



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**“Resistencia a la compresión de un concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$
sustituyendo parcialmente el agregado fino por virutas y
limallas de acero, Huaraz - 2021”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Civil**

AUTORA:

Deledesma Carrera, Yobana Yulisa (ORCID: 0000-0001-8833-5996)

ASESOR:

Mg. Choque Flores, Leopoldo (ORCID: 0000-0003-0914-7159)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

A DIOS

Por haberme dado la vida y salud, por estar siempre conmigo dándome fuerzas y guiándome en este caminar de la vida, ayudándome a obtener uno de los anhelos más deseados. Gracia y Paz.

A MIS PADRES

Que me permitieron nacer, y me apoyaron incondicionalmente para superarme cada día y por ser el ejemplo a seguir adelante y nunca rendirme.

Este trabajo de investigación es dedicado a todos los que me impulsaron y ayudaron a seguir adelante.

*Deledesma Carrera Yobana
Yulisa*

AGRADECIMIENTO

A MI FAMILIA

A mi hermana que me ayudo en el proceso de esta investigación hasta culminarla.

A LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Por permitirme realizar esta investigación en su casa.

A MI ASESOR

Quien ha guiado con paciencia y dedicación esta investigación, y quien ha hecho que este trabajo se realice con éxito.

*Deledesma Carrera Yobana
Yulisa*

ÍNDICE DE CONTENIDOS:

I. INTRODUCCIÓN	9
II. MARCO TEÓRICO	14
III. METODOLOGÍA.....	34
IV. RESULTADOS	41
V. DISCUSIÓN	67
VI. CONCLUSIONES.....	71
VII. RECOMENDACIONES:	73
REFERENCIAS	74
ANEXOS.....	80

ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla N° 1: Componentes químicos del cemento Tipo I	15
Tabla N° 2: granulometría del agregado grueso.....	17
Tabla N° 3: Granulometría del agregado fino	19
Tabla N° 4: Componentes adicionales de virutas de acero fundido	24
Tabla N° 5: Variable dependiente	35
Tabla N° 6: Variable independiente	35
Tabla N° 7: Diseño experimental del muestreo	37
Tabla N° 8: Análisis granulométrico del agregado fino.....	43
Tabla N° 9: Análisis granulométrico del agregado fino.....	44
Tabla N° 10: Peso unitario del agregado grueso.....	45
Tabla N° 11: Peso unitario del agregado grueso.....	45
Tabla N° 12: Contenido de humedad del agregado grueso	46
Tabla N° 13: Contenido de humedad del agregado fino	46
Tabla N° 14: Peso específico y absorción del agregado fino.....	47
Tabla N° 15: Peso específico y absorción del agregado grueso.	47
Tabla N° 16: Propiedades de los materiales para el concreto patrón.....	48
Tabla N° 17: Calculo de la resistencia promedio (f'_{cr})	49
Tabla N° 18: Calculo del asentamiento según tipo de consistencia del concreto	49
Tabla N° 19: Volumen unitario de agua (lt/m^3).	49
Tabla N° 20: Relación agua/cemento	50
Tabla N° 21: Contenido de aire atrapado con la relación al tamaño del agregado grueso.	51
Tabla N° 22: Volumen del agregado grueso por metro cubico del concreto.	51
Tabla N° 23: Calculo del peso del agregado fino	52
Tabla N° 24: Valores de pesos secos por m^3	52
Tabla N° 25: Valores de pesos corregidos por volumen	53
Tabla N° 26: Proporción en pesos	53
Tabla N° 27: Pesos de los materiales por la cantidad de probetas	54
Tabla N° 28: Relación de agua/cemento	54
Tabla N° 29: Pesos de materiales corregidos para diseño con 4% de virutas y limallas	54
Tabla N° 30: Pesos de materiales corregidos para diseño con 6% de virutas y limallas	55
Tabla N° 31: Pesos de materiales corregidos para diseño con 8% de virutas y limallas	55

Tabla N° 32: Asentamiento obtenidos de la mezcla de concreto.....	56
Tabla N° 33: Resistencia a compresión del concreto patrón	57
Tabla N° 34: Resistencia a compresión al sustituir el agregado fino por 4% de virutas y limallas de acero.....	58
Tabla N° 35: Resistencia a compresión al sustituir el agregado fino por 6% de virutas y limallas de acero.....	59
Tabla N° 36: Resistencia a compresión al sustituir el agregado fino por 8% de virutas y limallas de acero.....	60
Tabla N° 37: Promedio de las resistencias a compresión a los 7, 14, y 28 días.....	63
Tabla N° 38: Resistencias a la compresión de muestras de concreto con sustitución del agregado fino por virutas y limallas de acero según días de curado.	65
Tabla N° 39: Ensayo de la prueba ANOVA para comprobar la diferencia entre las media de la resistencia a la compresión de las muestras de concreto patrón y con as sustitución de virutas y limallas de acero.	66

ÍNDICE DE GRÁFICOS:

Grafico N° 1: Curva granulométrica del agregado fino.....	43
Grafico N° 2: Curva granulométrica del agregado fino.....	44
Grafico N° 3: Resistencias obtenidas del concreto patrón.....	61
Grafico N° 4: Resistencias obtenidas del concreto con 4% de virutas y limallas de acero.....	61
Grafico N° 5: Resistencias obtenidas del concreto con 6% de virutas y limallas de acero.....	62
Grafico N° 6: Resistencias obtenidas del concreto con 8% de virutas y limallas de acero.....	62
Grafico N° 7: Comparación de las resistencia a compresión del concreto patrón y experimentales	63

ÍNDICE DE FIGURAS:

Figura N° 1: Virutas y limallas de acero.....	25
Figura N° 2: Procedimiento realizado por orden de tiempo.	4139
Figura N° 3: Virutas de acero.....	41
Figura N° 4: Limallas de acero.....	42
Figura N° 5: Tipos de falla en el concreto.....	64

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo estudiar el comportamiento mecánico del concreto con la sustitución del agregado fino por virutas y limallas de acero en 4%, 6% y 8%, las cuales se ensayó a compresión a los 7, 14 y 28 días.

El diseño de esta investigación es experimental ya que implican grupos intactos; En primera instancia se determinó las propiedades de los agregados a utilizar, verificando que los agregados fino y grueso cumplan con lo establecido en la NTP, una vez obtenido estos datos se realizó la recolección de las virutas y limallas de acero resultantes de trabajos con acero de los tornos. Con estos antecedentes se procedió al diseño de la mezcla para un concreto con $f'c = 210$ kg/cm² mediante el Método ACI 211, se elaboraron 36 probetas cilíndricas de concreto.

Del ensayo de asentamiento se observó que a mayor porcentaje de sustitución menor es el asentamiento, siendo el 8% con un Slump de 2.9. Con respecto a la resistencia a compresión las probetas experimentales superan la resistencia de diseño 210kg/cm² con un incremento promedio de 14% siendo el más óptimo el concreto con sustitución de 6% del agregado fino por virutas y limallas de acero, obteniendo un incremento de 15% con respecto a la resistencia de diseño.

Palabras clave: Resistencia a la compresión, virutas, limallas de acero.

ABSTRACT

The objective of the present investigation is to study the mechanical behavior of concrete with the substitution of fine aggregate by shavings and steel filings in 4%, 6% and 8%, which were tested under compression at 7, 14 and 28 days.

The designs of this research is quasi-experimental since it involves intact groups; In the first instance, the properties of the aggregates to be used were determined, verifying that the fine and coarse aggregates comply with the provisions of the NTP, once these data were obtained, the collection of shavings and steel filings resulting from work with steel of lathes. With this background, we proceeded to design the mixture for a concrete with $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ by ACI Method 211, 36 cylindrical concrete specimens were made.

From the settlement test, it is applied that a higher percentage of lower substitution is the settlement, being 8% with a fall of 2.9. Regarding the compressive strength, the experimental specimens exceed the design resistance 210 kg / cm^2 with an average increase of 14%, the most optimal being concrete with a 6% replacement of the fine aggregate by shavings and steel filings, obtaining an increase of 15% with respect to design resistance.

Keywords: Compressive strength, shavings, steel filings.

I. INTRODUCCIÓN

El concreto ha conseguido ser el componente más utilizado en el lado de la construcción, no obstante, al ser un material resistente no quiere decir que no presenta fallas al momento de su rotura, por esta razón se busca mejorar la resistencia sustituyendo parcialmente el agregado fino por virutas y limallas de acero, el uso de las virutas y limallas ha sido de manera proporcional para cada porcentaje de sustitución.

Las fibras de acero que son comerciales tienen un costo sugerido alto para las empresas constructoras del país, donde en realidad se buscan maneras más económicas para construir y donde en algunas circunstancias se optan por materiales de menor costo, tratando de seguir los lineamientos que se indican en las normas técnicas.

Por esta razón es imprescindible buscar elementos innovadores que así mismo conduce al concreto convencional una mejora en sus características mecánicas, por consiguiente, se propuso la implementación de virutas y limallas de acero recicladas como refuerzo para un mejor desempeño de las propiedades del concreto, así también mejorar la resistencia y vida útil.

Para poder saber un poco más sobre cómo la incorporación de virutas de acero en estructuras de hormigón convencionales, se revelarán algunos datos de las investigaciones realizadas con el fin de poseer conocimientos de la reacción del concreto a sustituir el agregado fino por virutas y limallas de acero.

Chávez (2014), en su tesis de titulación "*Resistencia a la compresión de un concreto con adición de limaduras de hierro fundido*". Realizado en la Universidad Nacional De Cajamarca, dispuso como finalidad la determinación de las resistencias en relación a la resistencia de diseño, en función al porcentaje de adición, llegó a las siguientes conclusiones: al adicionar tres porcentajes de limallas de hierro fundido la cual son el 4%, 6% y 8% llega a alcanzar una resistencia máxima al adicionar al agregado fino al 4 % la cual alcanzó una resistencia promedio de 331.69 kg/cm² y para cada uno de los valores de 6% y 8% reduce de manera coincidente, siempre siendo mayor a la resistencia del patrón. Las variaciones de la resistencia a la compresión de los tres porcentajes añadidos corresponden a un aumento de 58% respecto a la resistencia de

diseño, 32% en cuanto a la resistencia de diseño y 26% con relación a la resistencia promedio final del concreto patrón, las probetas complementarias que se elaboraron con porcentajes mayores adicionando limaduras de hierro por 10%, 20% y 30% ayudaron evidenciar que el aumento de la resistencia no es relevante ya que los valores obtenidos se asemejan a la resistencia que se obtuvo adicionando limaduras de hierro del 8%, de tal manera que la mayoría de los diseños de mezcla de concreto ensayados a los 28 días, adicionadas con limaduras de hierro, superan la resistencia de diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y el esfuerzos axiales promedio ($f'cr = 252 \text{ kg/cm}^2$).

M.Sc. Fanbing (2017) En su tesis de Doctoral titulada “Hormigon reforzado con fibra de acero bajo carga concretrada” realizado en la Universidad de Universidad de Ruhr Bochum de Alemania. Tuvo como objetivo caracterizar el comportamiento de carga y fractura de SFRC bajo carga una carga puntual mediante un enfoque experimental concluyo que las propiedades de las fibras tuvieron un gran impacto en la ductilidad post-agrietamiento y fracturas del SFRC. En relación de tensión simple se mejoró notablemente (del 28% al 58%) mediante la adición de diferentes tipos de fibras de acero con $60 \text{ kg} / \text{m}^3$. A comparación del concreto patrón en el comportamiento post-agrietamiento fue el que se vio más afectado por las fisuras y grietas.

Kamran, Aghae, (2014). En su tesis de investigación titulada “Alambres de acero reciclados en hormigón ligero estructural modificado”. Tuvo como objetivo general investigar la posibilidad de utilizar este tipo de fibra como refuerzo en el SLWC. Se realizaron pruebas de compresión e impacto para investigar las propiedades mecánicas de probetas de hormigón ligero reforzado de 28 días, el porcentaje de alambre fue de 0,25%, 0,5% y 0,75% en la fracción de volumen del hormigón. Generalmente, la incorporación alambres reciclados en un 0,5% en hormigón ligero estructural aumenta la compresión fuerza de la WFRC. Sin embargo, la adición de más de 0.5% de fracción de volumen de alambre disminuye la resistencia a la compresión del WFRC. Además, que los alambres de acero reciclado se podrían utilizar como micro refuerzo adecuado en el SLWC. Ya que este aumenta la resistencia ligeramente en comparación con el

hormigón ligero, por lo cual los alambres reciclados podrían ser una elección razonable como refuerzo de fibra de acero en estructuras de concreto.

Valencia y Quintana (2016), donde efectuaron una comparativa entre hormigón normal y hormigón con fibras de acero en 12% y 14%, la finalidad de este estudio fue llevar a cabo las pruebas de compresión del hormigón para un diseño de mezcla de $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ a los 14, 21 y 28 días de curado y compare la resistencia del concreto con fibra y el concreto convencional. Se usaron probetas cilíndricas de 10x20 cm y se fabricaron 27 tubos de ensayo. Las evidencias halladas demostraron que las probetas con 12% y 14% de fibras que fueron curadas a los 14 días señalaron un aumento del 6% y 17% en comparación con el concreto tradicional, las probetas de concreto curadas a los 21 días mostraron una disminución del 10% y un 12%. Por sobre el concreto convencional, y las muestras que fueron curadas a los 28 días, mostraron un aumento de 8% y 14% sobre concreto convencional. Los tubos de ensayo que se fabricaron sin adiciones presentaron fallas tipo columna; es decir, fisuras verticales que dejan el hormigón en estado de deterioro. A diferencia de las muestras adicionadas con fibras de acero, que presentaban defectos tipo cono, un corte cilíndrico provocando un menor deterioro y manteniendo la forma cilíndrica de la muestra en un 80% y se encontró que la cantidad del 14% de las fibras de acero produjeron fisuras más menudas y lisas, en comparación con el 12% que produjo fisuras de mayor grosor.

Reyes y Rodríguez (2010), analizaron las resistencias de los ensayos a compresión del hormigón agregando 3%, 4% y 5% de arenisca fina, en relación a la masa de la mezcla en su totalidad. Hicieron un diseño de mezcla de un hormigón estándar de 21 MPa y realizó 60 muestras de probetas cilíndricas de concreto de 15x30cm por lo cual, 15 probetas para el hormigón estándar ensayado a los 7, 14 y 28 días de endurecimiento y 15 probetas para cada uno de los porcentajes en sustitución del agregado fino y repetido a las tres edades. Los datos de los ensayos en cada una de las edades de curado evidencian incrementos en la resistencia a la compresión, siendo a los 28 días una $f'c$ promedio de 19.94 MPa del concreto estándar, 24.89 MPa del concreto con 3%

de carga fina, 28,12 Mpa para hormigón con 4% de agregado fino y 26,72 MPa para hormigón con 5% de agregado fino. De estos datos hallados expresan incrementos del 24,8%, 41% y 34% en las resistencias a la compresión sobre la muestra estándar cuando se agrega 3%, 4% y 5% de hilo fino a la mezcla.

Delgado y Delgado (2008), efectuaron los estudios de las resistencias a flexión del hormigón agregando 6%, 8%, 10%, 12% y 14% de virutas de acero al agregado fino de la mezcla. Para ello, el hormigón estándar que fue usado para la investigación es de $f'c = 210 \text{ Kg / cm}^2$ y se elaboraron 180 probetas en formas de vigas de 15 x 15 x 50cm, De las cuales 30 vigas se usaron para hormigón estándar y 30 vigas para cada porcentaje de hormigón con de virutas de acero, todos ellos fueron analizados en 3, 7 y 28 días después del endurecimiento. Los resultados obtenidos a los 28 días para el hormigón estándar fueron $MR = 48,75 \text{ kg / cm}^2$, para el concreto con 6% virutas de acero fue de $53,56 \text{ kg / cm}^2$, para el concreto con 8% de virutas de acero fue de $59,01 \text{ kg / cm}^2$, para el concreto con 10% virutas de acero fue de $65,60 \text{ kg / cm}^2$, para el concreto con 12% virutas de acero, fue de $40,94\%$ y para la muestra con 14% virutas de acero fue de $37,19 \text{ kg / cm}^2$. Dichos resultados muestran un aumento en la resistencia a la flexión del 9,87%, 21,04%, 34,56% en comparación con el concreto estándar para hormigón con respectivamente 6%, 8%, 10% de virutas de acero y un descenso del 16,03% y 23,71% en comparación con la muestra estándar para el 12% y el 14% respectivamente de virutas de acero. Concluyen que la adición de virutas de acero incrementa la resistencia a la flexión, pero si se agrega mayor cantidad la resistencia se reduce y se debe a que los agregados finos generan una reducción de en la mezcla.

Gaio Graeff (2011), En su tesis de Doctorado titulada "Rendimiento a largo plazo del hormigón reforzado con fibra de acero reciclados para aplicaciones de pavimento" realizado en la Universidad de Sheffield demuestran que en la resistencia a compresión la adición de fibras recicladas en 2% aumenta en 10% aproximadamente y las fibras ayudan a mantener la integridad de las muestras incluso después de fallar, lo que respecta a el comportamiento a flexion se ve muy afectado por la adición de fibras recicladas cuando se sustituyen por el

agregado fino en más del 6 % en masa, el hormigón tiene un comportamiento similar al concreto con adición del 2% de fibras industriales, tanto en la resistencia a flexión como en el comportamiento post-fisura .

En esta investigación se aporta un enfoque particular al comportamiento del hormigón cuando los áridos finos son reemplazados parcialmente por depósitos de acero reciclado, al ver cómo su presencia influye en el hormigón, incrementando su resistencia o incrementando su capacidad de control de fisuras. y otras constantes que pudieran ocurrir en el hormigón bajo diferentes factores.

Se analizaron, estudiaron y evaluaron la influencia de la integración de virutas y limaduras de acero en el concreto. Con los resultados de todas las pruebas del laboratorio, habrá suficiente información para describir el comportamiento real del hormigón cuando el agregado fino es reemplazado por tres cantidades de virutas y limaduras de acero.

II. MARCO TEÓRICO

Concreto

El concreto es el componente más empleado dentro del sector de la construcción por ser resistente y durable, pero a pesar de sus propiedades mecánicas presenta fallas al momento de su rotura.

Según Martínez (2015), menciona que: “El hormigón es el elemento conformado por las mezclas en determinadas cantidades de cemento, agua, agregados y alternativas como los aditivos, que principalmente designa un elemento plástico y moldeable, que luego posee una consistencia sólida con características resistentes.”

Al respecto Condori (2016), menciona que, Es la mezcla ampliamente usada en construcciones por diversos argumentos, como, porque es resistente a la acción del agua resistiendo un severo desgaste, así mismo, que se puede moldear en diferentes formas y dimensiones gracias a que la mezcla es trabajable, siendo muy utilizado entre los usuarios en las obras de construcción.

La tecnología del hormigón analiza cada elemento involucrado, ya sea cemento, agua, áridos, aditivo y técnicas de productividad, instalación, curado y mantenimiento, simbolizan apariencias particularidades a estudiar y examinar para que se pueda manipular de forma eficaz en conjunto en la aplicación práctica que queramos (Martínez, 2017).

Componentes del concreto

El concreto es integrado por cemento, agregado fino y grueso, agua y aire en ciertas proporciones de las cuales cada uno cumple un rol importante dentro del concreto aportando características únicas para la resistencia de la misma.

Según Sotil y Zegarra (2015), mencionan que “Cada uno de los elementos posee un papel muy fundamental en la interacción del hormigón en sus diversas circunstancias, aportando diversas características a su resistencia”.

Asimismo, se realizaron pruebas de laboratorio para verificar que se cumplieran los requisitos para la obtención de hormigón de alto rendimiento y una tubería adecuada según las especificaciones técnicas).

Cemento

Uno de los elementos más importantes para la fabricación de hormigón es el cemento.

Según Martínez (2017), nos recuerda que: “Es un ligante hidrófilo, resultantes de las calcinaciones de piedras calizas, areniscas, arcillas y con el fin de lograr un polvo fino y minúsculo que al interactuar con agua se produce el endurecimiento, y alcanza características resistentes que se adhieren formando un porcentaje del 7% al 15% del volumen”.

Componentes del cemento

Tabla N° 1: Componentes químicos del cemento Tipo I.

Nombre del componente	Composición-oxida	Nomenclatura
Silicato tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C_3S
Silicato bicálcico	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C_2S
Aluminato Tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	C_3A
Aluminoferrato	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	C_4AF

Fuente: Rivva, L; 2014

El cemento portland tiene 5 tipos que se utilizan de diferentes maneras en las construcciones y su empleo debe ser en estado plástico. El cemento empleado en el estudio fue cemento tipo I.

Cemento Portland tipo I:

La utilización del Tipo I es muy común, cuando no se requieren características especiales, el cemento hidráulico elaborado por aspersion de Clinker.

Agregados

Los agregados se pueden precisar como un grupo de partículas de diferentes medidas que se puede encontrar en la naturaleza o pueden ser residuos del producto de la demolición o trituración de piedras.

Los agregados tienen que estar libre de residuos y restos que alcancen afectar adversamente la mezcla de concreto.

Agregado grueso

Según la norma técnica peruana NTP 400.011 (2013), caracteriza al agregado como una mezcla de elementos de procedente de la naturaleza o de manera artificial, que al ser tratadas o transformadas adquieren una resistencia y de las cuales los tamaños se encuentran en los límites establecidos en esta norma.

La granulometría elegida debe permitir alcanzar la densidad máxima del hormigón, para que sea trabajable y que tenga una consistencia adecuada según las circunstancias de empleo de la mezcla (Rivva, L; 2013).

Granulometría del agregado grueso NTP 400.012

Agregado grueso para uso del concreto, depende de su integridad, la severidad de la intemperie afecta en la abrasión y otras condiciones de exposición. Los límites para los agregados gruesos involucrados en el análisis, que corresponde a cada tipo de designación, deben asegurar su buen rendimiento en el diseño de concreto (Espinoza, 2018).

Además Rivva, L. (2014), puntualiza que el agregado grueso debe ser regulado entre de las especificaciones en la norma NTP 400.037 de la norma ASTM C 33, de acorde con la siguiente tabla:

Para determinar la granulometría del agregado se pasa una parte del agregado (muestra) significativa por una gradación de tamiz estructurado según el tamaño de ranura, que va de mayor a menor. Esta gradación de tamiz es de 3", 2", 1½", 1", ¾", ½", ⅜" y N° 4.

Tabla N° 2: granulometría del agregado grueso

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS										
	100	90	75	63	50	37.5	25.0	19.0	12.5	9.5	4.75
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
	4"	3 ½"	3"	2 ½"	2"	1 ½"	1"	¾"	½"	3/8"	N° 4
90 mm a 37.5 mm	100	90 a 100	—	25 a 60	—	0 a 15	—	0 a 15	—	—	—
63 mm a 37.5 mm	—	—	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—
50 mm a 25.0 mm	—	—	—	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	—	0 a 15	—	—
50 mm a 4.75 mm	—	—	—	100	95 a 100	—	35 a 70	—	10 a 30	—	0 a 5
37.5 mm a 19.0 mm	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	—	0 a 5	—
37.5 mm a 4.75 mm	—	—	—	—	100	95 a 100	—	35 a 70	—	10 a 30	0 a 5
25 mm a 12.5 mm	—	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	—
25 mm a 9.5 mm	—	—	—	—	—	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5
25 mm a 4.75 mm	—	—	—	—	—	100	95 a 100	—	25 a 60	—	0 a 10
19 mm a 9.5 mm	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5
19 mm a 4.75 mm	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	—	20 a 55	0 a 10
12.5 mm a 4.75 mm	—	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	40 a 85	0 a 10
9.5 mm a 2.36 mm	—	—	—	—	—	—	—	—	100	85 a 100	10 a 30
9.5 mm a 1.18 mm	—	—	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	25 a 55
4.75 mm a 1.18 mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	85 a 100

Fuente: NTP 400.012

Absorción y contenido de humedad NTP 339.185

Es el aumento del volumen del agregado a causa del agua por la porosidad del agregado, sin contar con el agua adosado a la superficie externa de las partículas, expresada según un tanto por ciento de volumen seco. (Porcentaje de absorción y humedad en el agregado del diseño de mezcla).

El agregado se sabe que es seco si está expuesto a temperie de 110 ± 5 ° C el tiempo apto para eliminar el agua no mezclada.

Para modificar el volumen del material al realizar la mezcla de concreto, es indispensable calcular los porcentajes de contenido de humedad asimismo de la proporción (%) de absorción de los agregados.

- Secado al horno, absolutamente seco y absorbente.
- Secado superficialmente, con una cierta cantidad porcentaje de humedad.
- Saturado y de área seca, para evitar la succión del agua del concreto.

Densidad Relativa (Peso Específico) NTP 400.021

Espinoza, P. (2018), fundamenta que “gravedad específica o peso específico, es una propiedad que usualmente se emplea para encontrar el volumen utilizado por el agregado dentro de la mezcla con cemento y otras combinaciones que son examinadas y se analiza en función a un volumen absoluto”.

De la misma manera se utiliza al calcular el porcentaje de vacíos del agregado.

Porcentaje de Vacíos NTP 400.017.

Es el por ciento de volúmenes de huecos o zonas entre los elementos del agregado por la variación de sus tamaños. Este valor también es variable puesto que depende de la posición de los elementos. El método que es admitida por la norma de determinación de la prueba de laboratorio es NTP 400.017.

Densidad Aparente (Masa Unitaria) NTP 400.017

Según Espinoza, P. (2018), hace referencia que “las densidades bajas generalmente reflejan porosidad, baja resistencias y altas absorciones”. En este sentido, entiende que la densidad del agregado está sujeta al número de poros que existan en el hormigón.

Agregado fino

Las Normas – técnicas - peruana NTP 400.037, precisa al agregado fino como un "producto que se obtiene de la desagregación artificial o natural", que se infiltra en la malla o tamiz reglamentado 9.5 mm (3/8 pulg) y que permanece o retiene en el tamiz 0.074 mm (N°200).

Granulometría del agregado fino NTP 400.012

Las dimensiones de las partículas es la división de partículas en un agregado. La medida de las partículas agregadas se determina mediante tamices con aberturas estándar.

El agregado fino debe estar dimensionado y especificados en la norma.

Tabla N° 3: Granulometría del agregado fino

Tamiz estándar	Limite (% que pasa)
3/8" (9.52 mm)	100
N°4 (4.75 mm)	95 a 100
N°8 (2.36 mm)	80 a 100
N°16 (1.18 mm)	50 a 85
N°30 (600 µm)	25 a 60
N 50 (300 µm)	5 a 30
N°100 (150 µm)	0 a 10

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.37 Agregados.

Módulo de Finura NTP 400.037

El módulo de fineza es un factor con el que se halla la gradación del agregado. sumar los porcentajes que es retenido acumulados en las mallas estándar y dividir la suma por 100. El módulo de finura, para la elaboración de la mezcla tiene que estar dentro de 2,3 y 3,1 según norma. NTP 400 037 (2013).

Los tamices usados para determinar el módulo de fineza son 0,15 mm (# 100), 0,30 mm (# 50), 0,60 mm (# 30), 1,18 mm (# 16), 2,36 mm (# 8), 4,75 mm (# 4), 9,52 mm (3/8 ").

Densidad Relativa NTP 400.021.

La densidad relativa llamada también (gravedad específica) para un agregado es la relación del volumen de masa entre el volumen de masa de agua en un volumen absoluto igual volumen. En general, los agregados naturales poseen densidad relativa entre 2.4 y 2.9.

Peso unitario NTP 400.017

Para calcular de esta forma los pesos unitarios del agregado en condición de compactación o suelto, de esta manera hallar los vacíos entre áridos.

Agua de mezcla

Empleado para conseguir la mezcla entre el cemento y los agregados, armando un material dúctil y trabajable.

El agua utilizada para la mezcla tiene que cumplir 2 funciones muy fundamentales:

- Hidrata el cemento en el concreto.
- permite que la mezcla de concreto sea manejable.

El agua para mezclado posee un rendimiento importante en el hormigón, ya que funciona para que el cemento se hidrate en el concreto y hace que la mezcla de concreto sea viable. Este rol del agua en la preparación del hormigón es solo hidratar sin causar deformación y pasado un tiempo se evapora, dejando huecos en la mezcla que disminuyen la resistencia y dureza del hormigón (Rivera, 2010).

Propiedades mecánicas del concreto

Las principales características físicas y mecánicas del hormigón son las resistencias a compresión y las resistencias a flexión, ya que estos valores son los factores que se utilizan necesariamente para diseñar estructuras de hormigón, un ejemplo son las resistencias a compresión en edificación y la resistencia. flexión en pavimento rígido (Guzmán, H; 2019).

Según Díaz, C. (2018) en su investigación hace mención que: “Debido a que existen diferentes usos del hormigón, se deben tomar en cuenta las características que los diferencian particularmente. Es muy útil para el ingeniero tener en conocimiento cada una de las características del hormigón y vincularlas de acuerdo a las necesidades y usos”.

Concreto Fresco

Guzman, H. y Garate, L; (2018, pág. 9), hace mención que “El hormigón en la actualidad es el principal material de construcción por la gran cantidad de las materias primas con los que está fabricado, su maleabilidad, resistencia y duradez. Los componentes primordiales que la componen son cemento, áridos finos (arenas), áridos gruesos (gravas), agua y aditivos de acuerdo a la necesidad”.

Carrillo, J. y Rojas, J; (2016), Indican sobre las características del hormigón fresco se encuentran: trabajabilidad, cohesión, segregación, exudación y consistencia, siendo esta última los autores afirman que son características que definen la humedad. de la mezcla de hormigón y cuanto mayor humedad esté, más fácil o manejable será la mezcla.

El agua de mezclado con o sin aditivos brinda la hidratación en el hormigón fresco. El hormigón cumple un rol estructural que se utilizar con la armadura de acero (hormigón armado) o sin ella (hormigón simple), estas diferencias dependen del elemento a construir y la utilización que le dan. Los elementos primordiales que lo componen son: cemento, que es un producto polvorizado que al agregar ciertas cantidades necesarias de agua forma un aglutinante capaz de endurecerse, el más general para construcciones de estructuras es el cemento Portland (Garate, L; 2018).

a) Trabajabilidad:

El hormigón se considera viable cuando se puede adaptar con facilidad a cualquier forma de encofrado, con un mínimo de esfuerzo mecánico empleado. Cuantitativamente, la maleabilidad se mide por el asentamiento del cono de Abrams (Slump), también por el diámetro de expansión en la mesa de trabajo; a mayor asentamiento o diámetro de dispersión, más explotable es el hormigón (Flores, 2017).

Según Díaz, C. (2018), en su investigación hace mención: “Estas características permiten que el hormigón sea muy fácil de manipular a la hora de rellenar una estructura de hormigón armado, por ende, es una de las características muy importantes ". Estas características están debidamente vinculada a la medición del factor agua / cemento.

b) Consistencia:

La consistencia se dice de la cualidad que presenta en mayor o menor del hormigón fresco para sufrir deformación, siendo por tanto una característica física mecánica natural al propio hormigón. Cuando el hormigón está curado, los áridos, que son los elementos más pesados, son retenidos por la mezcla de cemento, por ende, cuando el hormigón está fresco estos elementos se desprenden y, por las acciones de transporte e instalación, pueden separarse fácilmente, lo que resulta la problemática de segregación y exudación (Cortez, 2017).

c) Docilidad:

Conocido como maniobrabilidad. Se puede expresar como la trabajabilidad con la que el hormigón fresco se manipula, transporta, coloca y compacta en formas o se encofra (moldes) con una pérdida menor de uniformidad. (Arango, C 2010).

d) Homogeneidad:

Silva (2014), afirma que un concreto es homogéneo si en cualquiera de la parte de su masa los elementos que lo componen están perfectamente combinados en la mezcla y en las cantidades prevista en el periodo de diseño de la mezcla.

e) Peso Específico:

Según Silva (2014), menciona que la interacción entre el volumen que hay del concreto fresco y la masa. El peso específico es un indicador de que buena es la homogeneidad.

Concreto Endurecido

El hormigón muestra un cambio de fraguado constante que lo altere como un elemento dúctil a un material sólido, a medida que transcurre por la compleja fase físico-químico. En este paso, las características del hormigón cambian a lo largo del tiempo, en función de las propiedades y dosis de los distintos componentes, además de las condiciones del medio ambiente a las que estará sometido en el transcurso de su vida útil. (Condori, P; 2018).

Este estado ocurre después de que la mezcla de hormigón ya se ha endurecido y consigue las propiedades siguientes:

a) Permeabilidad:

El concreto es un material permeable lo que significa que cuando se expone a la presión del agua desde el exterior se crea un drenaje por intermedio de la superficie del concreto, el indicador que tiene mayor incidencia es la relación agua / cemento ya que al ser menor valor reduce la permeabilidad del mismo (Silva, 2014).

b) Resistencia a la Compresión:

Es la fuerza de resistir las presiones y cargas axiales, que por naturaleza soporta mejor la fuerzas a compresión.

Según Guzmán, H. y Garate, L; (2018, pag.11) menciona que: “Las fuerzas a compresión y fuerzas flexión que soporta el hormigón es la manera más cotidiana de designar el hormigón y se expresa como “f’c”. Este valor expresa la cualidad del hormigón para aguantar las fuerzas axiales que se someten sobre él”.

La prueba con la que se calcular las fuerzas a compresión del hormigón se establece en la norma técnica peruana 339.034.

Se utilizan probetas cilíndricas con diámetro de 15 cm y longitud de 30 cm. Por lo cual, para cada edad, es necesario probar 3 probetas cilíndricas y realizar los análisis con los valores promedios.

Las paredes de los moldes deben estar aceitadas; Se debe conseguir una óptima compactación al momento del llenado, lo cual se puede hacer con una varilla (método de apisonamiento) si el revenimiento es mayor de 75 mm, o con un vibrador (método de vibración) revenimiento es menor de 25 mm, para revenimientos que van de 25 a 75 mm se puede utilizar varilla metálica o vibrador, preferentemente se utiliza el método necesario (Condori, 2016).

Las propiedades de resistencias a compresión se hallan por la siguiente formula:

$$RC = P/A$$

Dónde:

P = Carga o esfuerzo máximo ejercido expresado en kg.

A = Denominada el área de la superficie oblicuo expresada en cm².

RC = Resistencia a compresión de la probeta en kg/cm², de una similitud a 1 kg/cm². 10kg/cm² ≈ 1Mpa

c) Resistencia al desgaste (Durabilidad):

Según Sotil y Zegarra (2015) En su tesis menciona que “es la capacidad del hormigón para resistir varios tipos de entornos a desgaste abrasivo y a ataques químicos. La durabilidad depende de las características mecánicas de hormigón y también de la contaminación ambiental.

Virutas de acero

La viruta es una pieza de material de desecho doblada o en forma de espiral que se quita al cepillar, pulir o perforar en metal con un cepillo u otra herramienta como un taladro. Suele considerarse un residuo de la industria del metal; sin embargo, ha cambiado las formas que se obtienen en las diferentes tornerías, fabricas que se encuentran en nuestro país (Martinez, 2015).

Según Guzmán, H. (2019) menciona que: “Actualmente este material se está desechando de las fábricas o lugares donde emplean como desechos reutilizables como materia prima, en su lugar se puede utilizar para otros fines o como refuerzo”.

Tabla N° 4: Componentes adicionales de virutas de acero fundido

Elemento	Símbolo	Cantidad ASTM A247-10
Carbono	C	3.2% - 3.6%
Silicio	Si	1.8% - 2.4%
Azufre	S	0.12% - 0.15%

Fuente: Reyes, J. y Rodriguez, Y., 2010

Diversos trabajos de tesis que incorporaron el uso de virutas de acero como elementos del concreto para aumentar sus resistencias a compresión fueron probados con dosis diferentes de virutas con relación de los agregados finos en cantidades que están entre el 4% al 16%.

La viabilidad de usar diferentes materiales de desecho en el hormigón reforzado con fibra o viruta reciclada está atrayendo la atención de los profesionales. las fibras recicladas pueden ser parte de una industria de la construcción orientada e inspirada en los principios de la economía circular. Roberto, M. R. (2020).

Las propiedades del hormigón reforzado con fibras se ven muy afectadas por el tipo de fibra. Según Pappala, R. et al. (2017). “Los diferentes tipos de fibras que ensaya para reforzar el hormigón como son el acero, el carbono, el amianto, la materia vegetal, el polipropileno y el vidrio. La mejor resistencia a compresión da las fibras redondas onduladas de acero”.

Figura N° 1: Virutas y limallas de acero



Fuente: Elaboración propia

Guevara Huarcaya, (2008), en su tesis menciona que el parámetro establecido para comparar una fibra de otra es su esbeltez expresada entre (longitud/diámetro) siendo las normales de 30mm a 50 mm pero tratando de no superar los 100mm porque se puede formar erizos durante el amasado; en otras palabras, un buen concreto con fibras es aquel que lograría aumentar respecto al concreto simple sus resistencias mecánicas considerando las características físicas de las fibras.

Según Bouafia, Y. et al. (2014), “Las pruebas a compresión muestran que agregar un pequeño porcentaje de virutas proporciona un ligero aumento de resistencia y rigidez. El hormigón armado con virutas de acero obtiene las características mecánicas equivalentes a las del hormigón reforzado con fibras convencionales”.

Booki, C. et all (2020). En su libro menciona que “Las fibras de tipo ondulado desgastadas proporcionaron un mejor rendimiento de extracción que la fibra simple en la misma matriz de la mezcla”. (Pag.213)

Aplicaciones de la fibra de acero en la ingeniería civil

Según Sotil, A. y Zegarra, J. (2015) Indicaron que un campo amplio en la industria de la construcción en el cual se utiliza las fibras de acero para refuerzo que van constituidos en los elementos prefabricado revestimiento túneles (Shotcrete), taludes y canales hasta pavimento rígidos y pisos industriales.

Carrillo, J; Aperador, W; Gonzales, G. (2013). La utilización de concreto reforzados con fibras de acero, es una tecnología que se ha venido probando en el país, la cual no ha sido plenamente aprovechada; sin embargo, la utilidad de virutas de acero, es aún primaria ya que aún no se obtiene al detalle del estudio completo y aporte máximo de sus beneficios en los pavimentos rígidos.

Según Cárdenas, (2015) sostiene que las incorporaciones de fibras de acero a los concretos han revelado un aumento su rendimiento mecánico y capacidad portante, también afirmo que la rápida aplicación de las fibras a la mezcla y de prescindir de mallas o varillas como refuerzo en algunos casos, se ha hecho considerar como un refuerzo de alta calidad y económico.

- Las fibras “unen los elementos del concreto”, por lo cual las fisuras del hormigón disminuyen se proporciona una mejor resistencia, así la creación fisuras es más controlada y se evita en el concreto endurecido lo mencionado anteriormente.
- Las fibras mejoran las resistencias (flexión, tracción y corte) en el concreto, generando así un aumento a la capacidad portante.
- Las fibras logran altas resiliencia es decir logran la energía de impacto y resistencia a esfuerzos de deformación.
- Las fibras transforman al concreto como un elemento fibro-reforzado en un elementos isotrópico y homogéneo con las mismas características en todas sus partes.
- Las fibras de acero distribuidas uniformemente a lo largo del hormigón, son excelentes para fuerzas sin un punto de sobre posición definida.
- Los nuevos estudios revelan que las fibras de acero en conjunto con un hormigón reforzado convencional son increíbles en la interacción con cargas sísmicas. Sotirios, O. (2014).

También el autor Yoo, D. et al. (2017). Menciona que “las fibras de acero rectas proporcionan el mejor rendimiento de la resistencia, la capacidad de absorción de energía y el comportamiento de agrietamiento”. (Pág. 383)

Breitenbücher, R. y Song, F. (2014). “Estas fibras se pueden aplicar como refuerzo secundario para aumentar la capacidad de carga total y ductilidad post-agrietamiento de SFRC”.

Fisuración en el concreto

Las grietas se definen como resultado directo de las bajas resistencias a la tracción del hormigón. También pueden ocurrir por fuerzas a compresión y esta presentes en todo tipo de estructura, desde edificaciones hasta todo tipo de obra de construcción que involucre hormigón. Estas grietas suelen evidenciarse en muchos años o semanas, incluso días u horas a causa de diversas circunstancias. Estas patologías en el hormigón estos suelen alterar las apariencias de las estructuras; puesto que también suelen mostrar defectos estructurales, ya que actúan agentes químicos, debido a estos defectos, suelen evidenciarse en interacción con el refuerzo del elemento y / o con el propio hormigón, debilitando las estructuras y alterando vida útil. por este motivo, hay que comprender no son un peligro. por lo que es primordial entender los tipos de elementos estructurales en el que se produjeron y el tipo de elemento (Sotil y Zegarra, 2015).

Al respecto Younis, K. y Pilakoutas, K. (2016). Sostienen que “Las grietas inducidas por contracción restringida pueden afectar el comportamiento mecánico (flexión y compresión resistencia y rigidez a la flexión) del hormigón.”

En consecuencia, la principal causa de las grietas en el hormigón no se debe a la "retracción de la forja" o la "retracción de fraguado", porque que está demostrado de manera fidedigna que esta anomalía no provoca fisuras en el hormigón, según las circunstancias de producción estandarizadas del cemento portland modernos que garantizan la estabilidad , comportamiento en este sentido y las mínimas tensiones de tracción que origina y pueden ser fácilmente absorbidas por el hormigón (Castagne, S; 2013, pag.5).

Las formaciones de las fisuras es uno de los fenómenos relevantes dentro de los reforzados. En el concreto endurecido y morteros reforzados con fibras, fibro

reforzados, en estos casos la transición de las fisuras se rastrea cuando la fibra intercepta la fisura (Bustamante, H; 2018).

Diseño de mezcla

El diseño de mezcla se realizó según método o comite (ACI-COMITÉ 211) (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE) considerado como un método tabulador donde se hace uso de tablas estandarizadas.

Díaz, C; (2018) menciona que para la producción del diseño de mezcla para el concreto es establecer la unión más práctica (viable a llevar a cabo), asequible, satisfacción de exigencias de acuerdo a los usos de las técnicas constructivas, para lograr las mejores edificaciones como también lograr la mejor eficiencia en los procesos constructivos.

Método ACI

este método es una práctica estandarizada que se escribe de método seleccionado de proporciones para el concreto de cemento elaborado con o sin material cementante y químicas. Este completo consiste en ser en un estado normal u/o alto grado de densidad (con diferencia de un peso liviano) la cual tendrá una trabajabilidad de índice bueno para ser manipulado en la construcción. También incluye detalles del método utilizados para escoger proporciones para la masa de concreto (Díaz, C; 2018).

Procedimiento del método ACI

- 1) Selección del slump
- 2) Tamaño máximo de agregados
- 3) Cantidad de agua y aire
- 4) Relación agua/cemento
- 5) Cantidad de cemento
- 6) Contenido del AG
- 7) Contenido del AF
- 8) Ajuste de las humedades
- 9) Ajustes a las mezclas de estudios

Según Houssam, T. (2016). “La optimización de la mezcla se lleva a cabo tratando de incorporar al final la fibra como sea posible para evitar la formación de bolas de fibra, y para mantener un el asentamiento requerido”.

Relación agua/cemento

Sánchez V., (2016) sostiene que la relación de agua y cemento debe ser la misma relación a/c para el concreto patrón y experimental; cabe resaltar que es un parámetro importante, pues influye en la resistencia final del mismo, para ello La relación a/c en el hormigón producido con los áridos del hormigón reciclado debe ajustarse por medio de las pruebas necesarias.

La relación agua / cemento (A / C) en un diseño de mezcla que explica como las cantidades de agua en volumen excluye el agua que absorbe los agregados a través de la proporciones o pesos del cemento.

Se expresa de la siguiente manera:

$$A/C = \frac{W_a}{W_c}$$

Donde:

A/C : Relación a/c

W_a : Peso del agua expresado en (kg) para agregados saturados o con superficies secas

W_c : Peso del cemento expresado en (kg)

Formulación del problema

¿Cuál es la resistencia del concreto cuando se sustituye el agregado fino en 4%, 6% y 8% por virutas y limallas de acero?

Y nuestros problemas específicos son los siguientes:

- ✓ ¿cuáles son las características de las virutas y limallas de acero para sustituir el agregado fino?
- ✓ ¿cuál es la relación agua-cemento del concreto experimental?
- ✓ ¿cuál es la resistencia que alcanza el concreto convencional y el concreto experimental?
- ✓ ¿Qué diferencias presenta el concreto convencional con el concreto experimental al momento de la rotura?

Justificación

La presente investigación trata sobre el comportamiento del concreto adicionando virutas y limallas de acero, aplicado a estructuras, de manera que nos permitan conocer mediante nuevos resultados si es recomendable el uso de estos elementos en el diseño de mezcla, sumando nueva información a la tecnología de concreto.

El empleo de materiales reciclados como las virutas y limallas de acero dentro de la elaboración del concreto pretenden mejorar las propiedades generando excelentes características de resistencia al igual que las fibras de acero; considerándose una alternativa sustentable y eficiente al obtener un concreto con características adecuadas de resistencia y control de fisura, y así surgirá un aporte en el sector de la construcción e incentivar el reciclaje y la reutilización de las virutas y limallas de acero utilizado para la producción del concreto logrando mejorar la resistencia y así contribuir de una pequeña forma a la reducción de la contaminación ambiental. De igual manera, la investigación está guiado a aportar en, indicando los resultados obtenidos de las pruebas realizadas, que incluye un concreto normal reforzado con un material reciclado procedentes de procedimientos con acero, como son las virutas y limallas de acero. Para lo cual, generar antecedentes nuevos que puedan ser usados en investigaciones futuras.

Hipótesis

Al sustituir el agregado fino en 4%, 6% y 8% por virutas y limallas de acero aumentaría la resistencia a compresión del concreto.

Y nuestras hipótesis específicas son las siguientes:

- ✓ las virutas y limallas de acero favorecen a la resistencia del concreto experimental.
- ✓ Existe una relación de agua-cemento que permite alcanzar la mayor resistencia a la compresión.
- ✓ El comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm² logra mantenerse, y para el concreto experimental lograra mejorar al sustituir el agregado fino por virutas y limallas de acero.
- ✓ Existe una diferencia favorable en la resistencia de concreto con la sustitución del agregado fino por virutas y limallas de acero.

Objetivos

Objetivo general

Determinar la resistencia a la compresión del concreto cuando se sustituye el agregado fino en 4%, 6% y 8 % por virutas y limallas de acero

Objetivos específicos

- ✓ Caracterización de las virutas y limallas de acero.
- ✓ Determinar la relación agua-cemento del concreto.
- ✓ Determinar la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ y del concreto experimental.
- ✓ Realizar el análisis comparativo respecto a la compresión entre el concreto convencional y el concreto experimental.

III. METODOLOGÍA

1.1. Tipo y diseño de investigación

Hernández, S. (2017) sostiene que: “Se aplica el diseño o método experimental que nos ayuda a descubrir las relaciones que existen entre los elementos que se estudian, elaborando conceptos y determinar los efectos de condiciones y categorías para poder formular la hipótesis”.

Tipo de investigación:

El tipo de investigación es aplicada porque está desarrollada con la finalidad de dar solución a cuestiones relacionadas con la construcción, particularmente en las propiedades físicas del concreto; donde se busca validar técnicas y métodos que optimicen los procesos y demostrar la hipótesis planteada. Es sin duda el tipo de investigación más adecuada y necesaria en las actuales circunstancias ligadas a la construcción.

Diseño de investigación:

Esta investigación presenta un diseño cuasi experimental ya que existe una exposición, una respuesta y una hipótesis para contrastar, pero no existe un control absoluto de todas las variables relevantes debido a la falta de aleatorización que son el número de muestras; a la vez los investigadores harán uso de pruebas normadas y establecidas para la investigación tales como ensayos de probetas, los cuales son estrictamente controlados en los laboratorios, para así generar nuevos conocimientos a futuros investigadores.

La investigación corresponde a un diseño experimental, Porque al utilizar el método experimental y de observación en el que se comparan 4 grupos de estudio se controla y manipula la variable independiente en función al diseño de mezcla del concreto sustituyendo el agregado fino por virutas y limallas de acero en 4%, 6% y 8% cada una, buscando resultados de pruebas normadas y establecidas para la investigación tales como ensayos de probetas, los cuales son estrictamente controlado en el laboratorio de suelos, evaluando la resistencia a compresión.

Todas las pruebas se ejecutan en el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad San Pedro - Huaraz, observando y debatiendo los resultados con profesionales entorno al diseño de mezcla.

1.2. Variables y operacionalización:

1.2.1. Variable Dependiente:

Tabla N° 5: Variable dependiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Escala de dimensión
Resistencia a la compresión del concreto	Es el esfuerzo máximo que soporta el concreto sin sufrir deformaciones (Rivva, E. 2014).	Es la fuerza que soporta un material bajo una carga puntual.	$F'c=Kg/cm^2$	Intervalo y razón

Fuente: Elaboración propia

1.2.2. Variable independiente

Tabla N° 6: Variable independiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Escala de dimensión
Sustitución del agregado fino por virutas y limallas de acero	Son residuos desechados, procedente de procesos industrializados fabricados con acero.	Sustitución del agregado fino por virutas y limallas de acero en el concreto.	Porcentaje de sustitución 4%, 6% y 8%.	Intervalo y razón

Fuente: Elaboración propia

1.2.3. Operacionalización de variables

Se caracteriza porque nos indica cómo se va a medir las variables dentro de nuestro proyecto de investigación. En dicho cuadro se especificará las dimensiones e indicadores de medición, adicionalmente se detallará los problemas, objetivos e hipótesis de la investigación ya mencionada.

1.3. Población, muestra y muestreo

Población:

Una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones (Selltiz et al., 1980).

Se constituye por el diseño de mezcla $f'c=210$ kg/cm² y el concreto experimental.

Muestra:

Es un subgrupo de la población que se utiliza por economía de tiempo y recursos; implica definir la unidad de análisis y requiere delimitar la población para generalizar resultados y establecer parámetros (Hernández, S; 2010).

La muestra total está constituido por 36 probetas cilíndricas de 15x30 cm de concreto patrón $f'c=210$ kg/cm² y concreto con virutas y limallas de acero recicladas para el ensayo a compresión del concreto.

La muestra está conformada por:

Concreto patrón (9 probetas)

Sustitución al 4% de virutas y limallas de acero (9 probetas),

Sustitución al 6% de virutas y limallas de acero (9 probetas),

Sustitución al 8% de virutas y limallas de acero (9 probetas).

Muestreo:

selecciona casos representativos para la generalización de características e hipótesis mediante una técnica adecuada con la finalidad de construir y/o probar teorías que expliquen a la población o fenómeno (Hernández, S; 2010).

Por lo tanto podemos decir que nuestro muestreo es no probabilístico ya que según Canal Díaz, N. (2006), menciona que “en el muestreo no probabilístico se adoptan métodos que no requieren la aleatorización”.

Y según Alperin, M.; Skorupka, C. (2014). El muestreo accidental o no intencionado se obtiene sin ningún plan, ya que se eligen las muestras de manera casual.

Tabla N° 7: Diseño experimental del muestreo

Edades de ensayo (Días)	Porcentajes de sustitución de las 36 probetas a ensayar.			
	Patrón	Virutas y limallas de acero		
		0%	4%	6%
7	3	3	3	3
14	3	3	3	3
28	3	3	3	3
Total	36			

Fuente: Elaboración propia.

1.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Se fijará como técnica la observación experimental, puesto que las apreciaciones de los elementos deben ser registrados de manera selectiva, meticulosa y experta.

Instrumentos

Como instrumentos se utilizará la guía de observación y protocolos del laboratorio de las pruebas a realizar, así como las normas NTP Y ASTM C39 para el ensayo a comprensión. Porque nos permitirá organizar y clasificar datos de ensayos del laboratorio.

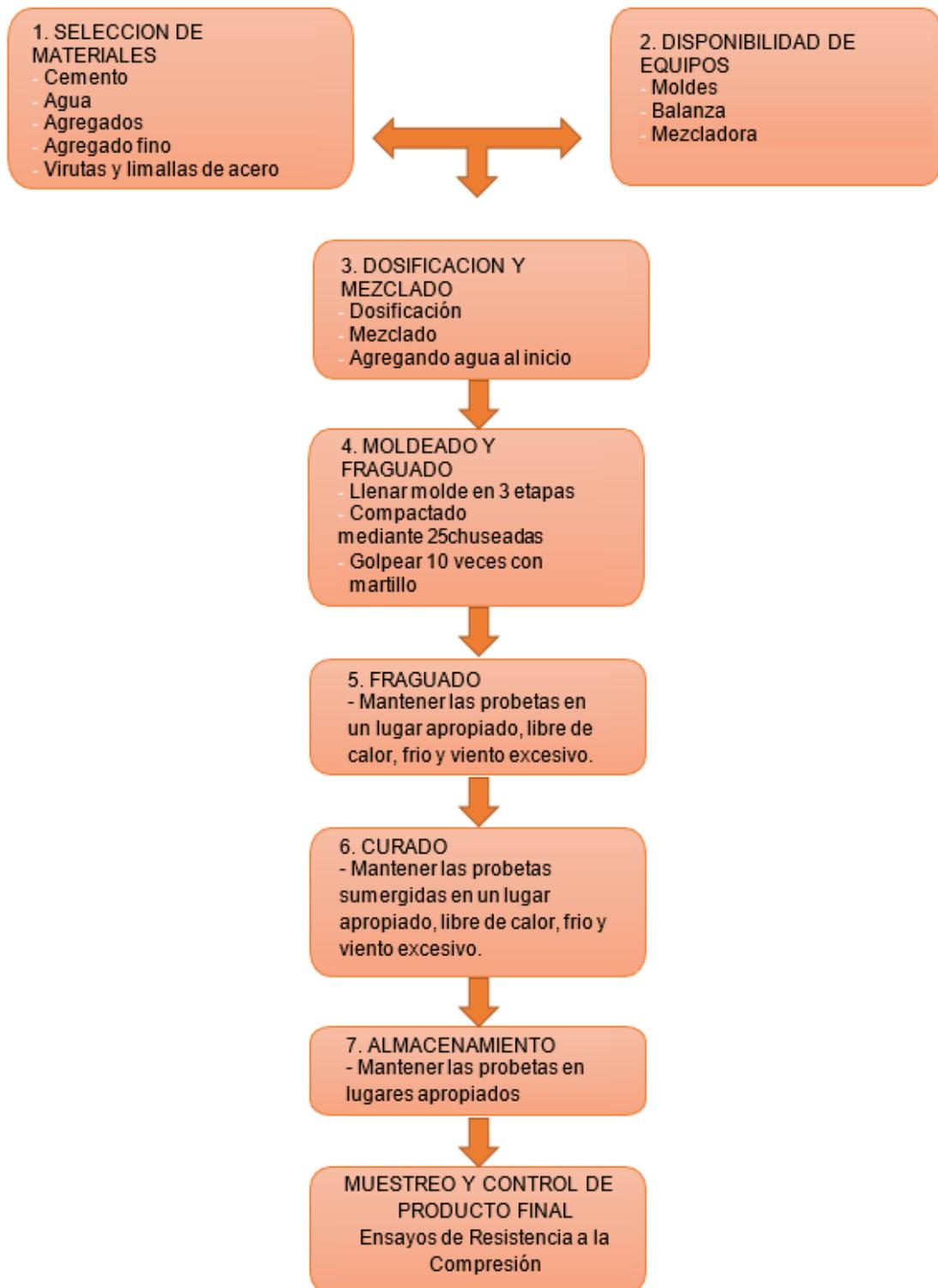
- **Protocolo de Vaciado:** Se pudo aportar evidencias de lo observado el día de elaboración de la mezcla para las probetas e identificar el material utilizado, el número de muestras, nomenclaturas, programación de roturas y valores de asentamiento obtenidos.
- **Certificado de Rotura:** Este instrumento registrará lo observado el día de la prueba de rotura realizada sobre las muestras identificará la edad de la muestra, el esfuerzo que se aplica y resistencias alcanzadas.

1.5. Procedimientos

Los procedimientos realizados por orden de tiempo de los siguientes ensayos para la investigación:

- Estudio de cantera: Cantera Tacllan
- Extracción de los agregados (NTP400.010)
- Ensayo granulométrico de los agregados NTP (400.012)
- Contenido de humedad de los agregados (NTP 339.185)
- Pe. específico y porcentaje de absorción del A.F (NTP 400.022)
- Pe. específico y porcentaje de absorción del A.G (NTP 400.021)
- Diseño de Mezcla (ACI 211)
- Ensayo de revenimiento "Slump" (NTP 339.035).
- Preparación y curado de las probetas de concreto (NTP 339.033).
- Ensayo a Compresión (NTP 339.04, ASTM C39).

Figura N° 2: Procedimiento realizado por orden de tiempo.



Fuente: *Elaboración propia*

1.6. Método de análisis de datos

Una vez recolectada la información se procesa y ejecuta en una hoja de cálculo Excel y para la prueba ANOVA se realizó con el programa SSPSS v21.

Para ejecutar el análisis de los datos se tomarán en cuenta:

- Cálculo de la dosificación para los diseños de mezcla de concreto patrón y los experimentales (Sustituyendo el agregado fino por virutas y limallas de acero).
- Representación de los resultados obtenidos mediante Figuras, Graficos y tablas de promedios y prueba estadística mediante el ANOVA y comprobar la hipótesis.

El método estadístico será dirigido en base a datos cuantitativos los cuales nos arrojaran cual es la resistencia promedio a la que se alcanzó en dicho diseño de mezcla y a tomar acciones y conclusiones con respecto a lo planteado y determinado a nuestras hipótesis y a la realización de objetivos.

1.7. Aspectos éticos

La presente investigación está basada en el principio básico que garantiza y prueba la originalidad de la investigación con el uso correcto de la norma técnica peruana (NTP), conforme a los procedimientos indicando su procedencia con responsabilidad social, bajo lineamientos y especificaciones técnicas que está establecido por el área de investigación para títulos.

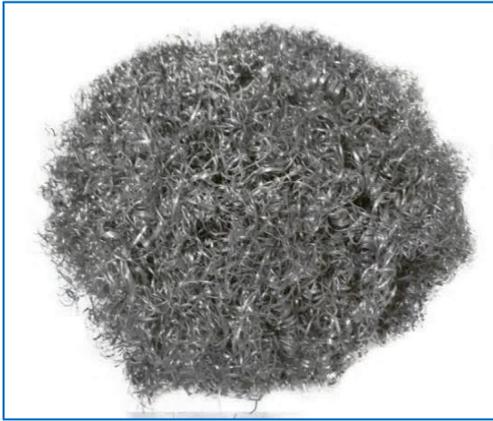
IV. RESULTADOS

A continuación, se presentan todos los resultados que se obtuvieron en laboratorio siguiendo los lineamientos y normas técnicas establecidas.

Caracterización de las virutas de acero:

Se recolectaron virutas de acero de forma aleatoria y conveniente de los desperdicios que dejan los tornos de procesos y trabajos con acero o piezas mecánicas de acero.

Figura N° 3: Virutas de acero



Fuente: *Elaboración Propia*

Procedencia: Obtenido de los tornos ubicados en el sector de Independencia

Datos técnicos:

Longitud: 20mm - 30mm

Diámetro de la fila: 0.55mm – 0.80 mm

Relación longitud/ diámetro: 36

Caracterización de las limallas de acero:

Las limallas de acero al igual que las virutas de acero se recolectaron de los tornos, estos son fragmentos más pequeños que las virutas.

Figura N° 4: Limallas de acero



Fuente: *Elaboración Propia*

Procedencia: Obtenido de los tornos ubicados en el sector de Independencia

Datos técnicos:

Longitud: 10 mm - 5mm

Diámetro de la fila: 0.3mm – 0.1 mm

Relación longitud/ diámetro: 33

Análisis granulométrico agregado grueso (NTP 400.037)

Se muestran los datos y resultados de los ensayos granulométrico. Este ensayo se determinó conforme a la NTP:

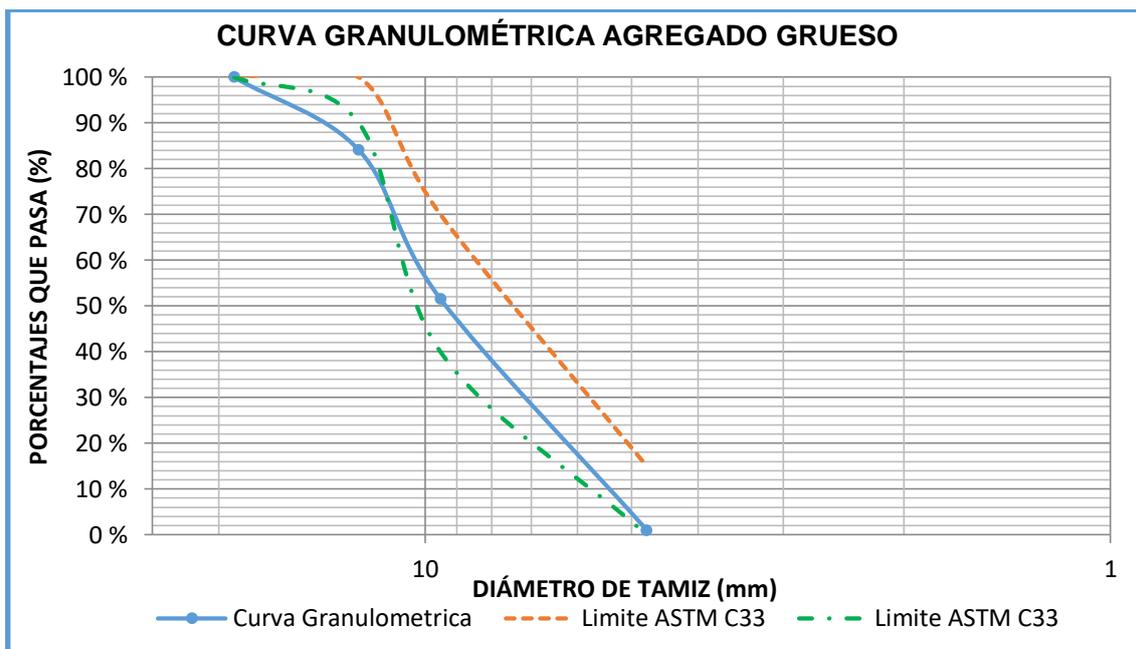
Tabla N° 8: Análisis granulométrico del agregado grueso

Tamiz N°	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	% Retenido parcial	% Retenido acum.	% Que pasa	Limites ASTM % que pasa	Limites ASTM % que pasa
2"	50	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/4"	19	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1/2"	12.5	2140.2	15.92	15.92	84.08	90	100
3/8"	9.5	4376.9	32.56	48.47	51.53	40	70
4	4.75	6795.8	50.55	99.02	0.98	0	15
Fondo	2.36	131.4	0.98	100.00	0,00		
Total		13444.33	100.00				

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos, USP.

Curva granulométrica

Grafico N° 1: Curva granulométrica del agregado grueso



Fuente: Elaboración propia

Módulo de Fineza del Agregado Grueso:

$$\text{Módulo de Fineza del Agregado Grueso} = M. F. = \frac{\sum \% \text{ Retenido Acumulado}}{100} = 6.6$$

Análisis granulométrico agregado fino (NTP 400.037)

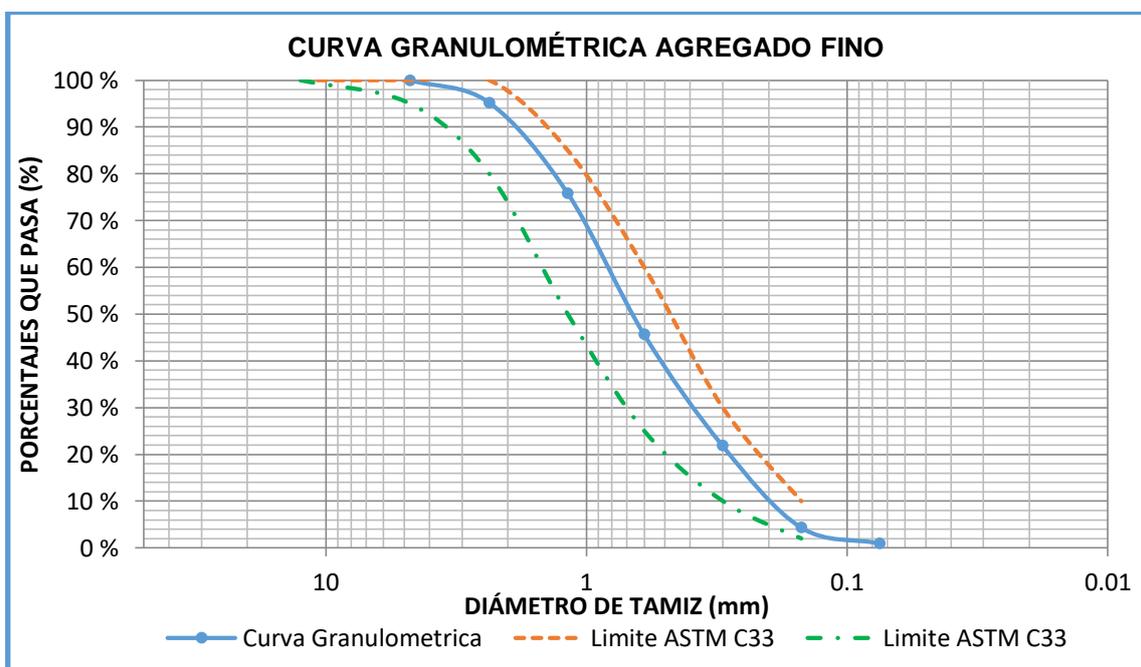
El ensayo se determinó conforme a la NTP

Tabla N° 9: Análisis granulométrico del agregado fino

Tamiz N°	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% Que pasa	Limites ASTM % que pasa	Limites ASTM % que pasa
3/8"	12.5	0.00	0.00	0.00	100	100	100
4	4.75	0.00	0.00	0.00	100	95	100
8	2.36	76.3	4.79	17.55	95.21	80	100
16	1.18	308.5	19.36	40.05	75.85	50	85
30	0.6	481.4	30.22	65.56	45.63	25	60
50	0.3	379	23.79	85.09	21.84	10	30
100	0.15	277.9	17.44	96.83	4.39	2	10
200	0.075	54	3.39	98.87	1.00	-	-
Fondo		16	1.00	100.00	0.00	-	-
Total		1593.10	100.00				

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos, USP.

Grafico N° 2: Curva granulométrica del agregado fino



Fuente: Elaboración propia

Módulo de Fineza del Agregado Fino

$$M. F. \text{ del Agregado Fino} = \frac{\sum \% \text{ Retenido Acumulado}}{100} = 2.6$$

Peso unitario

Se muestra el peso unitario suelto y compactado de los agregados

Peso unitario del agregado fino

Tabla N° 10: Peso unitario del agregado fino

Tipo De Peso Unitario	Peso Unitario Suelto			Peso Unitario Compactado		
	1	2	3	1	2	3
Muestra N°						
P. material + molde (gr.)	7325	7325	7220	7795	7815	7905
P. del envase (gr.)	3420	3420	3420	3420	3420	3420
P. de material (gr.)	3905	3905	3800	4375	4395	4485
Vol. de molde (cm3)	2776	2776	2776	2776	2776	2776
P. Unitario (gr/cm3)	1.407	1.407	1.369	1.576	1.583	1.616
P. Unitario Prom. (gr/cm3)		1.394			1.592	

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos, USP.

Peso unitario del agregado grueso

Tabla N° 11: Peso unitario del agregado grueso

Tipo De Peso Unitario	Peso Unitario Suelto			Peso Unitario Compactado		
	1	2	3	1	2	3
Muestra N°						
P. material + molde (gr.)	30632	30627	30637	31436	31420	31425
P. de envase (gr.)	7471	7471	7471	7471	7471	7471
P. de material (gr.)	23161	23156	23166	23965	23949	23954
Vol. de molde (cm3)	13724	13724	13724	13724	13724	13724
P. unitario (gr/cm3)	1.688	1.687	1.688	1.746	1.745	1.745
P. unitario Prom. (gr/cm3)		1.688			1.746	

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos, USP.

Contenido de humedad NTP339.185

Por lo general los agregados contienen humedad y varia el contenido de humedad con el estado del clima, por tal motivo la humedad se evalúa constantemente para así poder hacer correcciones en las dosificaciones de los agregados de la mezcla del concreto.

Contenido de humedad del agregado grueso

Tabla N° 12: Contenido de humedad del agregado grueso

Agregado Grueso			
N° Recipiente	1	2	3
P. envase. + suelo húmedo (gr.)	1489.5	1401.5	1457
P. envase + suelo seco (gr.)	1469.5	1379.5	1439
P. envase (gr.)	171	170	169.5
P. del agua (gr.)	20	22	18
P. suelto (gr.)	1298.5	1209.5	1269.5
Humedad (%)	1.54	1.82	1.42
Humedad Prom. (%)		1.6	

Fuente: *Laboratorio de mecánica de suelos, USP.*

Contenido de humedad del agregado fino

Tabla N° 13: Contenido de humedad del agregado fino

Agregado Fino			
N° Recipiente	1	2	3
P. envase + suelo húmedo (gr.)	774.8	810.5	737.5
P. envase + suelo seco (gr.)	743.3	780.5	702.9
P. envase (gr.)	172.5	171.5	170.3
P. del agua (gr.)	31.5	30	34.6
P. suelto (gr.)	570.8	609	532.6
Humedad (%)	5.52	4.93	6.50
Humedad Prom. (%)		5.65	

Fuente: *Laboratorio de mecánica de suelos, USP.*

Peso específico y absorción de agregados NTP400.022

El ensayo se determinó conforme a la norma

Peso específico y absorción del agregado fino

Tabla N° 14: Peso específico y % de absorción del agregado fino

Agregado fino	
N° Recipiente	1
P. del material sat. superficial seco al aire (gr.)	300
P. envase + h ₂ O (gr.)	778.3
P. envase + h ₂ O + material (gr.)	1078.3
P. del material + h ₂ O en el frasco (gr.)	969.5
Volumen de masa + volumen de vacío (cm ³)	108.8
P. del material seco en estufa (105°C) (gr.)	295.8
Vol. de masas (cm ³)	104.6
Peso específico bulk (base seca)	2.719
Peso específico bulk (base sat.)	2.757
Peso específico aparente (base seca)	2.828
(%) de absorción	1.42

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos, USP.

Peso específico y absorción del agregado grueso

Tabla N° 15: Peso específico y % de absorción del agregado grueso.

Agregado Grueso			
N° Recipiente	1	2	3
P. material saturado sup. seco (al aire) (gr.)	957.5	912.3	927.9
P. material saturado sup. sumergido (en agua) (gr.)	600.3	584.6	598.6
Volumen de masas + volumen de vacíos (cm ³)	357.2	327.7	329.3
Peso material seco en estufa (105°C) (gr.)	938.7	907.4	919.9
Vol. de masa (cm ³)	338.4	322.8	321.3
P.e bulk (base seca)	2.628	2.769	2.794
Promedio P.e.		2.73	
P.e bulk (base sat.)	2.681	2.784	2.818
P.e aparente (base seca)	2.774	2.811	2.863
(%) de absorción	2.003	0.540	0.870
Prom. (%) absorción		1.14	

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos, USP.

Diseño de mezcla

Para la definición de la relación a/c para el diseño $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, se tomó en cuenta parámetros del diseño ACI 211, para fines de laboratorio, no se contempla el factor de seguridad. Por lo que el $f'cr$ es 210 Kg/cm^2 , se trabajará con un Slump de 3 a 4", los agregados tienen las siguientes propiedades:

Tabla N° 16: Propiedades de los materiales para el concreto patrón.

CONDICIONES GENERALES	
Resistencia a compresión a los 28 días será	210 Kg/cm²
Factor de seguridad	No
MATERIALES	
Cemento	
Sol Tipo I	
Peso Específico del Cemento	3.15 gr/cm ³
Agua	
	Agua Potable
Agregado Fino	
Peso esp. de la masa	2.72 gr/cm ³
(%) Absorción	1.42 %
Cont. de Humedad	5.65 %
Peso unit. suelto seco	1.40 gr/cm ³
Peso unit. compactado seco	1.59 gr/cm ³
Módulo de Fineza	2.6
Agregado Grueso	
Tamaño máximo Nominal	1/2"
Peso esp. de la masa	2.73 gr/cm ³
(%) Absorción	1.14 %
Cont. de Humedad	1.6 %
Peso unit. suelto seco	1.69 gr/cm ³
Peso unit. compactado seco	1.75 gr/cm ³
Módulo de Fineza	6.6

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos, USP.

1. Determinación de la resistencia promedio

Tabla N° 17: Calculo de la resistencia promedio (f'_{cr})

f'_{cr} Especificado (kg/cm ²)	f'_{cr} (kg/cm ²)
Sin Factor	$f'_c + 0$
< 210	$f'_c + 70$
210 - 350	$f'_c + 84$
> 350	$f'_c + 98$

Fuente: Método del comité 211 ACI.

No se usa el factor f'_{cr} : $\Rightarrow f'_{cr} = 210 \text{ kg/cm}^2$

2. Selección del tamaño máximo nominal del agregado

TMN: $\frac{1}{2}$ "

3. Selección del asentamiento

Tabla N° 18: Calculo del asentamiento según tipo de consistencia del concreto

Mezcla Seca	0 - 2 pulg.
Mezcla Plástica	3 - 4 pulg.
Mezcla Fluida	\geq 5 pulg.

Fuente: Método del comité 211 ACI.

Según el tipo de estructura el asentamiento recomendado para la mezcla será plástica **3 - 4"**

4. Volumen unitario de agua

Tabla N° 19: Vol. unitario de agua (lt/m³).

Asentamiento	Tamaño Máximo del Agregado Grueso							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin Aire Incorporado								
1" - 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" - 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" - 7"	243	228	216	202	190	178	160	--
Concreto con Aire Incorporado								
1" - 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" - 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" - 7"	216	205	197	184	174	166	154	--

Fuente: Método del comité 211 ACI.

Para un agregado grueso de 1/2" con un "Slump" de 3" a 4" sin aire incorporado tenemos el volumen unitario de agua: **216 lt/m³**

5. Relación agua/cemento por resistencia

Tabla N° 20: Relación agua/cemento

f'cr (Kg/cm2)	Relación Agua / Cemento en Peso	
	Concreto sin Aire Incorporado	Concreto sin 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	0,4
400	0,43	--
450	0,38	--

200	0,70
216	0,674
250	0,62

Fuente: Método del comité 211 ACI.

Interpolando se tiene la relación agua/cemento: **0.674**

6. Factor cemento

Se determina el factor cemento con la siguiente formula

$$\text{Factor Cemento} = \frac{\text{Vol. Unitario de Agua}}{\text{Relación Agua/Cemento}}$$

$$\text{Factor Cemento} = \frac{216}{0,674} = 320,28 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Factor Cemento} = \frac{320,28}{42,5} = \mathbf{7,54 \text{ Bolsas/m}^3}$$

7. Contenido de aire atrapado

Tabla N° 21: Contenido de aire atrapado con la relación al tamaño del agregado grueso.

TMN Agregado Grueso	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 %
4"	0,2 %

Fuente: Método del comité 211 ACI.

El contenido de aire atrapado con relación al TMN será 2.5%

8. Calculo del peso del agregado grueso

Tabla N° 22: Volumen del agregado grueso por metro cubico.

TMN A.G.	Módulo de Fineza del Agregado Fino			
	2,40	2,60	2,80	3,00
3/8"	0,50	0,48	0,46	0,44
1/2"	0,59	0,57	0,55	0,53
3/4"	0,66	0,64	0,62	0,60
1"	0,71	0,69	0,67	0,65
1 1/2"	0,76	0,74	0,72	0,70
2"	0,78	0,76	0,74	0,72
3"	0,81	0,79	0,77	0,75
6"	0,87	0,85	0,83	0,81

Fuente: Método del comité 211 ACI.

El contenido de agregado grueso según el TMN 1/2" y el módulo de fineza es 0.57

Entonces el peso del agregado grueso = $0.57 \times 1746 \text{ kg/m}^3 = 995.22 \text{ kg}$

9. Calculo del peso del agregado fino

Tabla N° 23: Calculo del peso del agregado fino

Material	Peso (Kg)	Peso Especifico	Vol. Absoluto
Cemento	320,28	3150	0,1017
Agua	216	1000	0,2160
Aire	0,025	-	0,0250
A. Grueso	995.22	2730	0,3645
Total			0,7072

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos, USP.

Volumen del Agregado Fino = $1 - 0.7072 = 0.2928$

Peso Seco del Agregado Fino = $0.2928 \times 2720 = 796.34 \text{ kg}$

10. Pesos secos de materiales por m³

Tabla N° 24: Valores de pesos secos por m³

Materiales	Pesos Secos (Kg)
Cemento	320,28
Agua	216,00
Agr. Grueso	995.22
Agr. Fino	796.34
Aire	2.5%
Total	2327.85

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos, USP.

11. Corrección por humedad de los agregados

Agregado fino

Peso húmedo del A. F. = P. seco A.F = $(1 + \%C.H.A.F / 100)$

Peso húmedo del A. F. = $796.3 (1 + 5.50 / 100) = 840.14 \text{ kg}$

Agregado grueso

Peso húmedo del A. G. = Peso seco A.G = $(1 + \%C.H.A.F / 100)$

Peso húmedo del A. G. = $995.22 (1 + 1.60 / 100) = 1011.14 \text{ kg}$

12. Aporte de agua de los agregados

Agregado fino

Aporte de agua A. F. = P. Seco A.F.(%C.H.-%Abs.) / 100

Aporte de agua A. F. = $796.34 (5.50-1.42) / 100 = 32.49$ Lt

Agregado grueso

Aporte de agua A. G. = P. Seco A.G.(%C.H.-%Abs.) / 100

Aporte de agua A. G. = $995.22 (1.60-1.14) / 100 = 4.58$ Lt

El aporte de agua en los agregados será: **37.07 Lt**

13. Calculo de agua efectiva

Agua Efectiva = Agua de Diseño - Aporte de Agua

Agua Efectiva = $216 - 37.07$

Agua Efectiva = 178.93 Lt

14. Pesos corregidos por humedad

Tabla N° 25: Valores de pesos corregidos por volumen

Cemento	320,28 Kg/m ³
Agua	178.93 Lt/m ³
Agregado Grueso	1011.14 Kg/m ³
Agregado Fino	840.14 Kg/m ³

Fuente: *Laboratorio de mecánica de suelos, USP.*

15. Proporción en peso por bolsa de cemento

Tabla N° 26: Proporción en pesos

Cemento	320,28 Kg/m ³	320,28 Kg/m ³	1,000
Agua	178,93 Lt/m ³	320,28 Kg/m ³	0,559
Agr. Grueso	1011,14 Kg/m ³	320,28 Kg/m ³	3,157
Agr. Fino	840,14 Kg/m ³	320,28 Kg/m ³	2,623

Fuente: *Laboratorio de mecánica de suelos, USP.*

16. Dosificación de material para probetas

Volumen de 1 Probeta = 0,00583 m³

Volumen de 1 Probeta +10% de Desperdicio = 0.00641 m³

1m³  2315.69 Kg

0,00641  14.84 Kg

De la relación establecida se tienen los siguientes pesos de los materiales:

Tabla N° 27: Pesos de los materiales por la cantidad de probetas

Cant. Moldes	1 m ³	1 Probeta	3 Probeta	6 Probeta	9 Probeta
	(Kg)	Patrón (Kg)	Patrón (Kg)	Patrón (Kg)	Patrón (Kg)
Cemento	320,28	2,05	6,16	12,32	18,48
Agua	178,93	1,15	3,44	6,88	10,32
Agr. Grueso	1011,14	6,48	19,44	38,89	58,33
Agr. Fino	840,14	5,39	16,16	32,31	48,47
Total	2350,50	15,07	45,20	90,40	135,60

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos, USP.

Tabla N° 28: Relación de agua/cemento

Relación a/c	Por Diseño	Por Corrección
		0,6744

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos, USP.

Tabla N° 29: Pesos de materiales corregidos para diseño con 4% de virutas y limallas

Cantidad de materiales					
Cant. Moldes	1 m ³	1	3	6	9
	(Kg)	Patrón (Kg)	Patrón (Kg)	Patrón (Kg)	Patrón (Kg)
Cemento	320,28	2,05	6,16	12,32	18,48
Agr. Fino	806,54	5,17	15,51	31,02	46,53
Virutas	16,80	0,11	0,32	0,65	0,97
Limallas	16,80	0,11	0,32	0,65	0,97
Agr. Grueso	1011,14	6,48	19,44	38,89	58,33
Agua	178,93	1,15	3,44	6,88	10,32
Total	2350,50	13,92	41,76	83,52	125,28

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos, USP.

Tabla N° 30: Pesos de materiales corregidos para diseño con 6% de virutas y limallas

Cantidad de materiales					
Cant. Moldes	1 m3	1	3	6	9
	(Kg)	Patrón (Kg)	Patrón (Kg)	Patrón (Kg)	Patrón (Kg)
Cemento	320,28	2,05	6,16	12,32	18,48
Agr. Fino	789,73	5,06	15,19	30,37	45,56
Virutas	25,20	0,16	0,48	0,97	1,45
Limallas	25,20	0,16	0,48	0,97	1,45
Agr. Grueso	1011,14	6,48	19,44	38,89	58,33
Agua	178,93	1,15	3,44	6,88	10,32
Total	2350,50	13,92	41,76	83,52	125,28

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos, USP.

Tabla N° 31: Pesos de materiales corregidos para diseño con 8% de virutas y limallas

Cantidad de materiales					
Cant. Moldes	1 m3	1	3	6	9
	(Kg)	Patrón (Kg)	Patrón (Kg)	Patrón (Kg)	Patrón (Kg)
Cemento	320,28	2,05	6,16	12,32	18,48
Agr. Fino	772,93	4,95	14,86	29,73	44,59
Virutas	33,61	0,22	0,65	1,29	1,94
Limallas	33,61	0,22	0,65	1,29	1,94
Agr. Grueso	1011,14	6,48	19,44	38,89	58,33
Agua	178,93	1,15	3,44	6,88	10,32
Total	2350,50	13,92	41,76	83,52	125,28

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos, USP.

Ensayo de asentamiento NTP 339.035

Se buscó un asentamiento que varía de 3" a 4" que se encuentra dentro del rango para el diseño de mezcla $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ para conseguir una buena trabajabilidad.

Tabla N° 32: Asentamiento obtenidos de la mezcla de concreto

Dosificación	Asentamiento (Pulg.)
0% Concreto patrón	3.1"
Sustitución al 4% por virutas y limallas de acero	3.2"
Sustitución al 6% por virutas y limallas de acero	3"
Sustitución al 8% por virutas y limallas de acero	2.9"

Fuente: *Laboratorio de mecánica de suelos, USP.*

Ensayo a compresión del concreto según la norma NTP 339.034

Resultados de las roturas del concreto patrón.

Tabla N° 33: Resistencia a compresión del concreto patrón

Muestra	Probeta (Código)	Slump	Curado (Días)	Fecha		Peso (Kg)	Ø (cm)	Área (cm ²)	Carga (kgf)	σ (Kg/cm ²)	σ Prom. (Kg/cm ²)	Resistencia mínima (kg/cm ²)	(%) Resistencia obtenida
				Moldeo	Rotura								
Concreto patrón	P1 - P	3,1"	7	07/12/2020	14/12/2020	13,10	15,00	176,71	29511	167.0	169.93	0.7 F'c	80,92%
	P2 - P					13,25	15,15	180,27	30645	173.4		147 Kg/cm ²	
	P3 - P					13,00	15,20	181,46	29941	169.4			
	P4 - P	3,1"	14	07/12/2020	21/12/2020	13,00	15,20	181,46	34296	194.1	193.5	0.85 F'c	92,14%
	P5 - P					13,20	15,15	180,27	33890	191.8		178.5	
	P6 - P					13,00	15,10	179,08	34383	194.6		Kg/cm ²	
	P7 - P	3,1"	28	07/12/2020	04/01/2021	13,10	15,20	181,46	39376	222.8	220.26	F'c	104.88%
	P8 - P					13,10	15,20	181,46	38651	218.7		210 Kg/cm ²	
	P9 - P					13,20	15,15	180,27	38757	219.3			

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos, USP.

Resultado de roturas de muestras sustituyendo el agregado fino por 4% de virutas y limallas de acero

Tabla N° 34: Resistencia a compresión al sustituir el agregado fino por 4% de virutas y limallas de acero

Muestra	Probeta (Código)	Slump	Curado (Días)	Fecha		Peso (Kg)	Ø (cm)	Área (cm ²)	Carga (kgf)	σ (Kg/cm ²)	σ Prom. (Kg/cm ²)	Resistencia mínima (kg/cm ²)	Resistencia obtenida (%)
				Moldeo	Rotura								
Sustitución del A.F al 4% de virutas y limallas de acero	P10 - VL4	3,2"	7	07/12/2020	14/12/2020	13,00	15,15	180,27	33890	191.8	187.63	0.7 F'c	89.35%
	P11 - VL4					13,10	15,15	180,27	33349	188.7		147 Kg/cm ²	
	P12 - VL4					13,10	15,10	179,08	32234	182.4			
	P13 - VL4	3,2"	14	07/12/2020	21/12/2020	13,20	15,15	180,27	38397	217.3	216.9	0.85 F'c	103.29%
	P14 - VL4					13,00	15,00	176,71	37463	212.0		178.5 Kg/cm ²	
	P15 - VL4					13,10	15,15	180,27	39118	221.4			
	P16 - VL4	3,2"	28	07/12/2020	04/01/2021	13,10	15,20	181,46	43731	247.5	244.83	F'c	116.59%
	P17 - VL4					13,20	15,15	180,27	43084	243.8		210 Kg/cm ²	
	P18 - VL4					13,00	15,10	179,08	42979	243.2			

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos, USP.

Resultado de roturas de muestras sustituyendo el agregado fino por 6% de virutas y limallas de acero

Tabla N° 35: Resistencia a compresión al sustituir el agregado fino por 6% de virutas y limallas de acero

Muestra	Probeta (Código)	Slump	Curado (Días)	Fecha		Peso (Kg)	Ø (cm)	Área (cm ²)	Carga (kgf)	σ (Kg/cm ²)	σ Prom. (Kg/cm ²)	Resistencia mínima (kg/cm ²)	(% Resistencia obtenida
				Moldeo	Rotura								
Sustitución del A.F al 6% de virutas y limallas de acero	P19 - VL6	3"	7	07/12/2020	14/12/2020	13,10	15,10	179,08	34741	140.0	173.97	0.7 F'c	82.84%
	P20 - VL6					13,15	15,15	180,27	34431	194.9		147 Kg/cm ²	
	P21 - VL6					13,20	15,10	179,08	33040	187.0			
	P22 - VL6	3"	14	07/12/2020	21/12/2020	13,00	15,15	180,27	39118	221.4	223.27	0.85 F'c	106.32%
	P23 - VL6					13,10	15,10	179,08	39218	221.9		178.5 Kg/cm ²	
	P24 - VL6					13,10	15,15	180,27	40019	226.5			
	P25 - VL6	3"	28	07/12/2020	04/01/2021	13,20	15,15	180,27	43895	248.4	244.87	F'c	116,60%
	P26 - VL6					13,20	15,10	179,08	43158	244.2		210 Kg/cm ²	
	P27 - VL6					13,25	15,00	176,71	42765	242.0			

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos, USP.

Resultado de roturas de muestras sustituyendo el agregado fino por 8% de virutas y limallas de acero

Tabla N° 36: Resistencia a compresión al sustituir el agregado fino por 8% de virutas y limallas de acero

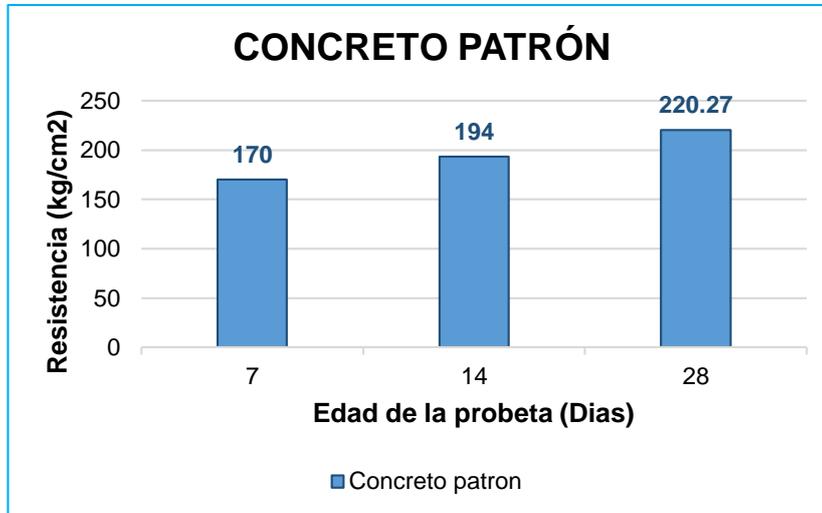
Muestra	Probeta (Código)	Slump	Curado (Días)	Fecha		Peso (Kg)	Ø (cm)	Área (cm ²)	Carga (kgf)	σ (Kg/cm ²)	σ Prom. (Kg/cm ²)	Resistencia mínima (kg/cm ²)	Resistencia obtenida
				Moldeo	Rotura								
Sustitución del A.F al 8% de virutas y limallas de acero	P28 - VL8	2,9"	7	07/12/2020	14/12/2020	13,15	15,00	176,71	33576	190	191.2	0.7 F'c	91.05%
	P29 - VL8					13,20	15,15	180,27	33710	190.8		147 Kg/cm ²	
	P30 - VL8					13,00	15,15	180,27	34070	192.8			
	P31 - VL8	2,9"	14	07/12/2020	21/12/2020	13,10	15,10	179,08	37427	211.8	215.67	0.85 F'c	102.7%
	P32 - VL8					13,10	15,10	179,08	38144	215.9		178.5 Kg/cm ²	
	P33 - VL8					13,20	15,15	180,27	38757	219.3			
	P34 - VL8	2,9"	28	07/12/2020	04/01/2021	13,20	15,20	181,46	43006	243.4	242.8	F'c	115,61%
	P35 - VL8					13,05	15,10	179,08	42800	242.2		210 Kg/cm ²	
	P36 - VL8					13,20	15,15	180,27	42903	242.8			

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos, USP.

Promedio de las resistencias a compresión

Promedio de las resistencias a compresión que se obtuvieron a los 7, 14 y 28 días del concreto patrón.

Grafico N° 3: Resistencias obtenidas del concreto patrón.

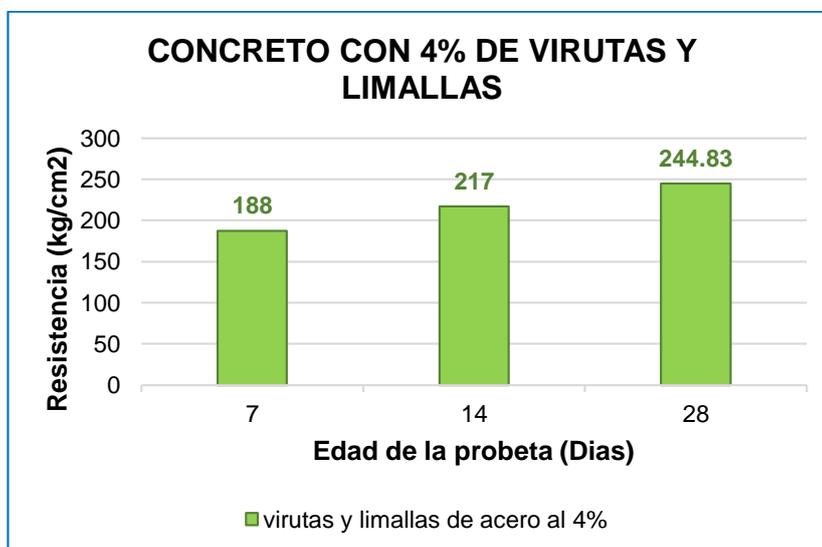


Fuente: *Elaboración propia.*

Promedio de resistencias a sustituyendo el agregado fino al 4% por virutas y limallas de acero

Promedio de las resistencias a compresión que se obtuvieron a los 7, 14 y 28 días del concreto experimental.

Grafico N° 4: Resistencias obtenidas del concreto con 4% de virutas y limallas de acero.

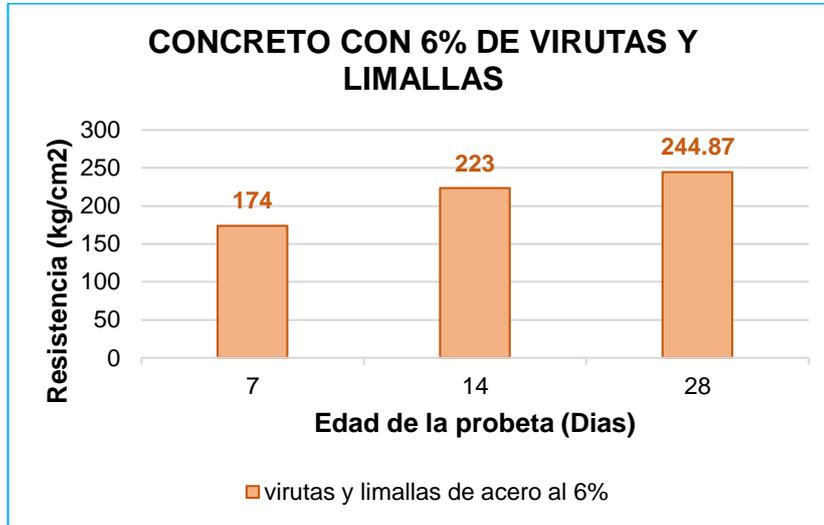


Fuente: *Elaboración propia.*

Promedio de resistencias a sustituyendo el agregado fino al 6% por virutas y limallas de acero

Promedio de las resistencias a compresión que se obtuvieron a los 7, 14 y 28 días del concreto experimental.

Grafico N° 5: Resistencias obtenidas del concreto con 6% de virutas y limallas de acero.

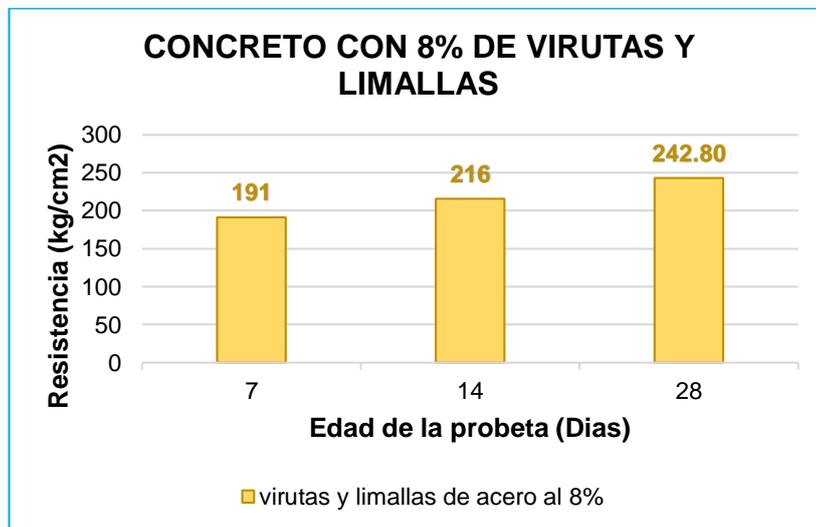


Fuente: *Elaboración propia.*

Promedio de resistencias a sustituyendo el agregado fino al 8% por virutas y limallas de acero

Promedio de las resistencias a compresión que se obtuvieron a los 7, 14 y 28 días del concreto experimental.

Grafico N° 6: Resistencias obtenidas del concreto con 8% de virutas y limallas de acero.



Fuente: *Elaboración propia.*

Comparación de los promedios de resistencia a compresión

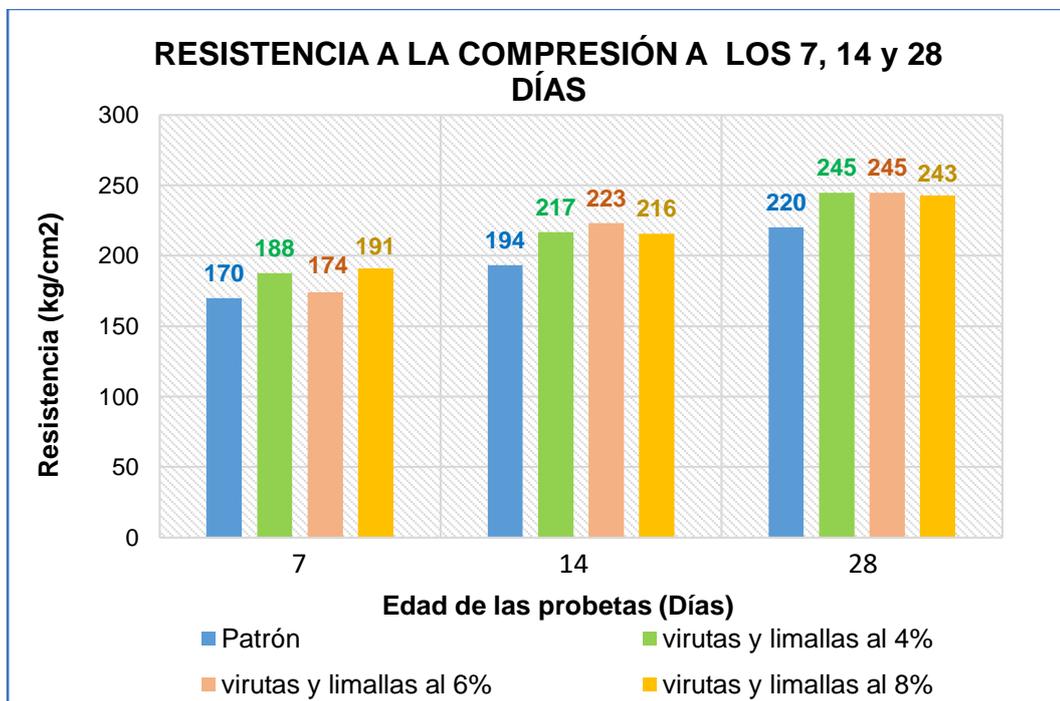
En la Tabla N°37 se resume los promedios de resistencia a compresión de las probetas ensayadas, patrón y experimental, según los días de curado.

Tabla N° 37: Promedio de las resistencias a compresión a los 7, 14, y 28 días.

Días de curado	Patrón (kg/cm ²)	Virutas y limallas de acero al 4 % (kg/cm ²)	Virutas y limallas de acero al 6 % (kg/cm ²)	Virutas y limallas de acero al 8 % (kg/cm ²)
7	170	188	174	191
14	194	217	223	216
28	220	245	245	243

Fuente: *Elaboración propia.*

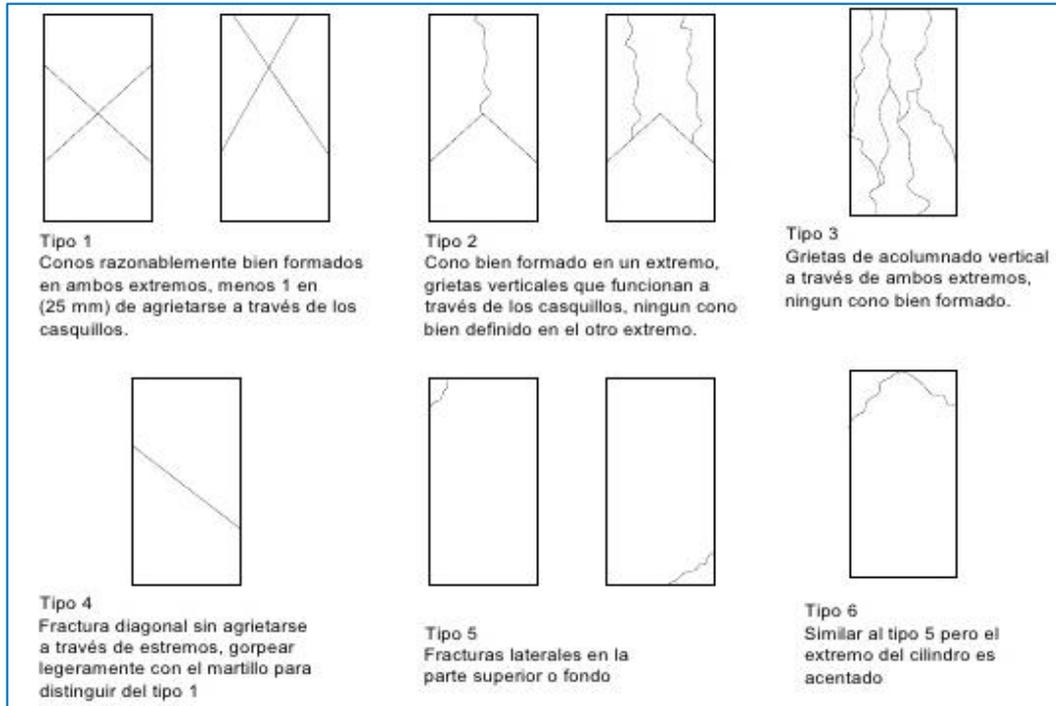
Gráfico N° 7: Equiparación de las resistencia a compresión del concreto patrón y experimentales



Fuente: *Elaboración propia.*

Para hacer la comparación de los tipos de fallas se muestra la siguiente imagen

Figura N° 5: Tipos de falla en el concreto



Fuente: NTP, 339.034; 2008, Pag.15

Posteriormente del ensayo de las probetas a compresión se pudo observar que el tipo de falla que más se mostró para un total de 36 probetas cilíndricas ensayadas fue: la falla de tipo cono y corte, esta falla se inspeccionó en 19 probetas cilíndricas, seguido por la falla de tipo acolumnado a través de ambos extremos, el cual se presentó en 7 probetas cilíndricas, lo demás, el equivalente a 6 probetas cilíndricas que tuvo fallas de tipo columnar, y las 4 últimas probetas mostraron una falla de tipo cono y fisuras para sumar así las 36 probetas del total de las muestras ensayadas.

Prueba de hipótesis estadística

En lo que respecta a la estadística, se usó el análisis de la varianza ANOVA (Analysis Of Variance), la cual es un conjunto de formas estadísticas y sus técnicas relacionadas, en el cual la varianza está dividida en algunos componentes necesarios a diversas variables.

La hipótesis definida para esta evaluación, está de acuerdo a los factores antes ya definidos, tales como los tipos de concreto (Patrón y experimentales) y edad de rotura (7, 14 y 28 días), de acuerdo a dicha descripción la prueba ANOVA.

Las Hipótesis contempladas fueron:

H0: La media de resistencia a compresión son iguales para los diferentes tipos de concreto (Patrón – Experimental).

H1: La media de resistencias a compresión no son iguales para los distintos tipos de concreto (Patrón – Experimental).

Tomando como referencia la tabla, en la que se muestran las resistencias promedias de acuerdo a la edad de rotura:

Tabla N° 38: Resistencias a compresión de probetas con sustitución del agregado fino por virutas y limallas de acero según días de curado.

Días de curado	Resistencia de concreto con virutas y limallas de acero			
	0%	4%	6%	8%
7	170	188	174	191
14	194	217	223	216
28	220	245	245	243

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio, USP.

Según la tabla N° 38 se observa que las resistencias a compresión de las muestras de concreto son más altas después de 28 días de curado y resistencias más bajas que las presentes a los 7 días de curado.

Posterior a la verificación y conformidad de las hipótesis de normalidad con Shapiro – Wilk (con un $p > 0.05$ para cada tratamiento) y uniformidad de varianza con la prueba de Levene ($p = 0.967$ y $p > 0.05$) se obtuvo las resistencias medias de las muestras en cada procedimiento (sustitución de agregado fino por virutas y limallas de acero) se desarrolló la prueba ANOVA.

Tabla N° 39: Prueba del ANOVA para comprobar la diferencia entre las media de la resistencia a la compresión de las muestras de concreto patrón y con la sustitución de virutas y limallas de acero.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Virutas y limallas de acero	846,432	2	367,331	28,284	0,26
Días de curado	2665,432	2	1444,331	135,60 3	0,01
Error	70,333	4	19,221		
Total	2642.667	8			

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio, USP.

Según la tabla N° 39 se observa que sustituyendo el agregado fino por virutas y limallas de acero (en un porcentaje de 0%, 4%, 6% y 8%) el $p\text{-value} < \alpha$ ($p=0.26$, $p < 0.05$) De tal manera que, se puede decir que los datos mostrados tienen evidencia suficiente para refutar la hipótesis nula (H_0 : resistencias medias iguales). De manera que concluye que con nivel de 5% de significancia las resistencias medias en kg/cm^2 obtenidas en la muestra de concreto, con sustitución del agregado fino por virutas y limallas de acero en 0%, 4%, 6% y 8% es desigual. En otras palabras, existe una disconformidad entre las resistencias medias de las muestras de concreto.

Así mismo, se tiene que la edad de curado sale $p\text{-value} < \alpha$ ($p=0.01$, $p < 0.05$) por consiguiente se puede decir que las resistencia media de las muestras de concreto son desiguales en caso del tiempo de curado (los días de secado tienen un efecto significativo en las resistencia medias).

De los datos obtenidos, podemos decir que: la hipótesis planteada para la sustitución de agregado fino por 4%, 6% y 8% por virutas y limallas de acero para un concreto $F'c=210\text{Kg/cm}^2$ mejora la resistencia en comparación al concreto patrón. En la tabla N° 39, luego de haber realizado la prueba de Duncan se puede observar que las muestras de concreto que obtuvo mayor resistencia a la compresión (kg/cm^2) es la sustitución del agregado fino por 6% de virutas y limallas de acero, la sustitución con menos resistencia es de 4% y 8% de virutas y limallas de acero aun así es mayor que la resistencia diseño y el que registra una resistencia menor es el concreto de diseño (Patrón).

V. DISCUSIÓN

- De los resultados que se obtuvieron de los cálculos y pruebas que se realizaron de acuerdo a la Norma técnica peruana se procede a analizar.
- Con respecto a los ensayos de granulometría que se realizó del agregado grueso según el grafico N°1 demuestra que el agregado grueso no se está en el rango del límite permisible que establece la NTP 400.037 donde el TMN corresponde a $\frac{1}{2}$ " (12.5 mm) y el TM es $\frac{3}{4}$ " (19 mm).

Respecto a los ensayos de granulometría que se realizó del agregado fino se muestra que el agregado fino está en el rango del límite permisible establece la NTP 400.037, ensayo que da como resultado 2.6 lo cual está dentro del rango de $2.3 \leq MF \leq 3.1$, del módulo de fineza.

- La relación a/c utilizado para el diseño $f'c=210\text{kg/cm}^2$ se muestra en la tabla N°28, la variación de cada relación a/c son mínimos, por lo tanto, se tomó $a/c=0.56$ para los tres diseños de mezcla.
- Conforme a los resultados de los ensayos a compresión, se pudo observar que sustituyendo el agregado fino por virutas y limallas de acero aumenta la resistencia a compresión esperada.
- Podemos observar que nuestra investigación se asemeja al realizado por Espinoza, P. (2018). En su tesis de titulación denominado "Resistencia de concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ con Sustitución del 10% del Agregado Fino por Viruta Metálica". El cual concluyo en que los resultados obtenidos al incorporar el 10% de viruta metálica al diseño experimental, llegaron a superar a las probetas hechos con el diseño patrón, estas resistencias llegaron a superar en un orden de 5.68%, 8.63% y 5.62% por encima con respecto al patrón a los 7, 14 y 28 días de curado; Podemos observar que la resistencia obtenida a los 28 días es más baja que la de los 7 días de curado, siendo este el 5.62%.

Observamos la similitud de los resultados en el caso de sustituir un mayor porcentaje del agregado fino por virutas de acero ya que al

sustituir el 8% de virutas y limallas de acero a comparación con los porcentajes de 4% y 6% la resistencia empieza a disminuir sin embargo sigue siendo mayor al $f'c$ de diseño, la resistencia obtenida al sustituir el 8% es de 242.8 kg/cm² siendo este el 13.3%.

Comparando los resultados obtenidos en nuestra investigación llegamos a un aumento de resistencia del 16.6% con respecto al concreto patrón de diseño a los 28 días de curado sustituyendo el 6% el agregado fino por virutas y limallas de acero, demostrando de esta manera que al adicionar mayor porcentaje la resistencia de los concretos experimentales se ve disminuida.

- También en la investigación de Chávez, J. (2014). En su tesis de titulación denominado "Resistencia a la compresión de un concreto con adición de limaduras de hierro fundido". Se determinó la variación de la resistencia a la compresión del concreto al añadir tres porcentajes (4%, 6% y 8%) de limaduras de hierro fundido y se logró la máxima resistencia con 4% de adición de limaduras de hierro fundido en reemplazo del agregado fino, alcanzando una resistencia de 331.69 kg/cm², lo cual equivale a un incremento del 58% respecto al $f'c$; Lo cual es una diferencia positivamente significativa para la resistencia a compresión.

Observamos la similitud del aumento de resistencia al sustituir el agregado fino en menores porcentajes por otros elementos como son las limaduras de hierro y las virutas y limallas de acero que vienen siendo producidas en los tornos; claro que, en el porcentaje de aumento de resistencia según Chávez, J. logro un 58% respecto al $f'c$, comparando con el nuestro que al sustituir con 4% de virutas y limallas de acero logramos una resistencia de 244.83 kg/cm² que viene siendo el 16.59% respecto al $f'c$ de diseño y al sustituir el 8% de virutas y limallas de acero el aumento de resistencia viene siendo este el 15.6% respecto al $f'c$ de diseño. En ambos casos para porcentajes mayores de adición la resistencia disminuye.

- En la investigación de Vera, E. (2015). titulada “Resistencia a compresión axial del concreto $f'c=210$ kg/cm² con la adición de diferentes porcentajes de viruta metálica, UPN – 2015”. Concluye en que adicionando 5% de viruta metálica a los 28 días alcanza una resistencia de 270.74 kg/cm² lo cual equivale a un incremento de 28.92% respecto al $f'c$. ya que en la adición del 10% de virutas metálicas la resistencia equivale a un 23.82% y adicionando un 15% de viruta metálica la resistencia equivale a un 20.79% con respecto al $f'c$.

Como se evidencia en los resultados según Vera, E. al adicionar solo las virutas de acero dan mejores resultado en este caso, ya que la máxima resistencia a compresión que se obtuvo en nuestra investigación fue al sustituir el agregado fino por virutas y limallas de acero en un 6% con una resistencia de 244.87 kg/cm² siendo 16.6 % respecto al $f'c$ de diseño; observando los porcentajes de ambas investigaciones nos damos cuenta que a menor porcentaje que varían de 4% al 6% nos dan mejores resultados en los ensayos a compresión.

- Como se evidencia en los resultados de esta investigación especialmente en el ensayo de ruptura de las probetas a compresión se pudo observar que el tipo de falla que más se mostró en las probetas fueron: la falla de tipo cono y corte, esta falla se inspeccionó en 19 probetas cilíndricas, seguido por la falla de tipo acolumnado a través de ambos extremos, el cual se presentó en 7 probetas cilíndricas, lo demás, el equivalente a 6 probetas cilíndricas que tuvo fallas de tipo columnar, y las 4 últimas probetas mostraron una falla de tipo cono y fisuras para sumar así las 36 probetas del total de las muestras ensayadas.

Al respecto los autores Valencia y Quintana (2016), donde efectuaron una comparativa entre hormigón normal y hormigón con fibras de acero en 12% y 14%. Las evidencias halladas demostraron que las probetas con adición del 14 % fue la más alta, obteniendo una resistencia

promedio 24500 kg-fo de 4324 psi, superando en un 13,65 % la capacidad de resistencia a la compresión del concreto patrón, Los tubos de ensayo que se fabricaron sin adiciones presentaron fallas tipo columna; es decir, fisuras verticales que dejan el hormigón en estado de deterioro. A diferencia de las muestras adicionadas con fibras de acero, que presentaban defectos tipo cono, un corte cilíndrico provocando un menor deterioro y manteniendo la forma cilíndrica de la muestra en un 80% y se encontró que la cantidad del 14% de las fibras de acero produjeron fisuras más menudas y lisas, en comparación con el 12% que produjo fisuras de mayor grosor.

Cabe señalar que es relevante la incorporación de otros elementos como las fibras de acero y virutas y limallas de acero en pequeños porcentajes para un mayor aumento en las resistencias.

- En la conferencia de ciencia e ingeniería de materiales el autor Ananth kumar, M. (Ed.) (2019). reemplazó el peso del cemento en 0,25%, 0,5%, 0,75%, 1,0% y 1,5% por limallas de acero para encontrar un (%) óptimo y aumentar la resistencia, se llevó a cabo una prueba de resistencia a la compresión, la cual dio como resultado que al agregar 0.25% de limallas indico una resistencia de (31.3) que era comparable a la del concreto simple (32.6). Como se evidencia en los resultados hallados la sustitución del cemento por las limallas de acero en porcentajes mínimos difiere a la sustitución del agregado fino por virutas y limallas ya que no mejora ni aumenta la resistencia en los porcentajes tomados, sin embargo, se asemeja al concreto patrón.

VI. CONCLUSIONES

- Se determinó que la sustitución de virutas y limallas de acero en un 4% y 6% mejora las resistencias a compresión.
- La caracterización de las virutas y limallas de acero se realizó según la granulometría del agregado fino teniendo una granulometría para las virutas que pasan por el tamiz N°4 y limallas que pasa del tamiz N°50 siendo la semejante al agregado fino.
- Se determinó la relación a/c utilizada a fin de, elaborar el diseño de mezcla de la probeta patrón fue de $a/c = 0.56$ y al sustituir al agregado fino en 4%, 6% y 8% de virutas y limallas de acero fue de $a/c = 0.56$ concluyendo que a pesar que la viruta no contiene humedad ni absorbe, al sustituirlo con el agregado fino esta no aumenta la relación a/c.
- En cuanto al ensayo del Slump como muestra la tabla N°32 en la cual se observa que, a mayor adición de virutas y limallas disminuye el Slump y la mezcla se hace menos trabajable. siendo el remplazo del agregado fino al 8% por virutas y limallas de acero menos trabajable, y la sustitución al 4% y 6% por virutas y limallas de acero la mezcla mejor trabajable al igual que el concreto patrón.
- Respecto al desarrollo de la resistencia al pasar del tiempo, el concreto patrón alcanzo una resistencia 220.27 kg/cm^2 se contempló un incremento del 1.05% respecto a la resistencia diseño. Cabe señalar que, en el lapso de los 28 días de curado, el concreto reforzado con virutas de acero al 6% de virutas y limallas tuvo un incremento mayor siendo 244.87 kg/cm^2 su resistencia, el concreto elaborado con 4% obtuvo una resistencia promedio de 244.83 kg/cm^2 , para la mezcla que contenía virutas y limallas al 8% tuvo una disminución mínima, siendo 242.8 kg/cm^2 , aun así, es siempre mayor a la resistencia del concreto patrón.

El promedio de la resistencia máxima a los 28 días de edad con la sustitución por virutas y limallas de acero al 6% alcanzo una resistencia de 244.87 kg/cm^2 siendo el 116.6 %, sustituyendo virutas y limallas de acero al 4% dando una resistencia promedio de 244.83 kg/cm^2 siendo el

116.59 %, las cuales son mayores en comparación al patrón, con un aumento del 16.6% respecto al $f'c$ de diseño, demostrando de esta manera que sustituyendo parcialmente el agregado fino por virutas y limallas de acero mejora la resistencia de un concreto normal; mientras que sustituyendo virutas y limallas de acero al 8% nos da una resistencia promedio de 242.80 kg/cm² siendo el 115.62 %, el cual es menor a los demás porcentajes pero mayor respecto al $f'c$ de diseño.

- Por lo que corresponde a las características mecánicas, el aumento de la resistencia a la compresión fue notable, debido a que los agregados finos sustituidos parcialmente con las virutas y limallas se dispersan en la mezcla y se mezclen homogéneamente. No fue factible examinar daños a causa de la composición química del material.

VII. RECOMENDACIONES:

- ✓ Se tendrá que clasificar manualmente las virutas de acero extraídas del torno ya que salen con escombros adheridos al material a utilizar.
- ✓ Las virutas se deben añadir al final del mezclado para poder obtener una buena adherencia con el concreto de acuerdo a la dosificación.
- ✓ Para futuras líneas de investigación existen posibilidades de seguir tabulando los porcentajes para hallar el porcentaje ideal que mejore las características del concreto para alcanzar una alta resistencia del concreto, además de poder sustituir las fibras de acero (comerciales) por virutas de acero (recicladas).

REFERENCIAS

- ✓ Arango, C. (2010). *Fluencia a flexión del hormigón reforzado con fibras de acero (sfrc) en estado fisurado*. (Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de Valencia).
- ✓ Carrillo, J; Aperador, W; Gonzales, G. (2013). *Correlaciones entre las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras*. Universidad Nacional Autónoma de México, Investigación y Tecnología, vol. XIV.
- ✓ Carrillo, J. y Rojas, J; (2016). Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de compresión y flexión de un concreto patrón f_c 210kg/cm² y un concreto reemplazado en porcentajes del 1,2,3 y 4% con Dramix 3D respecto al volumen del agregado fino de la mezcla, elaborado con agregados de las canteras de Vicho y Cunyac. (Tesis de grado, Universidad Andina del Cuzco).
- ✓ Condori, Larico, J. L. (2016). *Análisis de la incidencia de las fibras de acero dramix en el comportamiento elástico del concreto empleando el cemento portland tipo I*. (Tesis de titulación, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez - Juliaca Perú). Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/1612>.
- ✓ Condori, P. (2018). Análisis del comportamiento mecánico del concreto con adición de virutas de acero recicladas para pavimentos rígidos en Lima. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/34375>.
- ✓ Alperin, M.; Skorupka, C. (2014). Métodos de muestreo. (cátedra de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata). Recuperado de <https://www.fcnym.unlp.edu.ar/catedras/estadistica/Procedimientos%20de%20muestreo%20A.pdf>.
- ✓ Canal Díaz, N. (2006). Técnicas de muestreo. Sesgos más frecuentes. *Revistas Sedén*, 9, 21-132. Recuperado de: <http://www.revistaseden.org/files/9-cap%209.pdf>
- ✓ Chávez Ravines, J. (2014). *Resistencia a la compresión de un concreto con adición de limaduras de hierro fundido*. (Tesis de

titulación, Universidad Nacional de Cajamarca).

- ✓ Delgado Rugeles, R; Delgado Rugeles, E. (2008). *Mejoramiento de la resistencia a la flexión del concreto con adición de virutas de acero con porcentajes de 6,8,10,12% y 14% respecto al agregado fino de mezcla*. (Tesis de titulación, Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga – Bucaramanga Bolivia).
- ✓ Cortez Peñaloza, E. (2017). *Estudio de la Resistencia a la compresión de un concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ sustituyendo el agregado grueso con vidrio triturado tipo sodo cálcico*. (Tesis de titulación, Universidad Peruana los Andes – Huancayo Perú).
- ✓ Garate Labajos, M. (2018). *Efecto de la viruta de acero en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$* . (Tesis para el grado de bachiller, Universidad Cesar Vallejo - Trujillo Perú).
- ✓ García Badillo, A. (2013). *Mejoramiento del concreto con adición de viruta de acero a porcentajes de 12% y 14% respecto al agregado fino de la mezcla*. (Tesis de titulación, Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga – Bucaramanga Bolivia).
- ✓ Custodio Espinal, R. (2015). *Resistencia a la compresión y a la flexión de concreto de $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ con viruta de acero en reemplazo del agregado fino en un 8, 10 y 12%*. (Tesis de titulación, Universidad San Pedro – Chimbote Perú).
- ✓ Espinoza Portal, (2018). *Resistencia de Concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ con Sustitución del 10% del Agregado Fino por Viruta Metálica*. (Tesis de titulación, Universidad San Pedro – Cajamarca - Perú).
- ✓ Castagne Saavedra, A. (2013). *Es conveniente reforzar el concreto con viruta de cuero, en Lima*. (Tesis de titulación, Universidad Ricardo Palma – Lima Perú).
- ✓ Martínez Huaylas, C. (2015). *Análisis del concreto con viruta de acero, Provincia de Huancayo – Junín 2015*. (Tesis de titulación, Universidad Peruana Los Andes).
- ✓ Álvarez Escalante, J; Valdez Molina, J. (2015). *Evaluación del*

comportamiento del concreto reemplazando en diferentes porcentajes el agregado fino proveniente de la cantera de vicho y cunyac por viruta de acero. (Tesis de titulación, Universidad Andina Del Cusco).

- ✓ Espinoza, E (2018). Resistencia de Concreto $f'c=210$ kg/cm² con Sustitución del 10% del Agregado Fino por Viruta Metálica. (Tesis de titulación, Universidad San Pedro, Cajamarca - Perú). Recuperado de <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/7947>
- ✓ Flores, A. (2017). "Análisis Comparativo de la Resistencia a Flexión del Hormigón Armado Adicionando Fibras Comerciales, Virutas y Limallas De Acero." (Tesis de titulación, Universidad Técnica de Ambato - Ecuador)
- ✓ Vera, E.E.(2015). Resistencia a compresión axial del concreto $f'c=210$ kg/cm² con la adición de diferentes porcentajes de viruta metálica, UPN - 2015 (Tesis). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11537/9940>
- ✓ Steven, M. (2020). "Investigation into Recycled Rubber Aggregates and SteelWire Fiber for Use in Concrete Subjected to Impact Loading" [Investigación sobre agregados de caucho reciclado y fibra SteelWire para uso en concreto sometido a cargas de impacto] Universidad de Georgia, Athens, GA 30602, EE. UU. (Artículo MDPI).
- ✓ Briones, A. (2020). "Análisis de la Prestación Mecánica Del Hormigón Empleando Virutas de Acero como Agregado Fino" Universidad Tecnica de Manabi Ecuador. (Revista RIEMAT, vl 5).
- ✓ Zavala, B. (2018). "Análisis de la resistencia a compresión de un concreto $f'c= 210$ Kg/cm² adicionando limalla de acero reciclado respecto al peso del cemento Lima 2018."
- ✓ Gaio Graeff, A. (2011). *Long-term performance of recycled steel fiber reinforced concrete for pavement applications* [Rendimiento a largo plazo del hormigón reforzado con fibra de acero reciclados para aplicaciones de pavimento]. (Tesis de doctorado, Universidad Sheffield - Inglaterra)

- ✓ Bouafia, Y; Djebali, S; Atlaoui, D. y Kachi, M. S. (2014). *International Journal of Engineering and Technology IACSIT. Reinforcement of concrete metal chips* [Revista Internacional de ingeniería y tecnología IACSIT. Refuerzo de virutas metálicas de hormigón], volumen (N° 06) pág. 25 - 26.
- ✓ Breitenbücher, R. y Song, F. (2014). *Experimental studies on the extraction behavior of steel fibers in high-strength concrete. Concrete and reinforced concrete construction* [Estudios experimentales sobre el comportamiento de extracción de Fibras de acero en hormigones de alta resistencia. Construcción de hormigón y hormigón armado], 109 (1), 43-52. (Alemania)
- ✓ M.Sc. Fanbing, Song, (2017). *Steel fiber reinforced concrete under concentrated load*. [Hormigón reforzado con fibra de acero bajo carga concentrada]. (Tesis de Doctorado, Universidad de Ruhr Bochum–Alemania)
- ✓ Kamran, Aghaee, (2014). *Recycled steel wires in modified structural lightweight concrete*. [Alambres de acero reciclados en hormigón ligero estructural modificado]. (Universidad Islámica de Azad – Iran)
- ✓ Yoo, D.Y. (Ed.). (2017). *Development of cost effective ultra high performance fiber reinforced concrete using simple and hybrid steel fibers* [Desarrollo de hormigón reforzado con fibra de rendimiento ultra alto rentable utilizando fibras de acero simples e híbridas]. Republica de Korea, Seul: Departamento de Ingeniería Arquitectónica, Universidad Hanyang.
- ✓ Houssam, T. (2016). *Steel fibers from waste tires to concrete: testing, modeling and design* [Fibras de acero desde neumáticos de desecho hasta hormigón: ensayo, modelado y diseño]. (Tesis de doctorado, Universidad Sheffield - Inglaterra)
- ✓ Booki, C. (Ed.). (2020). *Bonding performance of weathered arc-type steel fibers in ultra-high-performance concrete. Cement and concrete composites* [Rendimiento de adherencia de fibras de acero de tipo arco desgastadas en hormigón de ultra alto rendimiento. Compuestos

de cemento y hormigón]. Republica de Korea, Seul: Departamento de Ingeniería Arquitectónica, Universidad Hanyang.

- ✓ Younis, K. y Pilakoutas, K. (2016). *Evaluation of the post-restrained shrinkage mechanical properties of concrete* [Evaluación de las propiedades mecánicas de retracción pos-restringida del hormigón]. (Tesis de doctorado, Universidad Sheffield - Inglaterra).
- ✓ Sotirios, O. (2014). *Behavior and design of steel fiber reinforced concrete slabs* [Comportamiento y diseño de losas de hormigón reforzado con fibra de acero]. (Tesis de doctorado, Universidad Imperial de London).
- ✓ Roberto, M. R. (Ed.). (2020). *Recycled fibers in reinforced concrete: a systematic review of the literature* [Fibras recicladas en hormigón armado: una revisión sistemática de la literatura]. Departamento de Ingeniería Ambiental de Materiales Químicos. Universidad de Roma
- ✓ Ananthkumar, M. (Ed.) (2019). *Built-in concrete with steel filings* [Hormigón incorporado con limallas de acero]. Serie de conferencias IOP: Ciencia e ingeniería de materiales. Universidad d'Évry-Val-d'Essonne, Francia.
- ✓ Pappala, R. (Ed.) (2017). *Studies on the resistance characteristics of steel fiber reinforced concrete admitted with ashes* [Estudios sobre las características de resistencia del hormigón reforzado con fibra de acero admitida con cenizas]. Revista internacional de investigación tecnológica en ingeniería. India
- ✓ NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.011 (2008). AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos).
- ✓ NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.034 (2008). HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.
- ✓ ASTM C 39 (2012). Standard Test Method for Compressive Strength for Cylindrical Concrete Specimens. USA: American Section of the

International Association for Testing Materials

- ✓ ASTM A247-10 (2016). Standard Test Method for Evaluating the Microstructure of Graphite in Iron Castings. USA: American Section of the International Association for Testing Materials ASTM.

ANEXOS

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Variable dependiente: Resistencia a la compresión del concreto	Es el esfuerzo máximo que soporta el concreto sin sufrir deformaciones (Rivva, E. 2014).	Es la fuerza que soporta un material bajo una carga puntual.	Resistencia a la compresión	$F'c=Kg/cm^2$	Intervalo y razón
Variable independiente: Sustitución del agregado fino por virutas y limallas de acero	Son residuos desechados, procedente de procesos industrializados fabricados con acero.	Sustitución del agregado fino por virutas y limallas de acero en el concreto.	Virutas onduladas de acero Limallas de acero	Porcentaje de sustitución al 4%, 6% y 8% del A.F.	Intervalo y razón

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES			METODOLOGIA
<p>Problema general:</p> <p>¿Cuál es la resistencia del concreto cuando se sustituye el agregado fino en 4%, 6% y 8% por virutas y limallas de acero?</p> <p>Problemas específicos:</p> <p>¿cuáles son las características de las virutas y limallas de acero para sustituir el agregado fino?</p> <p>¿cuál es la relación agua-cemento del concreto experimental?</p> <p>¿cuál es la resistencia que alcanza el concreto convencional y el concreto experimental?</p> <p>¿Qué diferencias presenta el concreto convencional con el concreto experimental al momento de la rotura ?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar la resistencia a la compresión del concreto cuando se sustituye el agregado fino en 4%, 6% y 8 % por virutas y limallas de acero.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>Caracterización de las virutas y limallas de acero.</p> <p>Determinar la relación agua-cemento del concreto.</p> <p>Determinar la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y del concreto experimental</p> <p>Realizar el análisis comparativo respecto a la compresión entre el concreto convencional y el concreto experimental.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>Al sustituir el agregado fino en 4%, 6% y 8% por virutas y limallas de acero aumentaría la resistencia a compresión del concreto.</p> <p>Hipótesis específicas:</p> <p>las virutas y limallas de acero favorecen a la resistencia del concreto experimental.</p> <p>Existe una relación de agua-cemento que permite alcanzar la mayor resistencia a la compresión.</p> <p>El comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ logra mantenerse, y para el concreto experimental lograra mejorar al sustituir el agregado fino por virutas y limallas de acero.</p> <p>Existe una diferencia favorable en la resistencia de concreto con la sustitución del agregado fino por virutas y limallas de acero.</p>	<p>Variable dependiente</p> <p>COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO</p>	<p>Dimensiones</p> <p>Resistencia a la compresión</p>	<p>Indicadores</p> <p>7, 14 y 28 días hasta llegar al $f'c=290\text{kg/cm}^2$</p>	<p>Tipo de estudio: Aplicada.</p> <p>Diseño de investigación: Cuasi experimental.</p> <p>Método de investigación: Método experimental.</p> <p>Población: 36 probetas cilíndricas de 15x30 cm.</p> <p>Muestreo: No probabilístico.</p> <p>Muestra: 36 probetas cilíndricas de 15x30 cm de concreto patrón $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y concreto con virutas y limallas de acero recicladas</p>
			<p>Variable independiente</p>	<p>Dimensiones</p>	<p>Indicadores</p>	
			<p>VIRUTAS Y LIMALLAS DE ACERO</p>	<p>Virutas onduladas de acero</p>	<p>Sustitución del A.F al 4%</p>	
				<p>Limallas de acero</p>	<p>Sustitución del A.F al 6%</p>	
<p>Sustitución del A.F al 8%</p>						



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS				
TESIS	: "Resistencia a la Compresion de un Concreto F'c= 210 Kg/Cm2 Sustituyendo Parcialmente el Agregado Fino por Virutas y Llimallas de Acero"			
SOLICITA	: Bach. DELEDESMA CARRERA, Yobana Yulisa			
DISTRITO	: HUARAZ	HECHO EN		: USP -HUARAZ
PROVINCIA	: HUARAZ	FECHA		: 7/12/2020
PROG. (KM.)	:	ASESOR		:
DATOS DE LA MUESTRA				
CALICATA	:			
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO AGREGADO FINO			
PROF. (m)	:			
AGREGADO GRUESO				
Nº TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1489.5	1401.5	1457.0
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1469.5	1379.5	1439.0
PESO DE AGUA	(g)	20.00	22.00	18.0
PESO DEL TARRO	(g)	171.00	170.0	169.5
PESO DEL SUELO SECO	(g)	1298.50	1209.5	1269.5
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	1.54	1.82	1.42
HUMEDAD PROMEDIO	(%)	1.6		
AGEGRADO FINO				
Nº TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	774.8	810.5	737.5
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	743.3	780.5	702.9
PESO DE AGUA	(g)	31.50	30.00	34.6
PESO DEL TARRO	(g)	172.50	171.5	170.3
PESO DEL SUELO SECO	(g)	570.80	609.0	532.6
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	5.52	4.93	6.5
HUMEDAD PROMEDIO	(%)	5.65		



UNIVERSIDAD PEDRO DE SÁNCHEZ HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LAB. DE MECANICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS
Ing. Jesús Ernesto Sotelo Montes
CIP: 70761
JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: (043) 483320
CAMPUS UNIVERSITARIA: Urb. Los Pinos Telf.: (043) 483222 / 483817 / 483201 - Av. Bolognesi 421 Telf.: (043) 483810
Nuevo Chimbote: Av. Pacífico y Anchoqueta Telf.: (043) 483802 / San Luis Telf.: (043) 483826
OFICINA DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Teléfono.: 043 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro

ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA

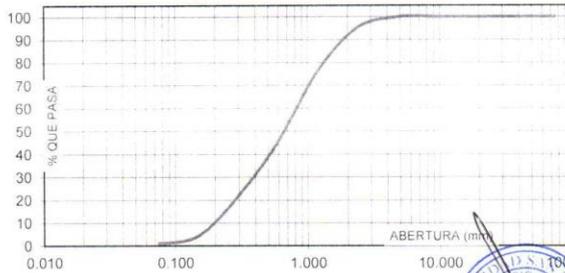
SOLICITA : Bach. DELEDESMA CARRERA, Yobana Yulisa
 TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto F'c= 210 Kg/Cm2 Sustituyendo Parcialmente el Agregado Fino por Virutas y Llimallas de Acero"
 LUGAR : HUARAZ
 FECHA : 7/12/2020 CANTERA : TACLAN MATERIAL : AGREGADO FINO

PESO SECO INICIAL	1593.1
PESO SECO LAVADO	1577.10
PESO PERDIDO POR LAVADO	16.00

TAMIZ		PESO RETEN	% RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA
No	ABERT. (mm.)	(gr)	PARCIAL	ACUMULADO	
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.360	76.30	4.79	4.79	95.21
N° 16	1.180	308.50	19.36	24.15	75.85
N° 30	0.600	481.40	30.22	54.37	45.63
N° 50	0.300	379.00	23.79	78.16	21.84
N° 100	0.150	277.90	17.44	95.61	4.39
N° 200	0.075	54.00	3.39	99.00	1.00
PLATO		16.00	1.00	100.00	0.00
TOTAL		1593.10	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : n° 8
 MODULO DE FINEZA : 2.6
 HUMEDAD : 5.65%

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MATERIAS
 Y ENSAYOS DE MATERIAS

 Ing. Jesús Ernesto Sotelo Montes
 CIP: 70761
 JEFE

ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA

SOLICITA : **Bach. DELEDESMA CARRERA, Yobana Yulisa**
 TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto F'c= 210 Kg/Cm2 Sustituyendo Parcialmente el Agregado Fino por Virutas y Llimallas de Acero"
 LUGAR : HUARAZ
 FECHA : 7/12/2020 CANTERA : TACLLAN MATERIAL : AGREGADO GRUESO

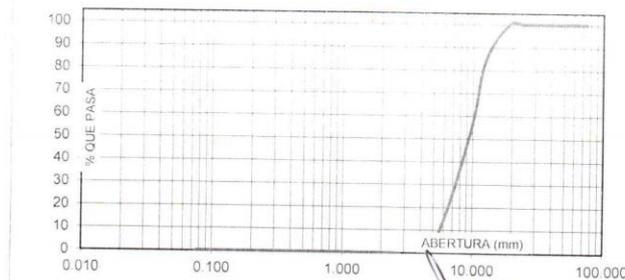
PESO SECO INICIAL	13444.33
PESO SECO LAVADO	13444.33
PESO PERDIDO POR LAVADO	0.00

TAMIZ	ABERT. (mm)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000				
2 1/2"	63.000				
2"	50.000				
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	2140.20	15.92	15.92	84.08
3/8"	9.500	4376.90	32.56	48.47	51.53
N° 4	4.750	6795.80	50.55	99.02	0.98
N° 8	2.360	131.43	0.98	100.00	0.00
N° 16	1.180	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 30	0.600	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 50	0.300	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 100	0.150	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 200	0.075	0.00	0.00	100.00	0.00
PLATO		0.00	0.00	100.00	0.00
TOTAL		13444.33	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 1/2"

HUMEDAD : 1.60%

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO PUEBLA HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LAB. DE MECANICA DE SUELOS
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Jesús Ernesto Sotelo Montes
 CIP: 70761
 JEFE

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
DEL AGREGADO FINO**

SOLICITA : **Bach. DELEDESMA CARRERA, Yobana Yulisa**
 TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto F'c= 210 Kg/Cm2 Sustituyendo Parcialmente el Agregado Fino por Virutas y Llimallas de Acero"
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : TACLLAN
 MATERIAL : **AGREGADO FINO**
 FECHA : 7/12/2020

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)
 B : Peso de frasco+ agua
 C = A + B : Peso frasco + agua +material
 D : Peso de material+agua en el frasco
 E = C - D : Volumen de masa+volumen de vacio
 F : Peso Material seco en horno
 G= E- (A - F) : Volumen de masa

ABSORCION (%) : $((A-F)/F) \times 100$
 ABS. PROM. (%) :

P.e. Bulk (Base Seca) = F/E
 P.e. Bulk (Base Saturada) = A/E
 P.e. Aparente (Base Seca) = F/G

300.0		
778.3		
1078.3		
969.5		
108.8		
295.8		
104.60		
1.42		
1.42		

PROMEDIO

2.72		
2.76		
2.83		

PROMEDIO

P.e. Bulk (Base Seca)
 P.e. Bulk (Base Saturada)
 P.e. Aparente (Base Seca)

2.72
2.76
2.83



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - PERU HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LAB. DE MECANICA DE SUELOS
 Y ENGAÑOS DE MATERIALES
 Ing. Jesus Ernesto Sotelo Montes
 CIP: 70761
 JEFE

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
DEL AGREGADO GRUESO**

SOLICITA : Bach. DELEDESMA CARRERA, Yobana Yulisa
 TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto F'c= 210 Kg/Cm2 Sustituyendo
 Parcialmente el Agregado Fino por Virutas y Llimallas de Acero"
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : TACLLAN
 MATERIAL : AGREGADO GRUESO
 FECHA : 7/12/2020

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)
 B : Peso de material saturado superficialmente seco (agua)
 C = A - B : Volumen de masa + volumen de vacios
 D : Peso de material seco en el horno
 E = C - (A - D) : Volumen de masa

ABSORCION (%) : $((A-D)/D) \times 100$
 ABS. PROM. (%) :

957.5	912.3	927.9
600.3	584.6	598.6
357.2	327.7	329.3
938.7	907.4	919.9
338.4	322.8	321.3
2.00	0.54	0.87
1.14		

P.e. Bulk (Base Seca) = D/C
 P.e. Bulk (Base Saturada) = A/C
 P.e. Aparente (Base Seca) = D/E

PROMEDIO

2.63	2.77	2.79
2.68	2.78	2.82
2.77	2.81	2.86

PROMEDIO

P.e. Bulk (Base Seca)
 P.e. Bulk (Base Saturada)
 P.e. Aparente (Base Seca)

2.73
2.76
2.82



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS
 Y ENSAYOS DE MATERIALES
 Ing. Jesús Ernesto Soleda Montes
 C.P. 70751
 JEFE

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : Bach. DELEDESMA CARRERA, Yobana Yulisa
TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto F'c= 210 Kg/Cm2 Sustituyendo Parcialmente el Agregado Fino por Virutas y Llimallas de Acero"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : TACLLAN
MATERIAL : AGREGADO FINO
FECHA : 7/12/2020

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7325	7325	7220
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	3905	3905	3800
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1407	1407	1369
Peso unitario prom.	1394 Kg/m ³		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7795	7815	7905
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4375	4395	4485
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1576	1583	1616
Peso unitario prom.	1592 Kg/m ³		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 Y ENSAYOS DE MATERIALES
 Ing. Jesús Ernesto Soledad Montes
 C.P. 70761
 JEFE

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : Bach. DELEDESMA CARRERA, Yobana Yulisa
TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto F'c= 210 Kg/Cm2 Sustituyendo Parcialmente el Agregado Fino por Virutas y Llimallas de Acero"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : TACLLAN
MATERIAL : AGREGADO GRUESO
FECHA : 7/12/2020

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	30632	30627	30637
Peso de molde	7471	7471	7471
Peso de muestra	23161	23156	23166
Volumen de molde	13724	13724	13724
Peso unitario	1688	1687	1688
Peso unitario prom.	1688 Kg/m3		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	31436	31420	31425
Peso de molde	7471	7471	7471
Peso de muestra	23965	23949	23954
Volumen de molde	13724	13724	13724
Peso unitario	1746	1745	1745
Peso unitario prom.	1746 Kg/m3		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS
 Y ENSAYOS DE MATERIALES
 Ing. Jesús Ernesto Sotelo Montes
 C/P: 70761
 JEFE

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA: Bach. DELEDESMA CARRERA, Yobana Yulisa

TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto F'C= 210 Kg/Cm2 Sustituyendo Parcialmente el Agregado Fino por Virutas y Llimallas de Acero"

FECHA: Ene-21

F'C : 210 kg/cm2

Nº	TESTIGO	PROGRESIVA KM.	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm2	FC/F'C (%)
	ELEMENTO			MOLDEO	ROTURA			
1	CONCRETO PATRON	-	3.1	7/12/2020	14/12/2020	7	167.0	79.5
2	CONCRETO PATRON	-	3.1	7/12/2020	14/12/2020	7	173.4	82.6
3	CONCRETO PATRON	-	3.1	7/12/2020	14/12/2020	7	169.4	80.7
4	CONCRETO PATRON	-	3.1	7/12/2020	21/12/2020	14	194.1	92.4
5	CONCRETO PATRON	-	3.1	7/12/2020	21/12/2020	14	191.8	91.3
6	CONCRETO PATRON	-	3.1	7/12/2020	21/12/2020	14	194.6	92.7
7	CONCRETO PATRON	-	3.1	7/12/2020	4/01/2021	28	222.8	106.1
8	CONCRETO PATRON	-	3.1	7/12/2020	4/01/2021	28	218.7	104.2
9	CONCRETO PATRON	-	3.1	7/12/2020	4/01/2021	28	219.3	104.4

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LAB. DE RESISTENCIA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

Roberto Salcedo Montes
C.I.P. 70754
JEFE

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA: Bach. DELEDESMA CARRERA, Yobana Yulisa

TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto F'C= 210 Kg/Cm2 Sustituyendo Parcialmente el Agregado Fino por Virutas y Llimallas de Acero"

FECHA: Set-20

F'C : 210 kg/cm2

Nº	TESTIGO ELEMENTO	PROGRESIVA KM.	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm2	FC/F'C (%)
				MOLDEO	ROTURA			
1	CONCRETO SUSTITUCION A.F AL 4% VIRUTAS Y LLIMALLAS DE ACERO	-	3.2	7/12/2020	14/12/2020	7	191.8	91.3
2	CONCRETO SUSTITUCION A.F AL 4% VIRUTAS Y LLIMALLAS DE ACERO	-	3.2	7/12/2020	14/12/2020	7	188.7	89.9
3	CONCRETO SUSTITUCION A.F AL 4% VIRUTAS Y LLIMALLAS DE ACERO	-	3.2	7/12/2020	14/12/2020	7	182.4	86.9
4	CONCRETO SUSTITUCION A.F AL 4% VIRUTAS Y LLIMALLAS DE ACERO	-	3.2	7/12/2020	21/12/2020	14	217.3	103.5
5	CONCRETO SUSTITUCION A.F AL 4% VIRUTAS Y LLIMALLAS DE ACERO	-	3.2	7/12/2020	21/12/2020	14	212.0	101.0
6	CONCRETO SUSTITUCION A.F AL 4% VIRUTAS Y LLIMALLAS DE ACERO	-	3.2	7/12/2020	21/12/2020	14	221.4	105.4
7	CONCRETO SUSTITUCION A.F AL 4% VIRUTAS Y LLIMALLAS DE ACERO	-	3.2	7/12/2020	4/01/2021	28	247.5	117.9
8	CONCRETO SUSTITUCION A.F AL 4% VIRUTAS Y LLIMALLAS DE ACERO	-	3.2	7/12/2020	4/01/2021	28	243.8	116.1
9	CONCRETO SUSTITUCION A.F AL 4% VIRUTAS Y LLIMALLAS DE ACERO	-	3.2	7/12/2020	4/01/2021	28	243.2	115.8

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FIMIL HUAYAZ
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LAB. DE MATERIALES DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Jesús Ernesto Sotelo Montes
CIP: 70761
JEFE

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA: **Bach. DELEDESMA CARRERA, Yobana Yulisa**

TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto F'C= 210 Kg/Cm2 Sustituyendo Parcialmente el Agregado Fino por Virutas y Llimallas de Acero"

FECHA: **Set-20**

F' C : **210 kg/cm2**

Nº	TESTIGO ELEMENTO	PROGRESIVA KM.	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm2	FC/F' C (%)
				MOLDEO	ROTURA			
1	CONCRETO SUSTITUCION A.F AL 6% VIRUTAS Y LLIMALLAS DE ACERO	-	3	7/12/2020	14/12/2020	7	140.0	66.7
2	CONCRETO SUSTITUCION A.F AL 6% VIRUTAS Y LLIMALLAS DE ACERO	-	3	7/12/2020	14/12/2020	7	194.9	92.8
3	CONCRETO SUSTITUCION A.F AL 6% VIRUTAS Y LLIMALLAS DE ACERO	-	3	7/12/2020	14/12/2020	7	187.0	89.0
4	CONCRETO SUSTITUCION A.F AL 6% VIRUTAS Y LLIMALLAS DE ACERO	-	3	7/12/2020	21/12/2020	14	221.4	105.4
5	CONCRETO SUSTITUCION A.F AL 6% VIRUTAS Y LLIMALLAS DE ACERO	-	3	7/12/2020	21/12/2020	14	221.9	105.7
6	CONCRETO SUSTITUCION A.F AL 6% VIRUTAS Y LLIMALLAS DE ACERO	-	3	7/12/2020	21/12/2020	14	226.5	107.8
7	CONCRETO SUSTITUCION A.F AL 6% VIRUTAS Y LLIMALLAS DE ACERO	-	3	7/12/2020	4/01/2021	28	248.4	118.3
8	CONCRETO SUSTITUCION A.F AL 6% VIRUTAS Y LLIMALLAS DE ACERO	-	3	7/12/2020	4/01/2021	28	244.2	116.3
9	CONCRETO SUSTITUCION A.F AL 6% VIRUTAS Y LLIMALLAS DE ACERO	-	3	7/12/2020	4/01/2021	28	242.0	115.2

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FIELM HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES
Ing. Jesús Ernesto Sotelo Montes
CIP: 70751
JEFE

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : Bach. DELEDESMA CARRERA, Yohana Yulisa

TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto F'c= 210 Kg/Cm2 Sustituyendo Parcialmente el Agregado Fino por Virutas y Llimallas de Acero"

FECHA: Set-20

F'c : 210 kg/cm2

Nº	TESTIGO ELEMENTO	PROGRESIVA KM.	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm2	FC/F'c (%)
				MOLDEO	ROTURA			
1	CONCRETO SUSTITUCION A.F AL 8% VIRUTAS Y LLIMALLAS DE ACERO	-	2.9	7/12/2020	14/12/2020	7	190.0	90.5
2	CONCRETO SUSTITUCION A.F AL 8% VIRUTAS Y LLIMALLAS DE ACERO	-	2.9	7/12/2020	14/12/2020	7	190.8	90.8
3	CONCRETO SUSTITUCION A.F AL 8% VIRUTAS Y LLIMALLAS DE ACERO	-	2.9	7/12/2020	14/12/2020	7	192.8	91.8
4	CONCRETO SUSTITUCION A.F AL 8% VIRUTAS Y LLIMALLAS DE ACERO	-	2.9	7/12/2020	21/12/2020	14	211.8	100.9
5	CONCRETO SUSTITUCION A.F AL 8% VIRUTAS Y LLIMALLAS DE ACERO	-	2.9	7/12/2020	21/12/2020	14	215.9	102.8
6	CONCRETO SUSTITUCION A.F AL 8% VIRUTAS Y LLIMALLAS DE ACERO	-	2.9	7/12/2020	21/12/2020	14	219.3	104.4
7	CONCRETO SUSTITUCION A.F AL 8% VIRUTAS Y LLIMALLAS DE ACERO	-	2.9	7/12/2020	4/01/2021	28	243.4	115.9
8	CONCRETO SUSTITUCION A.F AL 8% VIRUTAS Y LLIMALLAS DE ACERO	-	2.9	7/12/2020	4/01/2021	28	242.2	115.3
9	CONCRETO SUSTITUCION A.F AL 8% VIRUTAS Y LLIMALLAS DE ACERO	-	2.9	7/12/2020	4/01/2021	28	242.8	115.6

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO DE CALANCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LAB. DE MATERIALES DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES
Ing. Jesús Ernesto Soriano Montes
C.P. 70761
JEFE

PANEL FOTOGRAFICO

Fotografía N°01: Recolección de materiales (virutas y limallas) del torno.



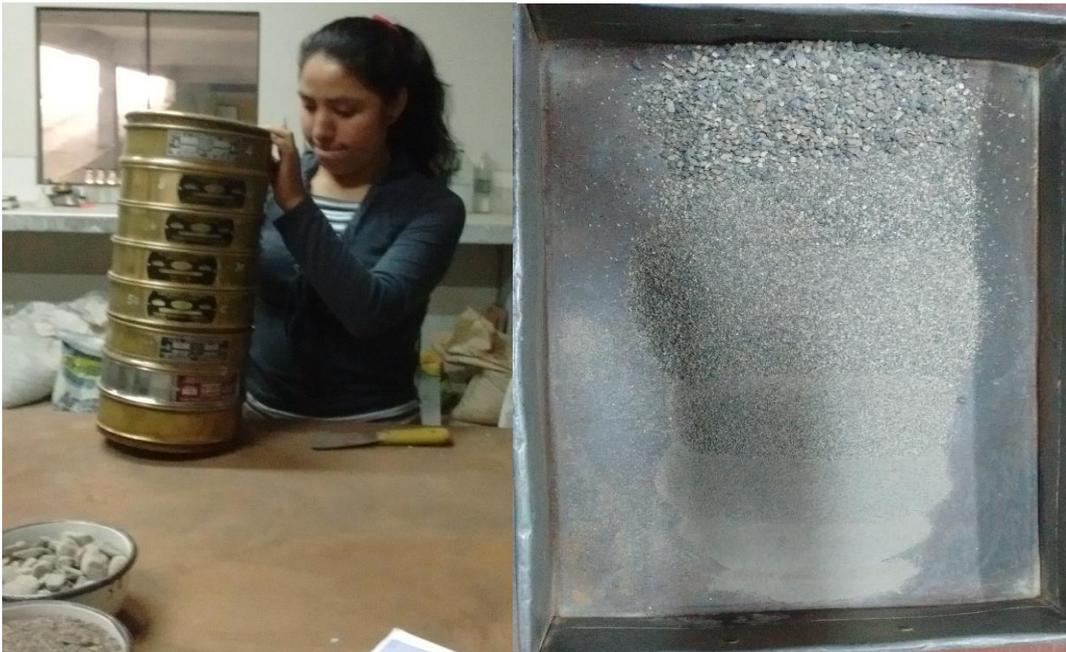
Fuente: *Elaboración propia*

Fotografía N°02: Cantera de Tacllan, proveedor de agregados gruesos y finos



Fuente: *Elaboración propia*

Fotografía N°03: Ensayo de granulometría del agregado fino



Fuente: *Elaboración propia*

Fotografía N°04: Ensayo de contenido de humedad



Fuente: *Elaboración propia*

Fotografía N°05: Ensayo gravedad específica y absorción agregado grueso



Fuente: *Elaboración propia*

Fotografía N°06: Ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado fino



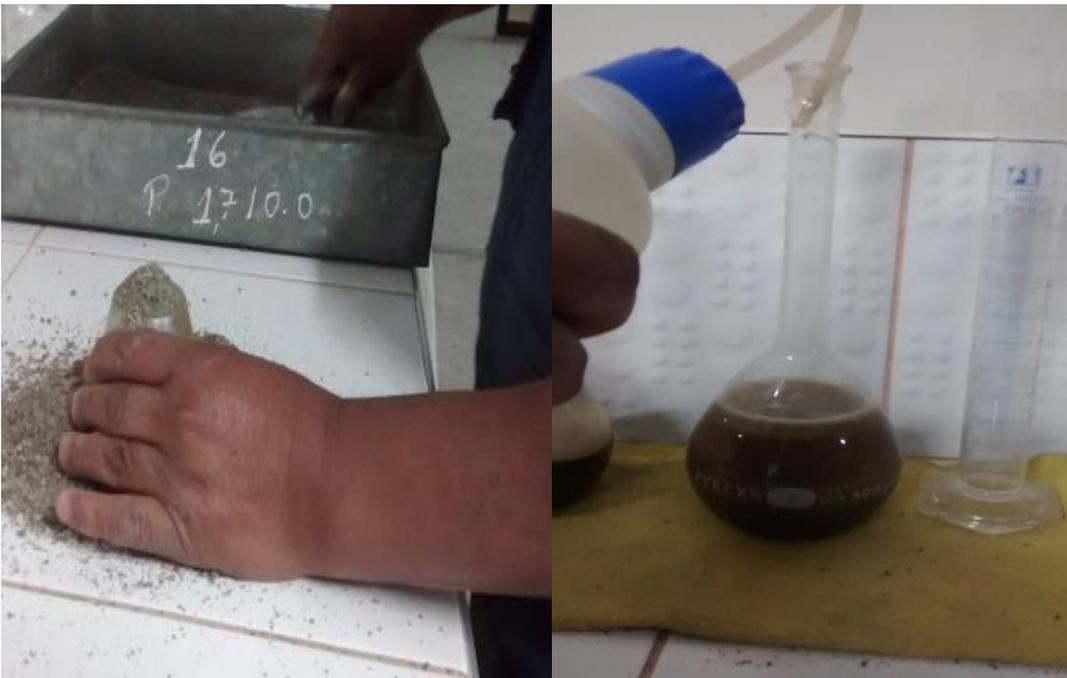
Fuente: *Elaboración propia*

Fotografía N°07: Ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado grueso



Fuente: *Elaboración propia*

Fotografía N°08: Ensayo de gravedad específica y absorción agregado fino



Fuente: *Elaboración propia*

Fotografía N°09: Peso de los materiales para la mezcla



Fuente: *Elaboración propia*

Fotografía N°10: Mezclado de los agregados con mezcladora



Fuente: *Elaboración propia*

Fotografía N°11: Limpieza y encerado de los moldes cilíndricos con petróleo



Fuente: *Elaboración propia*

Fotografía N°12: Ensayo de asentamiento del concreto (SLUMP)



Fuente: *Elaboración propia*

Fotografía N°13: Llenado de la mezcla en las probetas cilíndricas



Fuente: *Elaboración propia*

Fotografía N°14: Desencofrado y curado de las probetas de concreto



Fuente: *Elaboración propia*

Fotografía N°15: Ensayo de compresión, Rotura de probetas



Fuente: *Elaboración propia*

Fotografía N°16: Fisuras de las probetas



Fuente: *Elaboración propia*



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

15 FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL.

Título de la Tesis

"Resistencia a la Compresión de un Concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$
Sustituyendo Parcialmente el Agregado Fino por Virutas y Limallas
de Acero, Huaraz - 2021"

2 TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Deledesma Carrera, Yobana Yulisa (0000-0001-8833-5996)

Resumen de coincidencias

22 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	repositorio.usanpedro...	5 %
2	Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante	4 %
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2 %
4	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1 %
5	repositorio.umfv.edu.pe Fuente de Internet	1 %

Activar Windows

Ver configuración para activar Windows

Activar Windows

Apagado

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, Deledesma Carrera Yobana Yulisa egresado de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad San Pedro Sede Huaraz, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado:

“Resistencia a la Compresión de un Concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ Sustituyendo Parcialmente el Agregado Fino por Virutas y Limallas de Acero, Huaraz - 2021”, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el Trabajo de Investigación / Tesis:

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

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

Huaraz, Abril 2021

Deledesma Carrera Yobana Yulisa		
DNI:	76172741	Firma:
ORCID:	0000-0001-8833-5996	