, J el al (S.f), Computo para diseño de mezclas de concreto normal, Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Azcapotzalco, Mexico. <http://www.imcyc.com/cyt/noviembre03/computo.htm>.

CENTTY, DEYMOR. 2006. Manual Metodologico Para El Investigador Científico. Arequipa Perú : S.N., 2006. MANUAL.

ABANTO Cabellos Oswaldo David. Resistencia mecánica del concreto $f_c=210$ kg/cm² con la adición de fibras de acero Dramix y SIKA. "Tesis de grado. Universidad Privada del Norte. Cajamarca. Perú. 2017.

ABAZA, Osama A.; HUSSEIN, Zaid S. Flexural behavior of steel fiber-reinforced rubberized concrete. Journal of Materials in Civil Engineering, 2016, vol. 28, no 1, p. 04015076

ABDUL, H.B.; MAHBOOB, O. & BASHIRAHMED, M. Flexural strength of reinforced concrete 387 RAC beams exposed to 6-hour fire. Rich mix. Engineering, Technology & Applied Science Research. 2019. 9: 3813-3816.

ACI. Building Code Requirements for Structural Concrete 2019, American Concrete Institute. 2019.

ACI – COMITE 544. Measurement of Properties of Fiber Reinforced Concrete (ACI 544.2R-89), American Concrete Institute. 2014.

ACI 318S. AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural. Michigan, USA. 48, 145, 363-371pp. 2014.

ACI 440.2R. AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structures. Michigan, USA. 24-31, 44, 45pp. 2017.

ALIZADE, E., JANDAGHI, Alae F., ZABIHI, S. Effect of steel fiber corrosion on mechanical properties of steel fiber reinforced concrete. Asian Journal of Civil Engineering, vol. 17, no. 2, pp. 147-158. 2016.

ÁLVAREZ, José L. Hormigón autocompactante con nano adiciones y fibras. Tesis de maestría. 2014.

AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIALS C33/C33M. Especificación Normalizada para Agregados para Concreto. ASTM. 2016.

ANURAG, Jain. Comparative Study on strengthening of RC beam in flexure using CFRP & GFRP: A Review. International Journal of Science Technology & Engineering. 2016. 2: 129.

ARCONDO Azurín, Paolo César y Mercado Uscamayta, Euler Iván. Evaluación comparativa de la resistencia a la tracción y revenimiento de un concreto $f'c=210$ kg/cm² adicionado con fibras de alambre galvanizado en forma de púas vs rectilíneas con ganchos, en porcentajes de 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%. Tesis de grado. Universidad Andina del Cusco. Perú. 2017.

AURELIANO, Iván. Influencia de acero trefilado y plastificante en el mejoramiento de flexión y compresión del concreto usado para pavimentos rígidos, Trujillo, 2018. Tesis de grado. Universidad Privada del Norte. Trujillo. Perú. 2018.

BODZAK, P. Flexural behaviour of concrete beams reinforced with different grade steel and strengthened by CFRP strips. Composites Part B: Engineering. 2019. 167: p. 411-421. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2019.02.056>.

BREINTENBUCHER, R. & SONG, F. Experimentelle Untersuchungen zum Auszugsverhalten von Stahlfasern in höherfesten Betonen. Beton- und Stahlbetonbau. 2014. 109(1), 43-52. (in German).

BREITENBUCHER, R., MESCHKE, G., SONG, F. & ZHAN, Y. Experimental, analytical und numerical analysis of the pullout behavior of steel fibres considering fiber types, inclination angles and concrete strengths. Structural Concrete. 2014. 15(2), 126-135.

CARRILLO, J.; CÁRDENAS, J. & APERADOR; W. Flexural mechanical properties of steel fiber reinforced concrete under corrosive environments. Pontificia Universidad Católica de Chile. 2017.

DOI:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732017000200005>.

CARRILLO, Jeiner., & DÍAZ, Leidy Johanna. Efecto de la adición de un tipo de fibras cortas de acero en la resistencia a la flexión del concreto con agregado reciclado. Tesis de pregrado, Universidad De La Salle. Bogotá. 2014.

CARRILLO, Julián. y SILVA, Diego. Ensayos a flexión de losas de concreto sobre terreno reforzadas con fibras de acero. En la revista Ingeniería Investigación y Tecnología. 2016. 17 (3) pp.317-330

CASTRO, J. y VERA, M. Normas Técnicas Peruanas 400.021 - 400.022, 400.012, 400.017 y 339.185. Trujillo – Perú: Universidad Privada del Norte. 2017.

DOPKO, Michael. Fiber reinforced concrete: Tailoring composite properties with discrete fibers. 2018.

FAKHRI, Mansour, BAHMAI, Behnam Baveli , JAVADI, Sajad , SHARAFI, Mohammad. An evaluation of the mechanical and selfhealing properties of warm mix asphalt containing scrap metal additives. Journal of Cleaner Production 2020, vol. 253, p. 119963.

ISSN:0959-6526/0959-6526

GHASEMI, Yahya. Aggregates in Concrete Mix Design. Luleå University of Technology, Luleå – Suecia. 2017.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Lucio. Metodología de la investigación. 6ta. s.l. : McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2014.

HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología de la investigación. México: McGraw Hill. 2019.

HERSCOVICID, H. L.; ROEHLE, D. & SÁNCHEZ, E. Experimental studies of short concrete reinforced steel fiber beams under bending. *Articles Rev. IBRACON Estrut. Mater.* 12 (02). 2019.

<https://doi.org/10.1590/S1983-41952019000200005>

KOLASE, Pramod; AKUT, Desai; RANDHAVANE; Shrikant & SHIVAMANTH, M. Steel Fiber Reinforced Concrete Pavement: A Review. India: *International Journal for Innovative Research in Science & Technology*, 2015. 274 – 276pp.

ISSN 23496010

Khalifa, A.M. Flexural performance of RC beams strengthened with near surface mounted CFRP strips. *Alexandria Engineering Journal*. 2016. 55(2): p. 1497-1505.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aej.2016.01.033.6>

KWAN, W.H., RAMLI M., CHEAH, C.B. Flexural strength and impact resistance study of fibre reinforced concrete in simulated aggressive environment. *Construction and Building Materials*. 2014. vol. 63, pp. 62-71.

DOI:10.1016/j.conbuildmat.2014.04.004. Lambrechts A., Nemegeer D., Vanbrabant J., Stang H. (2003), Durability of steel fibre reinforced concrete.

LEE, Jon Han. Influence of concrete strength combined with fiber content in the residual flexural strengths of fiber reinforced concrete. *Composite Structures*.2017. P. 168:216-225.

LEE, Jon Han; CHO, Baiksoon. & CHOI, Eunsoo. Flexural capacity of fiber reinforced concrete with a consideration of concrete strength and fiber content. *Construction and Building Materials*. 2017. P. 138:222-231.

MAJID, Jaral y ER, Firdous. A review study on the Steel fiber reinforced concrete pavement. India: *International Journal of Scientific Development and Research*, 2018. 311 – 313pp.

ISSN 24552631

MAJUNDAR, D.; SAHIS, M.; HALDER, N.; SENGUPTA, A. Flexural strengthening of RCC beam with carbon fibre wrapping. *International Journal of Engineering Science and Technology* 9: 502-503. 2017.

MARCALIKOVA, Zuzana; RADIM, Cajk; VLASTIMIL, Bilek; & BUJDOS, David. Determination of mechanical characteristics for fiber-reinforced concrete with straight and hooked fibers. *Crystals*, 2020, vol. 10, no 6, p. 545.

MCCORMAC, Jack C. & BROWN, Russell. *Diseño de concreto reforzado*. Alfaomega Grupo Editor, edición, 2018.

MEDINA, Cristhian Alexis y PUNARICRA, Sergio Andersson. *Elaboración de concreto hidráulico para pavimentos adicionando viruta de acero para la mejora de sus propiedades mecánicas*. Universidad del Santa. Nuevo Chimbote. Perú. 2019.

MOHAMMED, Ahmed. Study of rubber aggregates in concrete an experimental investigation, India: *International Journal of Lates Research in Engineering and Technology*, 2016. 36 – 57pp.

ISSN 24545031

MTC. 2016. *Manual de ensayos de materiales*. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016.

PACHECO, Germán. *Resistencia a compresión axial del concreto $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ incorporado diferentes porcentajes de viruta de acero ensayadas a diferentes edades upn-2016*. Universidad Privada del Norte, Perú. 2015.

PERALTA Gallardo, Elvira Zoila. *Aplicación de viruta de acero para mejorar la resistencia del concreto en la Av. los Rosales, Urb. Shangrila Puente Piedra* 2019. Tesis de grado. Universidad César Vallejo. Lima. Perú. 2019.

QINGFU, Li; WEI, Guo; CHENHUI, Liu; YIHANG, Kuang y HUITAO, Geng. Estudios experimentales y teóricos sobre el comportamiento a flexión de vigas de hormigón armado de acero inoxidable. Artículo de investigación. 2020. ID del artículo 4048750. <https://doi.org/10.1155/2020/4048750>

SACHINPREET, Lenin. Study of Characteristics Strength of Concrete with Steel Fibre. Artículo de tesis de maestría. Lovely Professional University. India. 2017.

SALAH, Marwan.; ABDUL, Abdul.; Salah, Blkasem., BINTI, Noridah.; BIN, Mohd. Shear strengthening of reinforced concrete beams using carbon fiber reinforced polymer laminate: A review. American. Journal of Civil Engineering. 2014. 2: 1-7

SALCEDO, Ricardo Rembrandt. Influencia de las fibras de acero en el concreto para pavimentos rígidos en el distrito La Victoria - Lima, 2019. Tesis de grado. Universidad César Vallejo. Lima. 2019.

SARGAND, Shad; VEGA, Carlos y ARBOLEDA, Luis. Long term performance of existing portland cement concrete pavement sections – case study. Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2014. 40 – 48pp.
ISSN 00127353

SINHA, Deepa; MISHRA y SOLANKI, Ravindra. Comparison of Normal Concrete Pavement with Steel Fiber Reinforced Concrete Pavement. India: Indian Journal Applied Research, 2014. 233 – 235pp.
ISSN 2249555x

ZAKI, M.A. & RASHEED, H.A. (2020). Behavior of reinforced concrete beams strengthened using CFRP sheets with innovative anchorage devices. Engineering Structures. 215: p. 110689.

ANEXOS

ANEXO N° 01: Esquema: análisis a la flexión y el revenimiento del concreto adicionado con grapas de alambre galvanizado de cuatro puntas para el concreto diseño $f'c=210$ kg/cm².

ANEXO N° 02: PROCEDIMIENTOS

ANEXO N° 03: Ensayos de laboratorio

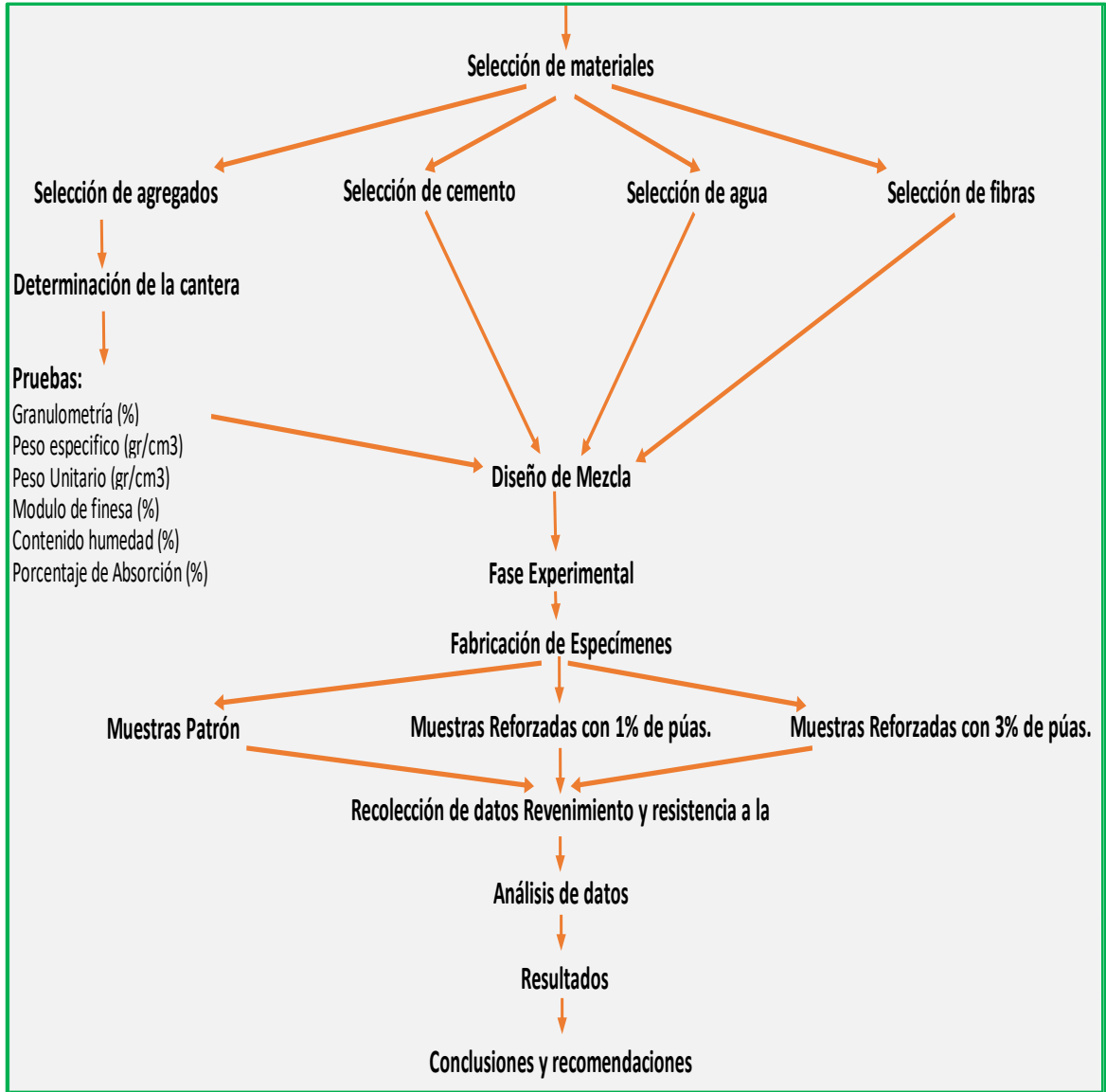
- Ensayo de contenido de humedad de agregado grueso y agregado fino.
- Análisis granulométrico del agregado fino.
- Análisis granulométrico del agregado grueso.
- Peso específico y absorción del agregado fino.
- Peso específico y absorción del agregado grueso.
- Peso unitario del agregado fino.
- Peso unitario del agregado grueso.

ANEXO N° 04: Certificados de rotura

- Certificado de rotura de especímenes a los siete (07) días de edad, de la muestra patrón, y muestras adicionadas con 1% y 3% de grapas.
- Certificado de rotura de especímenes a los catorce (14) días de edad, de la muestra patrón, y muestras adicionadas con 1% y 3% de grapas.
- Certificado de rotura de especímenes a los veintiocho (28) días de edad, de la muestra patrón, y muestras adicionadas con 1% y 3% de grapas.

ANEXO 01

ANÁLISIS A LA FLEXIÓN Y EL REVENIMIENTO DEL CONCRETO ADICIONADO CON GRAPAS DE ALAMBRE GALVANIZADO DE CUATRO PUNTAS PARA EL CONCRETO DISEÑO F'C=210 KG/CM2.



ANEXO 02
PROCEDIMIENTOS

Tabla 25. Ensayos de Laboratorio para la Recolección de Datos

Código de Norma	Descripción	Aplicación
(MTC E 204) NTP 400.012	Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos.	Para determinar la gradación de los agregados fino y grueso. Los resultados serán usados para determinar el cumplimiento de la distribución del tamaño de partículas según los requisitos exigidos en la normativa.
(MTC E 205) NTP 400.022	Gravedad específica y absorción de agregados finos	<p>Se utilizará para determinar el peso específico seco, peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción después de 24 horas de sumergido en agua el agregado fino.</p> <p>CÁLCULOS Peso específico de masa (Pem):</p> $Pe_m = \frac{W_0}{(V - V_a)} \times 100 \quad (1)$ <p>Donde: Pem = Peso específico de masa W0 = Peso en el aire de la muestra secada en el horno, g; V = Volumen del frasco en cm3 Va = Peso en gramos o volumen en cm3 de agua añadida al frasco.</p> <p>Peso específico de masa saturado con superficie seca (Pesss)</p> $Pe_{sss} = \frac{500}{(V - V_a)} \times 100 \quad (2)$ <p>Peso específico aparente (Pea)</p> $Pe_a = \frac{W_0}{(V - V_a) - (500 - V_0)} \times 100 \quad (3)$ <p>Absorción (Ab)</p> $A_b = \frac{500 - W_0}{W_0} \times 100 \quad (4)$
(MTC E 206) NTP 400.021	Gravedad específica y absorción de agregados gruesos.	<p>Para determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción (después de 24 horas) del agregado grueso.</p> <p>CÁLCULOS Peso Específico: Peso Específico de masa (Pem)</p> $Pe_m = \frac{A}{(B - C)} \times 100 \quad (5)$ <p>Donde: A = Peso de la muestra seca en el aire, gramos; B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, gramos; C = Peso en el agua de la muestra saturada.</p> <p>Peso específico de masa saturada con superficie seca (Pesss)</p> $Pe_{sss} = \frac{B}{(B - C)} \times 100 \quad (6)$ <p>Peso específico aparente (Pea)</p> $Pe_a = \frac{A}{(A - C)} \times 100 \quad (7)$

		Absorción (Ab) $A_b = \frac{(A - C)}{A} \times 100 \quad (8)$
(MTC E 203) NTP 400.017	Peso unitario de los agregados	<p>Determinar el peso unitario suelto o compactado de los agregados finos, gruesos o una mezcla de ambos.</p> <p>CÁLCULOS</p> <p>Peso unitario. - calcular el peso unitario compactado o suelto - Seco, como sigue:</p> $M = \frac{(G - T)}{V} \quad (9)$ $M = (G - T) \times F \quad (10)$ <p>Donde: M = Peso unitario del agregado en kg/m3 (lb/pie3) G = Peso del recipiente de medida más el agregado en kg (lb) T = Peso del recipiente de medida en kg (lb) V = Volumen del recipiente de medida en m3 (pie3), y F = Factor del recipiente de medida en m-3 (pie-3)</p> <p>Peso unitario en la condición saturado con superficie seca (SS), utilizando la expresión:</p> $M_{SS} = M \cdot [1 + (G - T) \times F] \quad (11)$ <p>Donde: M_{SS} = Peso unitario en la condición saturado</p>
(MTC E 215) NTP 339.185	Método de ensayo para contenido de humedad total de los agregados por secado	<p>Establecer procedimientos para determinar el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra de agregado fino o grueso por secado.</p> <p>Cálculo del contenido de humedad total evaporable.</p> $P = \frac{100(W - D)}{D} \quad (12)$ <p>Donde: P = Contenido total de humedad total evaporable de la muestra en porcentaje W = Masa de la muestra húmeda original en gramos D = Masa de la muestra seca en gramo.</p>
(MTC E 702) NTP 339.183	Elaboración y curado de especímenes de hormigón (concreto) en el laboratorio	<p>Establecer el procedimiento para la elaboración y curado de muestras de concreto en el laboratorio bajo estricto control de materiales y condiciones de ensayo, usando concreto compactado por apisonado o vibración.</p>
(MTC E 705) NTP 339.035	Asentamiento del concreto (slump - revenimiento)	<p>Para determinar el asentamiento del concreto en las obras y en el laboratorio.</p>
(MTC E 704) NTP 339.034 ASTM C 39-39M-2005E2	Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos	<p>Para determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos del concreto del concreto patrón.</p> <p>CÁLCULOS</p> <p>Se calcula la resistencia a la compresión, dividiendo la carga máxima soportada por el espécimen durante el ensayo, por el promedio del área de la sección transversal determinada en la forma descrita en la Sección 4.1.3, y expresando el resultado con una aproximación de 0,1 MPa (10 psi).</p>

<p>(MTC E 711) NTP 339.079 ASTM C 42</p>	<p>Resistencia a la flexión del concreto método de la viga simple cargada en el punto central.</p>	<p>Procedimientos para determinar la resistencia a la flexión de un pequeño espécimen de concreto por medio del uso de una viga simple cargada en el punto central.</p> <p>CÁLCULOS Módulo de Rotura:</p> $R = \frac{3 P l}{2 b d^2} \quad (13)$ <p>Donde: R = módulo de rotura, MPa (kg/cm²), P = máxima carga aplicada indicada por la máquina de ensayo, N (Kgf), l = longitud de la luz, mm (mm), b = ancho promedio del espécimen en el punto de fractura, mm (mm), y d = altura promedio del espécimen, en el punto de fractura mm (mm).</p>
--	---	--

Método de análisis de datos.

Aplicando la normativa vigente se obtuvieron los datos necesarios para la elaboración de los especímenes y muestras.

Determinación de canteras

Origen de Agregados

- ✓ Agregados Naturales Ubicación: Challhua - Huaraz
- ✓ Procedencia: Depósitos aluviales, procesados mediante chancado.
- ✓ Cantera: Challhua (Rio Santa)

Análisis granulométrico del agregado grueso.

Para el análisis granulométrico se hizo según (MTC E 204), NTP 400.012 siguiendo el siguiente procediendo: Tomamos una porción de muestra de agregado grueso por el método de cuarteos, de 16,573 kg. Luego esta muestra lo lavamos y secamos. Armamos la serie de tamices, 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4, N°8, N°16 y N°30 y vamos echando el agregado en partes, moviendo los tamices con efecto vibratorio, para que el agregado se vaya tamizando y graduando según las aberturas de las mallas.



Figura 3. Proceso de tamizado Agregado Grueso.

Fuente. Archivo de Laboratorio – octubre 2018

- a) Se pesó el agregado retenido en cada tamiz.
- b) Se calcularon los pesos retenidos, porcentajes retenido parciales, % retenidos acumulados y los % que pasan.
- c) Luego se procedió a dibujar la curva granulométrica con los datos obtenidos.
- d) Formato de Análisis Granulométrico Agregado Grueso.

Tabla 26. Análisis granulométrico de grava y módulo de finura.

TESIS:	"Análisis de la resistencia a la flexión y el revenimiento de concreto adicionado con grapas de alambre galvanizado de cuatro puntas para el concreto diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ "				
SOLICITA	Alumn. MORENO MEZA Jessica Janett				
LUGAR	HUARAZ				
CANTERA	CHALLUA				
PESO SECO INICIAL		16573			
PESO SECO LAVADO		16573			
PESO PERDIDO POR LAVADO		0			
TAMIZ N°	ABERT.(mm)	PESO RETEN.(gr)	% RET. PARCIAL	%RET.ACUM	% QUE PASA
1 1/2"	38.1	0.00	0	0	100
1"	25	0.00	0	0	100
3/4"	19	4663.00	28.14	28.14	71.86
1/2"	12.5	9689.00	58.46	86.60	13.40
3/8"	9.75	1852.50	11.18	97.78	2.22
N°4	4.8	349.00	2.11	99.88	0.12
N°8	2.36	19.50	0.12	100.00	0.00
PLATO		0			
TOTAL		16573			
TAMAÑO MAXIMAL:		3/4"			
MODULO DE FINEZA:		7.26			
HUMEDAD:		0.64%			

MODULO DE FINURA

$$\text{Modulo De Finura} = \frac{\sum \% \text{ acumulados } (3+1 \cdot 1/2 + 3/4 + 3/8" + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$$

M.F=	7.26
-------------	-------------

Fuente. Archivo de Laboratorio – octubre 2018

Se obtuvo un tamaño máximo 3/4" y un módulo de finura de 7.26 y humedad 0.64%.

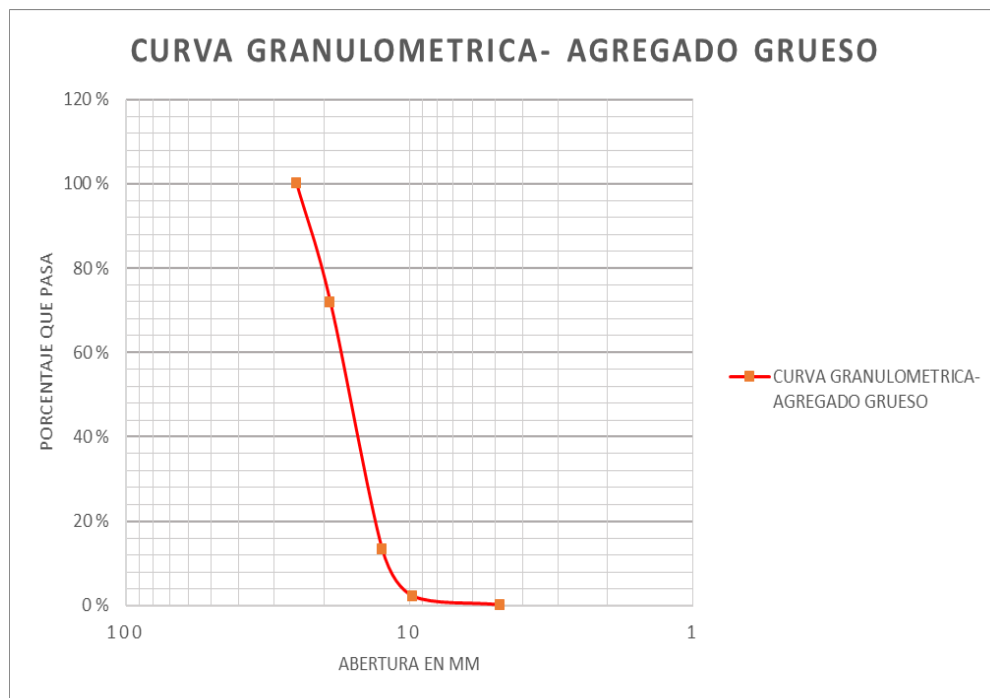


Figura 4. Curva granulométrica – agregado Grueso.

Fuente. Archivo de Laboratorio – octubre 2018

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO

El análisis granulométrico del agregado fino se hizo según la norma (MTC E 204), NTP 400.012 siguiendo el siguiente procediendo: Tomamos una porción de muestra de agregado grueso por el método de cuarteos, de 4,153 kg. Luego esta muestra lo lavamos y secamos, durante el lavado se perdió 320.50 gramos de muestra, quedando 3,832.50 gramos para el ensayo. Se armó la sarta de tamices, 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4, N°8, N°16 y N°30, N°50, N° 100 y N° 200, se agregaron las muestras, y se aplicaron movimientos circulares vibratorios, a la sarta de tamices para que el agregado se vaya bajando y quedando retenido en la malla que le corresponda.



Figura 5. Proceso de tamizado Agregado Fino.

Fuente. Archivo de Laboratorio – octubre 2018

- a) Pesamos el agregado retenido en cada tamiz.
- b) Calculamos los pesos retenidos, porcentajes retenido parciales, % retenidos acumulados y los % que pasan.
- c) Luego se procedió a dibujar la curva granulométrica con los datos obtenidos.
- d) Formato de Análisis Granulométrico Agregado Fino.
- e) Se obtuvo un tamaño máximo N°4” y un módulo de finesa de 3.04 y humedad 2.10%.

Tabla 27. Análisis granulométrico de arena

TESIS:	"Análisis de la resistencia a la flexión y el revenimiento de concreto adicionado con grapas de alambre galvanizado de cuatro puntas para el concreto diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ "				
SOLICITA	Alumn. MORENO MEZA Jessica Janett				
LUGAR	HUARAZ				
CANTERA	CHALLUA				
CANTERA:	CHALLUA	MATERIAL:	AGREGADO FINO		
PESO SECO INICIAL	4153.00				
PESO SECO LAVADO	3832.50				
PESO PERDIDO POR LAVADO	320.500				
TAMIZ	ABERTUR	PESO	% RET.	%RET.ACUM.	% QUE
N°	A(mm)	RETEN.(gr)	PARCIAL		PASA
1/2"	12.5				100
3/8"	9.5	0	0	0	100
N°4	4.8	223	5.37	5.37	94.63
N°8	2.36	684	16.47	21.84	78.16
N°16	1.16	849	20.44	42.28	57.72
N°30	0.6	939	22.61	64.89	35.11
N°50	0.3	642	15.46	80.35	19.65
N°100	0.15	382	9.20	89.55	10.45
N°200	0.075	113.5	2.73	92.28	7.72
PLATO		320.5	7.72	100.00	0.00
TOTAL		4153			
Porcentajes retenidos acumulados				304.29	
TAMAÑO MAXIMAL:	N°4				
MODULO DE FINEZA:	3.04				
HUMEDAD:	2.10%				

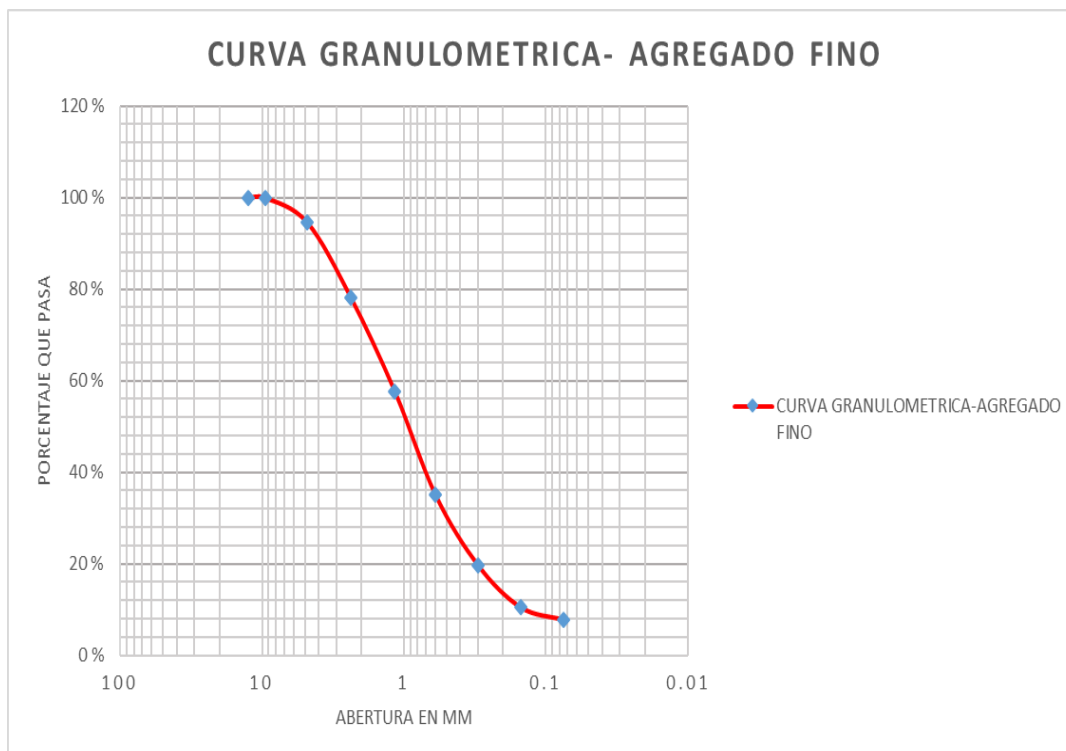


Figura 6. Curva granulométrica – agregado fino

Fuente. Archivo de Laboratorio – octubre 2018

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESO

El análisis granulométrico del agregado fino se hizo según la norma (MTC E 206), NTP 400.021 siguiendo el siguiente procediendo:

- a) Se tomó muestras de agregado grueso de 3/4", aprox. de 1000 gr, y se lavaron con la finalidad de eliminar todo el polvo y otras sustancias.
- b) Luego se colocaron las muestras lavadas en un horno por 24 horas a una temperatura de 100-110 °C. Pasado el tiempo, se sacaron las muestras y se dejaron enfriar entre 1 a 3 horas.
- c) En un recipiente se colocaron las muestras y se les cubrió de agua completamente por 24 hrs, pasado el tiempo se sacaron las muestras del agua y se les secaron con las toallas, hasta eliminar ligeramente la humedad superficial.

- d) Se pesaron las muestras y se obtuvo el peso saturado superficial.
- e) Se colocaron las muestras en una canastilla metálica y fueron sumergidos en agua, y luego se pesaron para obtener el peso saturado.
- f) Se sacaron las muestras en un recipiente y se los puso a secar por 24 hrs, cumplido el tiempo se sacaron las muestras del horno y fueron pesados para obtener el peso seco.
- g) Los valores obtenidos de peso específico y % de absorción se muestra en los cálculos del siguiente cuadro.

Tabla 28. Peso específico y absorción del agregado grueso.

TESIS:	"análisis de la resistencia a la flexión y el revenimiento de concreto adicionado con grapas de alambre galvanizado de cuatro puntas para el concreto diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ "			
SOLICITA	Alumn. MORENO MEZA Jessica Janett			
LUGAR	HUARAZ			
CANTERA	CHALLUA			
<u>PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO</u>				
IDENTIFICACION				
A	Peso Mat. Saturado Sup. Seco (en Aire)	964.5	928	959
B	Peso Mat. Saturado Sup. Seco (en Agua)	605	572.2	592.27
C	Vol. De Masas / Vol. De Vacíos = A-B	359.5	355.8	366.73
D	Peso Mat. Seco en Estufa (105°C)	957	920	951.5
E	Vol. De Masas = C-(A-D)	352	347.8	359.23
Pe Bulk (Base Seca)= D/C (g/cm ³)		2.66	2.59	2.59
Pe Bulk (Base Saturado)= A/C (g/cm ³)		2.68	2.61	2.62
Pe Aparente (Base Seca)=D/E (g/cm ³)		2.72	2.65	2.65
% de Absorción =((A-D)/DX100		0.78	0.87	0.79
Absorción PROMEDIO (%)		0.81%		
Peso Específico PROMEDIO (g/cm ³)		2.64		
Peso Específico PROMEDIO (kg/m ³)		2640.00		

Gravedad específica y absorción de agregados finos: El análisis granulométrico del agregado fino se hizo según la norma (MTC E 205), NTP 400.022 siguiendo el siguiente procedimiento:

- a) Tomamos muestras de agregado fino por cuarteos aprox. de 1000 gr, y la lavamos para eliminar todo el polvo y otras sustancias.

- b) Luego, se colocaron las muestras lavada en un horno por 24 horas a una temperatura de 100-110 °C. Luego sacamos la muestra y la dejamos enfriar entre 1 a 3 horas. Y pesamos.
- c) En un recipiente colocamos la muestra y los cubrimos de agua completamente por 24 hrs, pasado el tiempo sacamos la muestra del agua y decantamos el agua y colocamos la muestra en una bandeja y desecamos las superficies.
- d) Pesamos 300 gr de muestra y lo colocamos dentro de un picnómetro y le agregamos agua hasta 90% de su capacidad, agitando el recipiente para eliminar el aire. Y se le deja reposar pro 1 hr, concluido el tiempo se pesa se pesa la muestra (picnómetro, muestra y agua).
- e) Sacamos la muestra del recipiente y desecamos la muestra en el horno por 24 hrs, cumplido el tiempo sacamos la muestra, la dejamos enfriar y pesamos para saber su peso seco.



Figura 7. Peso seco de muestras.

Fuente. Archivo de Laboratorio – octubre 2018

A continuación, se muestran los resultados.

Tabla 29. Peso específico del agregado grueso

TESIS: "análisis de la resistencia a la flexión y el revenimiento de concreto adicionado con grapas de alambre galvanizado de cuatro puntas para el concreto diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ "			
SOLICITA: Alumn. MORENO MEZA Jessica Janett			
LUGAR: HUARAZ			
CANTERA: CHALLUA			
	IDENTIFICACION	50	
A	Peso Mat. Saturado Sup. Seco (en Aire)	300.00	
B	Peso Frasco + H ₂ O	670.90	
C	Peso Frasco + H ₂ O (A+B)	970.90	
D	Peso del Mat. + H ₂ O en el Frasco	857.60	
E	Vol. De Mater. + Volum. De Vacio (C-D)	113.30	
F	Peso del Mater. Seco en Estufa (105 °C)	295.90	
G	Vol. De Masa = E - (A-F)	109.20	
	Pe Bulk (Base Seca)= F/E (g/cm ³)	2.61	
	Pe Bulk (Base Saturado)= A/E (g/cm ³)	2.65	
	Pe Aparente (Base Seca)=F/G (g/cm ³)	2.71	
	% de Absorción = $((A - (F/F)) \times 100)$ (%)	1.39	
	Peso Específico PROMEDIO (g/cm ³)	2.65	
Pe	Peso Específico (kg/m ³)	2647.84	

Peso unitario compactado del agregado grueso

El análisis granulométrico del agregado fino se hizo según la norma (MTC E 203), NTP 400.017 siguiendo el siguiente procediendo:

Para el peso unitario suelto: Tomamos muestra de agregado grueso, y en el recipiente de volumen conocido, empezamos a llenar el agregado con una pala, sin compactar, una vez lleno el recipiente los enrasamos y lo llevamos a pesar en la balanza.

Para el peso unitario Compactado: Tomamos muestra de agregado grueso, y en el recipiente de volumen conocido, empezamos a llenar el agregado compactando en tres capas con 25 golpes de varilla, una vez lleno el recipiente los enrasamos y lo llevamos a pesar en la balanza.

En el siguiente cuadro se muestran los resultados:

Tabla 30. Peso unitario compactado y suelto de agregados

TESIS:		"Análisis de la resistencia a la flexión y el revenimiento de concreto adicionado con grapas de alambre galvanizado de cuatro puntas para el concreto diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ "					
SOLICITA		Alumn. MORENO MEZA Jessica Janett					
LUGAR		HUARAZ					
CANTERA		CHALLUA					
<u>PESO UNITARIO COMPACTADO Y SUELTO DE AGREGADO GRUESO</u>							
TIPO DE PESO UNITARIO		PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO COMPACTADO		
MUESTRA N°		1	2	3	1	2	3
1	PESO MATERIAL + MOLDE (1)	27380	27360	27365	28500	28510	28520
2	PESO DEL MOLDE (2)	7380	7380	7380	7380	7380	7380
3	PESO DEL MATERIAL (3)=(1)-(2)	20000	19980	19985	21120	21130	21140
4	VOLUMEN DEL MOLDE (4)	13724	13724	13724	13724	13724	13724
PESO UNITARIO (5)=(3)/(4)		1.457	1.456	1.456	1.539	1.540	1.540
PESO UNITARIO PROMEDIO		1456			1540		

Peso unitario compactado del agregado fino

El análisis granulométrico del agregado fino se hizo según la norma (MTC E 203), NTP 400.017 siguiendo el siguiente procedimiento:

Para el peso unitario suelto: Tomamos muestra de agregado fino, y en el recipiente de volumen conocido, empezamos a llenar el agregado con una pala, sin compactar, una vez lleno el recipiente los enrasamos y lo llevamos a pesar en la balanza.

Para el peso unitario Compactado: Tomamos muestra de agregado fino, y en el recipiente de volumen conocido, empezamos a llenar el agregado compactando en tres capas con 25 golpes de varilla, una vez lleno el recipiente los enrasamos y lo llevamos a pesar en la balanza.



Figura 8. Peso unitario de agregado fino

Fuente. Archivo de Laboratorio – octubre 2018

En el siguiente cuadro se muestran los resultados:

Tabla 31. Peso unitario compactado y suelto de agregados

TESIS:	"Análisis de la resistencia a la flexión y el revenimiento de concreto adicionado con grapas de alambre galvanizado de cuatro puntas para el concreto diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ "						
SOLICITA	Alumn. MORENO MEZA Jessica Janett						
LUGAR	HUARAZ						
CANTERA	CHALLUA						
<u>PESO UNITARIO COMPACTADO Y SUELTO DE AGREGADO FINO</u>							
TIPO DE PESO UNITARIO		PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO COMPACTADO		
MUESTRA Nº		1	2	3	1	2	3
1	PESO MATERIAL + MOLDE (1)	7950	7945	7970	8315	8320	8310
2	PESO DEL MOLDE (2)	3420	3420	3420	3420	3420	3420
3	PESO DEL MATERIAL (3)=(1)-(2)	4530	4525	4550	4895	4900	4890
4	VOLUMEN DEL MOLDE (4)	2776	2776	2776	2776	2776	2776
PESO UNITARIO (5)= (3)/(4)		1.632	1.630	1.639	1.763	1.765	1.762
PESO UNITARIO PROMEDIO		1634			1763		

Método de ensayo para contenido de humedad de los agregados

El análisis granulométrico del agregado fino se hizo según la norma (MTC E 215), NTP 339.185 siguiendo el siguiente procediendo:

Para el peso unitario suelto: Tomamos muestra de agregado grueso y fino entre 900 y 1400 gr, pesamos la muestra con su humedad natural, para obtener el peso húmedo.



Figura 9. Secado de muestras en horno.

Fuente. Archivo de Laboratorio – octubre 2018

Luego llevamos al horno y lo dejamos secar, pesamos la muestra seca, para obtener el peso seco de la muestra. En el siguiente cuadro se muestran los resultados.

Tabla 32. Contenido de humedad ASTM d-2216-71

TESIS:	"Análisis de la resistencia a la flexión y el revenimiento de concreto adicionado con grapas de alambre galvanizado de cuatro puntas para el concreto diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ "		
SOLICITA	Alumn. MORENO MEZA Jessica Janett		
LUGAR	HUARAZ		
CANTERA	CHALLUA		
AGREGADO GRUESO			
N° RECIPIENTE		32	6
1	PESO DE RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (1)	1377.5	1253.5
2	PESO DE RECIPIENTE+ SUELO SECO (2)	1370.5	1246
3	PESO DEL RECIPIENTE (3)	171	164.1
4	PESO DE AGUA (4)=(1)-(2)	7	7.5
5	PESO DEL SUELO SECO (5)=(2)-(3)	1199.5	1081.9
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (6)=(4/5)X100	0.584	0.693
HUMEDAD PROMEDIO		0.64%	
AGREGADO FINO			
N° RECIPIENTE		42	43
1	PESO DE RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (1)	1023	961
2	PESO DE RECIPIENTE+ SUELO SECO (2)	1005	945
3	PESO DEL RECIPIENTE (3)	163.8	166.6
4	PESO DE AGUA (4)=(1)-(2)	18	16
5	PESO DEL SUELO SECO (5)=(2)-(3)	841.2	778.4
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (6)=(4/5)X100	2.140	2.055
HUMEDAD PROMEDIO		2.10%	

Diseño de mezcla método ACI 211.11

Diseño de mezclas de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Para nuestra investigación necesitamos un concreto con resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, para su elaboración se va emplear el método del ACI 211.11

Características de los materiales

Tabla 33. Peso específico del cemento

CEMENTO		
Cemento Portland ASTM Tipo I (SOL)		
Peso específico	3.15	gr/cm ³

Fuente: Cemento portan ASTM Tipo I (SOL)

Tabla 34. Datos del agregado fino

AGREGADO FINO		
Peso específico	2650.00	kg/m ³
Porcentaje de absorción (%)	1.39	%
Contenido de humedad (%)	2.10	%
Peso unitario suelto	1634.00	kg/m ³
Peso unitario compactado	1763.00	kg/m ³
Módulo de fineza	3.04	

Fuente: Ensayos de laboratorio para agregados grueso (2018)

Tabla 35. Datos del agregado grueso

AGREGADO GRUESO		
Peso específico	2640.00	kg/m ³
Perfil	Angular	
Porcentaje de absorción (%)	0.81	%
Contenido de humedad (%)	0.64	%
Peso unitario suelto	1456	kg/m ³
Peso unitario compactado	1540	kg/m ³
T.M.N. (NTP)	3/4"	
Módulo de fineza	7.26	

Fuente: Ensayos de laboratorio para agregados grueso (2018)

q) Selección de resistencia promedio:

Resistencia promedio a la comprensión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de una muestra.

Tabla 36. Resistencia promedio

Resistencia especificada a la comprensión, kg/cm ²	Resistencia promedio requerida a la comprensión, kg/cm ²
$f'c < 210$	$f'cr = f'c + 70$
$210 \leq f'c \leq 350$	$f'cr = f'c + 84$
$f'c > 350$	$f'cr = f'c + 98$

Fuente: Enrique Rivva López "Diseño de Mezclas"

Para resistencia a la comprensión de:

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

$$f'cr = f'c + 84$$

$$f'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$$

r) Selección del Tamaño Máximo Nominal del Agregado:

Tamaño Máximo Nominal: 1/2"

s) Selección del Asentamiento

Slump: 3" a 4"

t) Selección de volumen unitario de agua de diseño

La cantidad de agua por unidad de volumen de concreto necesario para obtener el asentamiento deseado o slump, depende del tamaño máximo, perfil, textura y granulometría de los agregados; así como de la cantidad de aire incorporado, no siendo apreciablemente afectada por la cantidad de cemento. El volumen de agua por m³. Agua en litros/m³ para TNM de agregados y consistencia indicada.

Tabla 37. Volumen unitario de agua de diseño.

Asentamiento	Agua en Lts/m ³ , para los tamaños máximos nominales de agregado y consistencia indicados							
	3/8 "	1/2 "	3/4 "	1 "	1 1/2 "	2 "	3 "	6 "
Concretos sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
Concretos con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---

Fuente: Enrique Rivva López "Diseño de Mezclas.

Esta tabla ha sido confeccionada por el comité 211 del ACI, Para el diseño el agua seleccionada es de 205 litros por metro cúbico.

u) Selección del contenido de aire

Tabla 38. Contenido de aire.

Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado	
3/8 "	3.0	%
1/2 "	2.5	%
3/4 "	2.0	%
1 "	1.5	%
1 1/2 "	1.0	%
2 "	0.5	%
3 "	0.3	%
6 "	0.2	%

Fuente: Enrique Rivva López "Diseño de Mezclas"

El contenido de aire atrapado para un agregado grueso de TMN de $\frac{3}{4}$ " es de 2.0 %.

v) Selección de la relación agua-cemento

Relación agua/cemento por resistencia para f'_{cr} .

Tabla 39. Relación Agua / Cemento Por Resistencia.

f'_{cr} (28 días)	Relación agua-cemento de diseño en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	---
450	0.38	---

Fuente: Enrique Rivva López "Diseño de Mezclas"

Interpolando se obtiene relación agua / cemento

$$250\text{-----}0.62$$

$$294\text{-----}x$$

$$300\text{-----}0.55$$

Para una resistencia promedio correspondiente a **294 kg/cm²** en un concreto sin incorporado, se encuentra una relación agua/cemento de **0.558**.

w) Cálculo del contenido de cemento:

La cantidad de cemento por unidad de volumen de concreto es igual al agua de mezclado.

contenido de cemento = Volumen unitario de diseño / Relación de agua /cemento para f'cr

$$\frac{205}{C} = \frac{205}{0.558} \Rightarrow C = 367.38 \text{ kg}$$

Entonces:

Factor cemento

$$\frac{367.38}{42.5} = 8.64 \text{ bls/m}^3$$

x) Contenido Del Agregado Grueso

Agregados esencialmente del mismo TMN y buena gradación producirán un concreto de satisfactoria trabajabilidad. Valores apropiados para este volumen de agregados se dan en la siguiente tabla, se puede ver que para igual trabajabilidad, el volumen de agregado grueso por m³ de concreto depende solamente del TMN y del Módulo de Fineza del agregado fino.

Tabla 40. Contenido de agregado grueso = (volumen de agregado grueso de la tabla) / (peso unitario seco y compactado del agregado grueso) kg/m³.

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Volumen de agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza de agregado fino			
	MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8 "	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2 "	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4 "	0.66	0.64	0.62	0.6
1 "	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2 "	0.76	0.74	0.72	0.7
2 "	0.78	0.76	0.74	0.72
3 "	0.81	0.79	0.77	0.75
6 "	0.87	0.85	0.84	0.81

* El Agregado Grueso se encuentra en la condición de seco compactado, tal como es definida por la Norma ASTM C 29.

** El cálculo del contenido de agregado grueso a partir del coeficiente b/bo, permite obtener concretos con una trabajabilidad adecuada para concreto armado usual.

*** Para concreto menos trabajables, tales como los que se requiere en pavimentos, la relación puede incrementarse en un 10 %. Para concretos más trabajables, tales como los concretos bombeados, los valores pueden reducirse en un 10 %.

Fuente: Enrique Rivva López "Diseño de Mezclas"

Con el módulo de fineza del agregado fino de 3.04 y un tamaño máximo nominal del agregado grueso de 3/4", se encuentra un valor de 0.6 metros cúbicos de agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen

Entonces:

$$\text{peso del agregado} = 0.6 \times p.s.u.c$$

$$\text{Peso del agregado grueso} = 0.60 \times 1540 = \mathbf{924.0 \text{ kg/m}^3}$$

a) Cálculo del volumen Absolutos

Conocidos los pesos del cemento, agua y agregado grueso, así como el volumen de aire, se procede a calcular la suma de volúmenes absolutos de estos insumos:

Tabla 41. Volúmenes Absolutos de Materiales

Insumo	Peso	P.E	Vol. Abs
CEMENTO	367.38 kg	3150 kg/m³	0.117 m³
AGUA	205 kg	1000 kg/m³	0.205 m³
AIRE	2.0%		0.020 m³
V.A.GRUESO	924.00 kg	2640 kg/m³	0.35 m³
SUMATORIA DE V. ABSOLUTOS			0.692 m³

b) Cálculo del peso del agregado fino

Volumen absoluto de agregado fino:

$$Volumen\ del\ agregado\ fino = 1.00m^3 - 0.692m^3 = 0.308m^3$$

Entonces el peso del agregado fino es:

$$Peso\ del\ agregado\ fino = 0.308m^3 \times 2650kg/m^3 = 816.2kg$$

c) Presentación del diseño en estado seco.

Tabla 42. Diseño en estado seco

CEMENTO	367.38 kg
AGUA	205 lt kg
AGREGADO GRUESO	924.0 kg
AGREGADO FINO	816.2 kg

y) Corrección por humedad de los agregados

$$Peso\ Corregido = Peso\ seco \times \left(\left(\frac{\text{contenido de humedad}}{100} \right) + 1 \right)$$

Tabla 43. Corrección de humedad de agregados

Insumo	Peso seco	Contenido de humedad	Peso Corregido
Agregado fino	816.2 kg	2.10%	833.34 kg
Agregado grueso	924.0 kg	0.64%	929.91 kg

z) Aporte del agua a la mezcla

$$Apot. Agua = \frac{(Contenido de humedad - Absorción) \times P. Agregado Seco}{100}$$

Tabla 44. Aporte de agua a la mezcla

Insumo	Humedad	Absorción	Peso seco	Apot. Agua
Agregado fino	2.1%	1.39%	833.34 kg	5.917 lt
Agregado grueso	0.64%	0.81%	929.91 kg	-1.581 lt
Aporte del agua				4.336 lt

aa) AGUA EFECTIVA

$$Agua Efectiva = 205 - (4.336) = 200.66 \text{ lt}$$

bb) Proporcionamiento de nuestro diseño

Tabla 45. Proporcionamiento del diseño en peso.

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
367.38 Kg	833.34 kg	929.92 kg	200.66 Lt

Proporciones del diseño:

1 : 2.3 : 2.5 : 23 lt

cc) Pesos para una viga

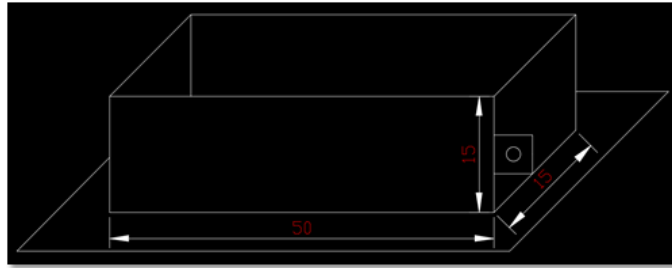


Figura 10. Esquema volumétrico de la viga.

Volumen de la viga:

Ancho = 0.15 m

Alto = 0.15 m

Largo = 0.50 m

Volumen = 0.01125 m³

dd) **Cálculo de volumen de material para 6 vigas**

$$0.01125 \times 6 = \mathbf{0.0675 \text{ m}^3}$$

Considerando un desperdicio 20 %

$$0.0675 \times 1.2 = \mathbf{0.0781 \text{ m}^3}$$

Tabla 46. Cálculo de volúmenes de material para 6 vigas.

Material	Proporción (1.0 m ³)	Para 3 moldes (0.0405 m ³)	Para 6 moldes (0.0810 m ³)
Cemento	367.38	14.88	29.76
A. Fino	833.34	33.75	67.50
A. Grueso	929.91	37.66	75.32
Agua	200.66	8.13	16.25
		94.42 kg	188.83 kg

Ahora la cantidad de alambre para 1.0% y 3.0% del peso de la mezcla:

$$1.0\% \times 188.83 = 1.89 \text{ kg}$$

$$3.0\% \times 188.83 = 5.67 \text{ kg}$$

Total de púas a usar: **7.56 kg**

Cantidad de púas para una vigueta con porcentaje de 1%:

$1.89 / 6 = 0.31$ kg por viga.

$0.31 \times 3 = 0.93$ kg: de cada trompo va salir para 3 vigas y se tiene que adicionar 0.93 kg de púas.

Cantidad de púas para una vigueta con porcentaje de 3%:

$5.67 / 6 = 0.94$ kg por viga.

$0.94 \times 3 = 2.82$ kg: de cada trompo va salir para 3 vigas y se tiene que adicionar 2.83 kg de púas.

ELABORACIÓN DE LAS MUESTRAS (BRIQUETAS) DE CONCRETO

Para la elaboración y curado de las vigas se siguió el siguiente procedimiento MTC E 702, la norma NTP 339.183 y ASTM 192

Materiales.

Cemento: Cemento Portland ASTM Tipo I (SOL), P.E=3.15 gr/cm³

Agregado fino: Peso específico =2650.00 kg/m³, Porcentaje de absorción =1.39%, Contenido de humedad = 2.10%, Peso unitario suelto = 1634.00 kg/m³, Peso unitario compactado = 1763.00 kg/m³, Módulo de fineza = 3.04.

Agregado Grueso: Peso específico = 2640.00 kg/m³, Perfil = Angular, Porcentaje de absorción = 0.81 %, Contenido de humedad = 0.64%, Peso unitario suelto=1456 kg/m³, Peso unitario compactado=1540 kg/m³, T.M.N.= 3/4", Módulo de fineza=7.26.

Fibras: Fibras metálicas de acero galvanizado Tipo púas de 4 puntas.

Las púas de 4 puntas fueron obtenidas, utilizando alicates de corte y alicates de sujetar, se extrajeron del alambre de púas la marca SINCHI, con las siguientes características: Diámetro de púa 1.4mm, Largo del rollo 200 m, peso del rollo 6.95 kg, resistencia mínima del cordón 270 kg-

f, capa Zinc mínimo 30 g/m², distancia entre púas 125 mm, Largo de la púa 11 mm.



Figura 11. Púa que se extraerá de Alambre galvanizado usado para cercos de seguridad y que será adicionado al concreto patrón en 1% y 3%.

Fuente. Archivo de Laboratorio – noviembre 2018



Figura 12. Extracción de fibra metálica tipo púas .

Fuente. Archivo de Laboratorio – noviembre 2018.

Agua: Potable de la red pública Huaraz

Equipos.

- Mezcladora de concreto eléctrica
- Moldes prismáticos de $h=150$ mm, Altura =150 mm, Longitud = 500 mm
- Varilla compactadora de diámetro 16 mm, 600 mm de longitud
- Martillo de goma
- Cono de Abrams
- Tamices, palas, guantes, reglas y recipientes

Procedimientos.

Concreto patrón (viga prismática 0.15x0.15x0.50m)

- a) Habiendo realizado los ensayos a los agregados en el laboratorio, y habiendo elaborado el diseño de mezcla por el método ACI 211.11, procedemos a la elaboración del concreto patrón. Como la mezcladora de concreto es de capacidad de 2 pie^3 , solo podemos mezclar para 3 moldes (0.405 m^3), según cuadro de dosificación pesamos 14.88 kg de cemento, 33.75 kg de arena gruesa, 37.66 kg de Piedra de $3/4''$ y 8.13 kg de agua.
- b) Ponemos la mezcladora en funcionamiento, y procedemos a echar la piedra chancada de $3/4''$ dentro de la mezcladora con la mitad de agua 4 lts, esperamos que la mezcladora de 5 revoluciones y agregamos la arena gruesa, después de dos revoluciones agregamos el cemento. Repetimos este procedimiento 3 veces para obtener 9 vigas de concreto patrón.
- c) Con todos los materiales en la mezcladora dejamos que revolucione por 3 minutos, paramos la mezcladora por 3 minutos para que repose la mezcla y volvemos a prender la máquina para que revolucione por 2 minutos finales más, luego vaciamos la mezcla en un bugui y sacamos una muestra para la prueba slump, obteniendo

3.5", luego llevamos el concreto para vertido en los moldes prismáticos.

- d) Para la colocación del concreto en los moldes se hizo en dos capas utilizando una pala y compactado por varillado de 50 golpes por capa.



Figura 13. Elaboración de vigas prismáticas del concreto patrón.

Fuente. Archivo de Laboratorio – Noviembre 2018

- e) Para el acabado se utilizó una plancha de empastar, enrazando la mezcla nivel del molde y dejando esa cara plana y liza.

Para garantizar que el concreto patrón es de resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^3$, se elaboraron 3 vigas cilíndricas para medir la resistencia a la compresión. Estos especímenes se elaboraron según las NTP339.183. En vigas cilíndricas de 150 mm de diámetro y 300 mm de altura.

Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de 1% de fibras en forma de púas (viga prismática $0.15 \times 0.15 \times 0.50 \text{ m}$).

- a) Se procedió a la elaboración del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ adicionado con 1% en peso de grapas de alambre galvanizado. Como la

- b) mezcladora de concreto es de capacidad de 2 pie³, solo podemos mezclar para 3 moldes (0.405 m³), según cuadro de dosificación pesamos 14.88 kg de cemento, 33.75 kg de arena gruesa, 37.66 kg de Piedra de 3/4" y 8.13 kg de agua más 0.93 kg de grapas de alambre galvanizado.
- c) Se pone la mezcladora en funcionamiento, y procedemos a echar la piedra chancada de 3/4" en la mezcladora con la mitad de agua 4 lts, esperamos que la mezcladora de 5 revoluciones y agregamos la arena gruesa, después de dos revoluciones agregamos el cemento, al final agregamos lo 0.93 kg (1%) de grapas y dejamos que se mezclen bien todos los insumos. Repetimos este procedimiento 3 veces para obtener 9 vigas de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición de 1% de grapas.
- d) Con todos los materiales en la mezcladora se deja revolucionar por 3 minutos, se para la mezcladora por 3 minutos para que repose la mezcla y se vuelve a prender la máquina para que revolucione por 2 minutos finales más, luego se hace el vaciado la mezcla en un bugui, previamente se hace la prueba slump, obteniendo 3", luego se lleva el concreto para vertido en los moldes prismáticos.
- e) Para la colocación del concreto en los moldes se hizo en dos capas utilizando una pala y compactado por varillado de 50 golpes por capa.
- f) Para el acabado se utilizó una plancha de empastar, enrazando la mezcla nivel del molde y dejando esa cara plana y liza.

Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de 3% de fibras en forma de púas (viga prismática 0.15x0.15x0.50m).

- a) Se procedió a la elaboración del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ adicionado con 3% en peso de grapas de alambre galvanizado. Siendo la capacidad de la mezcladora de concreto 2 pie³, se hizo la mezclar para 3 moldes (0.405 m³), según cuadro de dosificación pesamos 14.88 kg

- b) de cemento, 33.75 kg de arena gruesa, 37.66 kg de Piedra de 3/4" y 8.13 kg de agua más 2.82 kg de grapas de alambre galvanizado.
- c) Ponemos la mezcladora en funcionamiento, y procedemos a echar la piedra chancada de 3/4" en la mezcladora con la mitad de agua 4 lts, esperamos que la mezcladora de 5 revoluciones y agregamos la arena gruesa, después de dos revoluciones agregamos el cemento, al final agregamos lo 2.82 kg (3%) de grapas y dejamos que se mezclen bien todos los insumos. Repetimos este procedimiento 3 veces para obtener 9 vigas de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición de 1% de grapas.
- d) Con todos los materiales en la mezcladora dejamos que revolucione por 3 minutos, paramos la mezcladora por 3 minutos para que repose la mezcla y volvemos a prender la máquina para que revolucione por 2 minutos finales más, luego vaciamos la mezcla en un bugui, previamente hacemos la prueba slump, obteniendo 2.6", luego llevamos el concreto para vertido en los moldes prismáticos.
- e) Para la colocación del concreto en los moldes se hizo en dos capas utilizando una pala y compactado por varillado de 50 golpes por capa.
- f) Para el acabado se utilizó una plancha de empastar, enrazando la mezcla nivel del molde y dejando esa cara plana y liza.



Figura 14. Elaboración de vigas prismáticas del concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ + 3% de grapas de alambre galvanizado.

Fuente. Archivo de Laboratorio – Noviembre 2018

Curado de las muestras de concreto

Para la elaboración y curado de las vigas se siguió el siguiente procedimiento MTC E 702, la norma NTP 339.183 y ASTM 192.

- a) Extracción de la muestra. Las muestras fueron removidas de sus moldes después de 24 horas después de su elaboración.
- b) Ambiente de curado – las vigas se colocaron en cilindros con agua con temperatura entre 23.0°C y permanecieron así desde el momento del moldeo hasta el momento de ensayo.
- c) La condición de humedad se logró por inmersión de la muestra sin el molde en agua.



Figura 15. Curado de especímenes con agua.

Fuente. Archivo de Laboratorio – Noviembre 2018

REVENIMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)

El ensayo de asentamiento de concreto se realizó siguiendo las instrucciones de las NTP 339.035.

Equipos.

- Cono de Abrams
- Varilla compactadora de 5/8"

Procedimiento.

- Se moja el molde y se le coloca sobre una superficie plana, se sujeta el molde con los pies y se le llena de concreto en tres capas, cada capa se compacta con 25 golpes.
- Una vez completado las tres capas se retira el molde izándolo de forma vertical, inmediatamente después, se mide el asentamiento, determinando la diferencia de altura del molde y la altura medida sobre el centro original de la base superior del espécimen.



Figura 16. Medición del Slump en concreto patrón $f'c=210$ kg/cm²..

Fuente. Archivo de Laboratorio – Noviembre 2018

c) Los resultados se muestran a continuación.

Tabla 47. Resultados de slump en muestras ensayadas.

Tipo de mezcla	Slump Obtenido
Concreto Patrón $f'c=210$ kg/cm ² (1ra tanda)	3.5"
Concreto Patrón $f'c=210$ kg/cm ² (2da tanda)	3.6"
Concreto Patrón $f'c=210$ kg/cm ² (3ra tanda)	3.5"
Concreto $f'c=210$ kg/cm ² + 1% de grapas (1ra tanda)	3.1"
Concreto $f'c=210$ kg/cm ² + 1% de grapas (2da tanda)	3.0"
Concreto $f'c=210$ kg/cm ² + 1% de grapas (3ra tanda)	3.2"
Concreto $f'c=210$ kg/cm ² + 3% de grapas (1ra tanda)	2.5"
Concreto $f'c=210$ kg/cm ² + 3% de grapas (2da tanda)	2.6"
Concreto $f'c=210$ kg/cm ² + 3% de grapas (3ra tanda)	2.5"

Fuente. Archivo de Laboratorio – Noviembre 2018

Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos: En el proceso de verificación de la resistencia a la compresión del concreto patrón se hicieron tres vigas de forma cilíndrica de acuerdo con el proceso que exige la NTP 339.034. Los equipos utilizados fueron la máquina de ensayo de compresión, los bloques de carga y el indicador de carga digital.

El proceso realizado fue de la siguiente manera: Se retiró la viga de la poza de curado, se dejó escurrir por un tiempo de 5 minutos, conservando la humedad, se colocó encima del bloque de carga inferior y éste sobre la plataforma de la máquina, se alineó el espécimen con el bloque de carga superior. Se puso el marcador de carga en cero, se inició con la aplicación de la carga de forma constante, sin golpes bruscos, se aplicó la carga hasta que el indicador se quedó estático hasta que no marcó el incremento de carga y hasta que el espécimen demuestre un patrón de falla bien definido. Luego de terminar el ensayo se registró la carga máxima soportada por la barra de ensayo y se anotó el patrón de falla.



Figura 17. Ensayo de resistencia a la compresión en concreto patrón $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

Fuente. Archivo de Laboratorio – Noviembre 2018

En el cálculo de la resistencia a la compresión se dividió la carga máxima registrada entre el área promedio de la sección del cilindro.

Tabla 48. Valores de resistencia a la compresión del concreto patrón obtenidos a los 7, 14 y 28 días.

Edad (días)	Carga soportada (kgf)	Resistencia obtenida (kg-f/cm ²)	Resistencia Esperada (kg-f/cm ²)
7 días	44,345.0	250.95	210.00
14 días	45,410.0	256.97	210.00
28 días	45,921.0	259.86	210.00

Fuente: Datos de laboratorio – Noviembre 2018

ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO MÉTODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN EL PUNTO CENTRAL.

El ensayo de resistencia a la flexión de los especímenes de concreto se realizó según el procedimiento de la NTP 339.059. Resistencia a la flexión del concreto método de la viga simple cargada en el punto central.

Equipos:

- Máquina de ensayo de resistencia a la flexión
- Bloque de aplicación de carga
- Bloque de soporte del espécimen

Procedimiento.

- a) Se retira la viga de la poza de curado y se deja escurrir, manteniendo aun humedad, se coloca el espécimen sobre los bloques de soporte ubicados en los puntos tercios del testigo y se lo centra con respecto al sistema de aplicación de la fuerza que deberá estar sobre el punto centro del espécimen tal como se aprecia en la Fig. N°27.

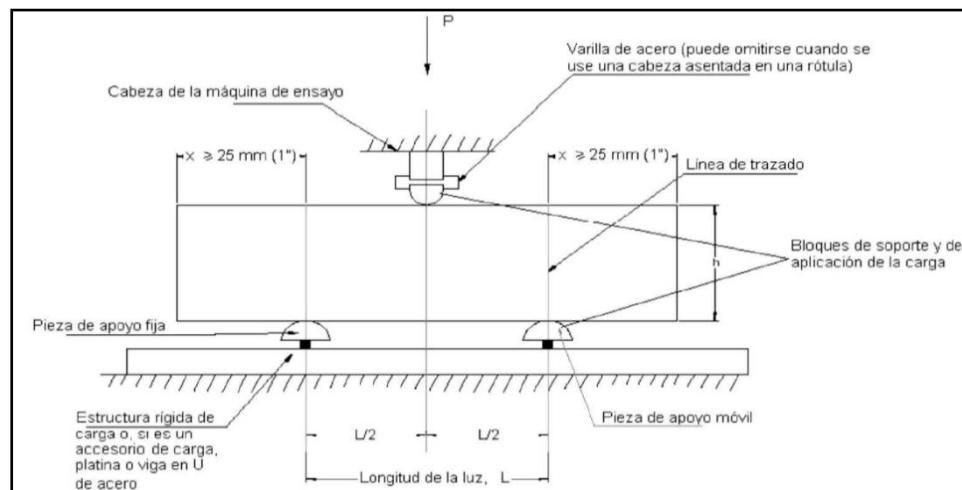


Figura 18. Esquema de colocación del espécimen en la máquina de ensayo de flexión.

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales del MTC – 2016

Colocado el espécimen en su posición correcta se empieza a aplicar la carga de manera continua sin sobresaltos, a una ratio de carga que incremente constante el esfuerzo de la fibra extrema entre (0.9 Mpa/min y 1.2 Mpa/min), hasta que ocurra la rotura del espécime



Figura 19. Ensayo de resistencia a la flexión en concreto patrón $f'c=210$ kg/cm².

Fuente. Archivo de Laboratorio – Noviembre 2018



Figura 20. Ensayo de resistencia a la flexión en concreto patrón $f'c=210$ kg/cm² a los 28 días.

Fuente. Archivo de Laboratorio – Noviembre 2018

b) Para conocer el módulo de rotura aplicamos la siguiente formula:

$$R = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Dónde:

R = módulo de rotura, MPa (psi),

P = máxima carga aplicada indicada por la máquina de ensayo,

N (lbf),

l = longitud de la luz, mm (pulg),

b = ancho promedio del espécimen en el punto de fractura, mm (pulg), y

La aplicación del procediendo anterior se aplicó para todos los especímenes en estudio, de concreto patrón, concreto + 1% de grapas de acero galvanizado y concreto + 3% de grapas de acero galvanizado ensayados en las edades de 7, 14 y 28 días. Se hicieron 9 especímenes de concreto patrón, 9 especímenes con 1% de grapas y 9 especímenes con 3% de grapas, sus características geométricas y carga soportada se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 49. Características y cargas soportadas, vigas elaboradas para concreto patrón.

N ^o	Descripción	f'c diseño (kg/cm ²)	Edad (días)	Ancho promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Longitud de tramo (mm)	Carga mínima de rotura (Kgf)
				b	H	L	p
1	Concreto patrón (1)	210.00	7.00	151.33	145.33	450.00	1540.00
2	Concreto patrón (2)	210.00	7.00	149.93	148.60	450.00	1560.00
3	Concreto patrón (3)	210.00	7.00	149.97	150.03	450.00	1558.00
4	Concreto patrón (4)	210.00	14.00	150.03	149.97	450.00	2480.00
5	Concreto patrón (5)	210.00	14.00	150.00	149.93	450.00	2450.00
6	Concreto patrón (6)	210.00	14.00	149.33	149.00	450.00	2465.00
7	Concreto patrón (7)	210.00	28.00	149.83	150.07	450.00	2586.00
8	Concreto patrón (8)	210.00	28.00	149.17	149.40	450.00	2632.00
9	Concreto patrón (9)	210.00	28.00	150.00	150.03	450.00	2695.00

Fuente. Propia

Tabla 50. Características y cargas soportadas, vigas elaboradas para concreto + 1% de grapas.

N°	Descripción	f'c diseño (kg/cm ²)	Edad (días)	Ancho promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Longitud de tramo (mm)	Carga mínima de rotura (Kgf)
				b	H	L	p
1	Concreto + 1% Grp (1)	210.00	7.00	144.33	152.67	450.00	2570.00
2	Concreto + 1% Grp (2)	210.00	7.00	150.33	150.67	450.00	2210.00
3	Concreto + 1% Grp (3)	210.00	7.00	149.50	150.07	450.00	2464.00
4	Concreto + 1% Grp (4)	210.00	14.00	150.03	142.97	450.00	2790.00
5	Concreto + 1% Grp (5)	210.00	14.00	149.97	148.20	450.00	2720.00
6	Concreto + 1% Grp (6)	210.00	14.00	148.83	148.83	450.00	2750.00
7	Concreto + 1% Grp (7)	210.00	28.00	148.50	149.67	450.00	3141.00
8	Concreto + 1% Grp (8)	210.00	28.00	147.83	149.27	450.00	3112.00
9	Concreto + 1% Grp (9)	210.00	28.00	150.20	150.07	450.00	3121.00

Fuente. Propia

Tabla 51. Características y cargas soportadas, vigas elaboradas para concreto + 3% de grapas.

N°	Descripción	f'c diseño (kg/cm ²)	Edad (días)	Ancho promedi o (mm)	Altura promedi o (mm)	Longitu d de tramo (mm)	Carga mínima de rotura (Kgf)
				b	H	L	p
1	Concreto + 3% Grp (1)	210.00	7.00	152.67	155.00	450.00	2440.00
2	Concreto + 3% Grp (2)	210.00	7.00	146.33	152.00	450.00	2220.00
3	Concreto + 3% Grp (3)	210.00	7.00	149.57	149.63	450.00	2340.00
4	Concreto + 3% Grp (4)	210.00	14.00	151.67	150.00	450.00	2580.00
5	Concreto + 3% Grp (5)	210.00	14.00	149.97	149.63	450.00	2620.00
6	Concreto + 3% Grp (6)	210.00	14.00	149.80	150.00	450.00	2600.00
7	Concreto + 3% Grp (7)	210.00	28.00	150.00	150.03	450.00	3012.00
8	Concreto + 3% Grp (8)	210.00	28.00	150.07	150.67	450.00	3068.00
9	Concreto + 3% Grp (9)	210.00	28.00	150.17	150.13	450.00	3011.00

Fuente. Propia

Aspectos éticos.

Justicia:

Principio moral que lleva a dar a cada uno lo que le corresponde o pertenece. (Real Academia Española, abril -2021, <https://dle.rae.es/justicia>)

Procedimientos para determinar la resistencia a la flexión de un pequeño espécimen de concreto por medio del uso de una viga simple cargada en el punto central. NTP 339.079

Cálculos de Resistencia a la flexión

Módulo de Rotura:

$$MR = \frac{3 P l}{2 b d^2} \quad (13)$$

Dónde:

MR = módulo de rotura, MPa (kg/cm²),

P = máxima carga aplicada indicada por la máquina de ensayo, N (kgf),

l = longitud de la luz, mm (mm),

b = ancho promedio del espécimen en el punto de fractura, mm (mm), y

d = altura promedio del espécimen, en el punto de fractura mm (mm).

Diseño de mezclas: Para el diseño de mezclas existen varios métodos, el que se explicara a continuación el método empleado en este proyecto.

Elección de la resistencia promedio (f'_{cr})

Si se desconoce el valor de la desviación estándar, se utiliza la tabla 11 para la determinación de la resistencia promedio requerida.

Tabla 52. Resistencia a la compresión promedio.

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

Selección del Asentamiento

Si las especificaciones técnicas de obra requieren que el concreto tenga una determinada consistencia, el asentamiento puede ser elegido de la siguiente tabla:

Tabla 53. Consistencia y asentamientos.

Consistencia	Asentamiento
Seca	0" (0mm) a 2" (50mm)
Plástica	3" (75mm) a 4" (100mm)
Fluida	≥ 5" (125mm)

Estimación del agua de mezclado y contenido de aire

La cantidad de agua por unidad de volumen de concreto necesaria para obtener el asentamiento La tabla 13, preparada en base a las recomendaciones del Comité 211 del ACI, nos proporciona una primera estimación del agua de mezclado para concretos hechos con diferentes tamaños máximos de agregado con o sin aire incorporado.

Tabla 54. Volumen unitario de agua de diseño

Asentamiento	Agua en Lts/m ³ , para los tamaños máximos nominales de agregado y consistencia indicados							
	3/8 "	1/2 "	3/4 "	1 "	1 1/2 "	2 "	3 "	6 "
Concretos sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
Concretos con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---

Fuente: Castro. y Vera (2017).

Selección del contenido de aire.

Tabla 55. Contenido de aire.

Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado	
3/8 "	3.0	%
1/2 "	2.5	%
3/4 "	2.0	%
1 "	1.5	%
1 1/2 "	1.0	%
2 "	0.5	%
3 "	0.3	%
6 "	0.2	%

Fuente: Castro. y Vera (2017).

Selección de la relación agua-cemento

Relación agua/cemento por resistencia para f'_{cr} .

Tabla 56. Relación Agua / Cemento Por Resistencia

f'_{cr} (28 días)	Relación agua-cemento de diseño en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	---
450	0.38	---

Fuente: Castro. y Vera (2017).

Cálculo del contenido de cemento:

Una vez que la cantidad de agua y la relación a/c han sido estimadas, la cantidad de cemento por unidad de volumen del concreto es determinada dividiendo la cantidad de agua por la relación a/c. Sin embargo, es posible que las especificaciones del proyecto establezcan una cantidad de cemento mínima. Tales requerimientos podrían ser especificados para asegurar un

acabado satisfactorio, determinada calidad de la superficie vertical de los elementos o trabajabilidad.

$$\text{Contenido de cemento (kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de agua de mezclado (lts/m}^3\text{)}}{\text{Relación a/c (para } f'_{cr}\text{)}}$$

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de cemento (kg)}}{\text{Peso específico del cemento (kg/m}^3\text{)}}$$

Estimación del contenido de agregado grueso y agregado fino.

Diseños realizados por el método ACI

Se determina el contenido de agregado grueso mediante la tabla 16, elaborada por el Comité 211 del ACI, en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso y del módulo de fineza del agregado fino. La tabla 16 permite obtener un coeficiente b/b_0 resultante de la división del peso seco del agregado grueso entre el peso unitario seco y compactado del agregado grueso expresado en kg m3.

Tabla 57. Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto.

TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO		Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino.			
		MÓDULO DE FINEZA DEL AGREG. FINO			
mm.	Pulg.	2.40	2.60	2.80	3.00
10	3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
12.5	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
20	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
40	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
70	3"	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Obtenido b / b_0 procedemos a calcular la cantidad de agregado grueso necesario para un metro cúbico de concreto, de la siguiente manera:

$$\text{Peso del A. grueso (kg/m}^3\text{)} = \frac{b}{b_0} \times (\text{Peso unitario compactado de A. grueso})$$

Entonces los volúmenes de los agregados grueso y fino serán:

$$\text{Vol. agregado grueso (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso seco del A. grueso}}{\text{Peso específico del A. grueso}}$$

$$\text{Vol. agregado fino (m}^3\text{)}$$

$$= 1 - (\text{Vol. agua} + \text{Vol. aire} + \text{Vol. Cemento} + \text{Vol. A. grueso})$$

Por consiguiente, el peso seco del agregado fino será:

$$\text{Peso A. fino (kg/m}^3\text{)} = (\text{Vol. A. fino}) (\text{Peso específico del A. fino})$$

$$\text{Peso A. Fino Humedo (kg)} = (\text{Peso A. fino seco})x \left(1 + \frac{\% W_f}{100}\right)$$

Agua Efectiva:

$$\text{Agua en el A. grueso} = (\text{Pesos A. grueso seco})x \left(\frac{\%W_g - \%a_g}{100}\right) = X$$

$$\text{Agua en el A. fino} = (\text{Pesos A. fino seco})x \left(\frac{\%W_f - \%a_f}{100}\right) = Y$$

$$\text{Agua efectiva (Lts)} = \text{Agua de diseño} - (X + Y)$$

Cálculo de las proporciones en peso

Cemento: Agregado fino : Agregado grueso / agua

$$\frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso Ag. fino Humedo}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso Ag. grueso Humedo}}{\text{Peso cemento}}$$

$$/ \frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Peso cemento}}$$