

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**Resistencia de Concreto $f'c=210$ kg/cm² con Sustitución del
10% del Agregado Fino por Viruta Metálica.**

Tesis Para Obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autor

Espinoza Portal Evelin Rosario

Asesor

Flores Reyes, Gumercindo

Cajamarca – Perú

2018

PALABRAS CLAVE

Tema	Diseño de Concreto
Especialidad	Tecnología del Concreto

KEYWORDS

Theme	Concrete Design
Speciality	Concrete Technology

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Código	Línea
1.0.	Ingeniería
2.0.	Ingeniería y Tecnología
2.1.	Ingeniería Civil

TITULO

**RESISTENCIA DE CONCRETO $f'c=210$ KG/CM² CON
SUSTITUCIÓN DEL 10% DEL AGREGADO FINO POR
VIRUTA METÁLICA.**

RESUMEN

En esta investigación se ha determinado la influencia en la resistencia a compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ usando agregados de la cantera de “Rubén” con la sustitución de viruta metálica al agregado fino.

La metodología experimental de la investigación consistió preparar mezclas de concreto para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm^2 , tomando 9 muestras de probetas patrón y otras 9 sustituyendo el 10% de Viruta Metálica el cual ha reemplazado en peso al agregado fino, para posteriormente evaluarlas en su resistencia a la compresión al concreto pasado los 7,14 y 28 días.

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.

Concluyendo que los resultados obtenidos nos indican que los concretos incorporados con viruta metálica presentan una resistencia mayor a las del concreto convencional ensayadas a los 7, 14 y 28 días.

ABSTRACT

In this investigation, the influence on the compressive strength of concrete $f'_c = 210$ kg / cm² was determined using aggregates from the "Rubén" quarry with the substitution of metal shavings to the fine aggregate.

The experimental methodology of the research was to prepare concrete mixtures for a compressive strength of 210 kg / cm², taking 9 samples of standard samples and another 9 substituting 10% of Metallic Chip which has replaced the fine aggregate in weight, later evaluate them in their resistance to compression to concrete after 7, 14 and 28 days.

The results obtained when incorporating the 10% of metallic shavings to the experimental design, came to surpass the samples made with the standard design, these resistances came to surpass in an order of 5.68%, 8.63% and 5.62% above with respect to the pattern at 7, 14 and 28 days of curing.

Concluding that the results obtained indicate that the concretes incorporated with metallic shavings present a greater resistance to those of conventional concrete tested at 7, 14 and 28 days.

INDICE GENERAL

PALABRAS CLAVE.....	i
TITULO.....	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT.....	iv
INDICE.....	v
INTRODUCCION.....	1
METODOLOGÍA.....	29
RESULTADOS	40
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	52
CONCLUSIONES	53
RECOMENDACIONES.....	54
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	55
AGRADECIMIENTOS	58
ANEXOS Y APENDICE.....	59

INTRODUCCION.

El concreto por su resistencia, es considerado como uno de los principales elementos para las construcciones a nivel mundial, el cual ha ido evolucionando e incorporando distintos elementos, uno de ellos es la viruta metálica, como refuerzo considerando la facilidad de trabajabilidad y durabilidad.

De los antecedentes encontrados se ha tomado en cuenta los más relevantes que aporten en la investigación, tal es el caso de García, H. (2008). En su investigación “Mejoramiento del Concreto con adición de viruta de acero a porcentajes de 12% y 14% respecto al agregado fino de la mezcla”. Llego a la conclusión que la incorporación de viruta de acero, aumento la resistencia respecto al estándar, la muestra del 12% disminuyo en 1.46% a los siete días y aumento 1.78% a los 28 días.

Delgado, R. & Rafael ,A. & Edgar, D.(2008). En su tesis “Mejoramiento de la resistencia a la Flexión del Concreto con incorporación de viruta de acero a porcentajes de 6, 8, 10, 12 y 14% respecto al agregado fino de la mezcla”. concluyó que el porcentaje de aumento de la resistencia, en cada una de las edades de curado de las diferentes muestras con porcentajes de incorporación de viruta, se pudo observar que a edades tempranas se logra un aumento mayor que el que se presenta a 28 días, a los tres y siete días respectivamente se presenta un incremento del 39% y 40% y a los 28 días un 35%, por cuanto el cemento tipo III alcanza resistencias mayores a edades más tempranas.

García, H. & Sarmiento, J. (2008). En su investigación “Mejoramiento de un Concreto de 3000 PSI con adición de viruta de acero con porcentajes de 6%, 8% y 10% respecto al agregado fino de la mezcla. Concluyo que el porcentaje de adición de viruta que arroja los mejores resultados es el de adición del 10% alcanzando a los 28 días de edad una resistencia promedio de 36 Mpa y alcanzando un incremento con respecto a la muestra patrón del 62%.

En cuanto a la Justificación científica de la investigación: Actualmente el nivel de desarrollo de una sociedad se mide dependiendo del avance en el ámbito de la

construcción, incluyendo objetivos de seguridad, funcionalidad, estética y económica. Todo lo anterior depende en gran parte de la selección, elaboración y dosificación del concreto.

Como bien se sabe la preparación del concreto exige el uso de agua, cemento y agregados naturales, es así como desde la antigüedad se le adicionó fibras naturales como fique, junco y pasto al adobe o barro, donde se pretendía mejorar las propiedades mecánicas de los materiales. Valencia, P. & Quintana, C. (2016). De esta manera se plantea la inclusión y reutilización de la viruta de metálica, con el fin de evaluar su comportamiento, aportando a la tecnología del concreto. En últimas, motivar al reciclaje para la elaboración del concreto, contribuyendo a la disminución de la contaminación ambiental.

Esta investigación se contribuyó al mejoramiento de las propiedades del concreto tradicional, así como también al área de ingeniería civil desde el punto de vista constructivo. A la vez que permita beneficiar a la sociedad porque al sustituir el agregado fino por la viruta metálica, reducirán los costos en la construcción logrando una buena eficiencia en el concreto, y así poder lograr una variación positiva a la resistencia.

La recolección de la viruta metálica, es de bajo costo económico ya que es un material reciclable de desechos maquinados. De esta manera se plantea la inclusión y reutilización de la viruta metálica, con el fin de evaluar su comportamiento, aportando a la tecnología del concreto. En últimas, motivar al reciclaje para la elaboración del concreto, contribuyendo a la disminución de la contaminación ambiental.

Con respecto al problema: Ante el inminente crecimiento por parte de la industria de la construcción en el mundo, se evidencia un crecimiento directamente proporcional respecto a la demanda de recursos naturales no renovables. Para el caso de las mezclas de concreto en particular, se presenta una demanda elevada en cuanto a la disposición de agregados pétreos los cuales hacen parte fundamental de las mismas. Reyes, J. & Rodríguez, Y.(2010).

En la actualidad, el concreto es el elemento más usado en el mundo para la construcción, por lo que el correcto diseño de este material tiene un papel importante en el desarrollo de la Ingeniería Civil de nuestro país. Huerta, C. (2013)

En el Perú el consumo y demanda del concreto va en aumento, generando también la necesidad de contar con materiales que tengan un adecuado desempeño dentro de las mezclas, por esta razón, la producción y uso de agregados provenientes de procesos de trituración también viene creciendo, así como la búsqueda de nuevas alternativas en materiales que aprovechen los subproductos generados en la industria y que actualmente no tienen un uso adecuado.

Durante los últimos años en la ciudad de Cajamarca se ha incrementado notoriamente la ejecución de obras civiles, por lo que también se ha intensificado el uso del concreto. INEI (2014).

En la ciudad de Cajamarca, se llevan a cabo actividades con acero inoxidable, generando como desecho la llamada viruta, la cual en este momento no tiene un uso específico y además su producción genera complicaciones de contaminación si no se eliminan de la forma correcta.

Con respecto a la viruta metálica aún no es utilizado en las construcciones. Pero debido a la demanda de calidad en las construcciones y mayor desempeño de las mismas este podría ser una de las soluciones a dicha demanda en la construcción.

Elaborar concretos sustituyendo un 10% del agregado fino por viruta metálica, constituye una necesidad prioritaria para el estudio de la presente tesis que tiene como finalidad verificar si se pueden alcanzar resistencias mayores a las del diseño patrón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

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

Por lo expuesto se plantea el siguiente problema de investigación:

¿Cómo influye la sustitución del 10% del agregado fino por viruta metálica en la resistencia de concreto $f'c=210$ kg/cm²?

Para seguir con la investigación debemos saber que el concreto, presenta un comportamiento viscoso, mientras que la otra, formada por los agregados, muestra un comportamiento casi elástico. Estando los agregados rodeados y separados entre ellos por la pasta de cemento. Resulta así, la definición de un material heterogéneo, cuya estructura particular posibilita un comportamiento inelástico; siendo las deformaciones de la fase viscosa susceptible de ser modificadas por el tiempo y las condiciones de curado, creando tensiones internas considerables. Por otra parte, a los problemas de diseño y construcción, característicos de las fábricas de piedra, de índole mecánica según las formas y las masas de los elementos, se unen en las construcciones de concreto multitud de otros factores, que deben ser conocidos y apreciados por el Ingeniero, que interviene directamente en su fabricación desde una primera instancia. Así pues, ha de estudiar el tipo y calidad de los áridos, los problemas de fraguado y endurecimiento del aglomerante, la dosificación del conjunto, su fabricación y puesta en obra, su comportamiento bajo la acción de las cargas y de los agentes destructivos. Gonzales, M. (1962).

Indica que, una nueva ciencia, de alta calidad experimental, tiende a solucionar éstas cuestiones. Ella es la Reología, que estudia e investiga la estructura física de las pastas, su deformación y relación con las propiedades requeridas en cada tipo de construcción. En el caso del concreto normal conocemos que, al ser usado en pavimentos, tiene principalísima importancia la resistencia a la tracción, al rozamiento e intemperismo y la relación que guardan con el tipo de áridos.

Igualmente, en el caso del concreto en grandes masas, es necesario tener en cuenta la retracción y dilatación debida a las temperaturas de fraguado y la influencia del tipo del cemento, el curado y forma de la puesta en obra. En las obras portuarias de concreto, es preciso considerar la acción de sucesivos choques o impactos, así como la acción destructora del agua de mar, incidiendo en la calidad y compacidad del agregado, la hidraulicidad de la pasta. Gonzales, M. (1962).

Indica que, en el caso del concreto armado acrecentar la resistencia a la tracción y mejorar la docilidad de las mezclas frescas son los problemas característicos que afrontan el Ingeniero. En general las altas resistencias a la compresión (6001000 Kg/cm^2) no son objeto de búsqueda en el concreto armado, pues la resistencia a la tracción no crece proporcionalmente con la de compresión. Por otra parte, el aumento consiguiente del módulo elástico trae consigo una reducción de la sección que colabora en la resistencia, al hacer abstracción de la zona solicitada a tracción. La plasticidad produce fenómenos de adaptación que mejoran 13,9 condiciones de trabajo de los elementos, que serían utilizados en forma incompleta en un régimen puramente elástico. Gonzales, M. (1962).

El compuesto principalmente del concreto es de la combinación de cemento, agua, agregado fino y agregado grueso. El concreto contiene un pequeño volumen de aire atrapado, y puede contener también aire intencionalmente incorporado mediante el empleo de un aditivo. RNE. (2006).

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

El cemento es un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse al contacto con el agua. el producto resultante de la molienda de estas rocas es llamada Clinker y se convierte en cemento cuando se le agrega una pequeña cantidad de yeso para que adquiera la propiedad de fraguar al añadirle agua y endurecerse posteriormente. Mezclado con agregados pétreos (grava y arena) y agua, crea una mezcla uniforme, maleable y plástica que fragua y se endurece, adquiriendo consistencia pétreo, denominada hormigón.

Los componentes químicos: Silicato tricalcico, el cual le confiere su resistencia inicial e influye directamente en el calor de hidratación, Silicato dicálcico, el cual define la resistencia a largo plazo y no tiene tanta incidencia en el calor de

hidratación, Aluminato tricalcico, es un catalizador en la reacción de los silicatos y ocasiona un fraguado violento. Para retrasar este fenómeno, es preciso añadirle y eso durante la fabricación del cemento, Aluminio- ferrito tetracálcico, influye en la velocidad de hidratación y secundariamente en el calor de hidratación.

Componentes menores: oxido de magnesio, potasio, sodio, manganeso y titanio. Los componentes químicos principales de las materias primas para la fabricación del cemento y las proporciones generales en que intervienen son:

Tabla 1: Componentes del cemento

%	COMPONENTE QUÍMICO	PROCEDENCIA USUAL
95%<	Oxido de calcio (CaO)	Rocas Calizas
	Oxido de Sílice (SiO ₂)	Areniscas
	Oxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	Arcillas
	Oxido de Fierro (Fe ₂ O ₃)	Arcillas, Mineral de Hierro, pirita
5%<	Oxido de Magnesio,Sodio, potasio, titanio, azufre, fósforo Y magnesio	Minerales Varios

Fuente: tópico de tecnología de Enrique Pascal

Cemento Tipo I, para uso general que no requiera propiedades especiales especificadas para cualquier otro tipo, El cemento empleado para el presente proyecto de investigación fue el cemento Portland Tipo I por condiciones de sulfatos.

Tabla 2: Componentes del cemento

COMPONENTES	CEMENTO PACASMAYO TIPO I
Oxido de Sílice: SiO ₂	20.50%
Oxido de Fierro: Fe ₂ O ₃	2.60%
Oxido de Aluminio: Al ₂ O ₃	5.40%
Oxido de Calcio: CaO	63.90%
Oxido de Magnesio: MgO	2.10%
Óxido de Azufre: SO ₃	3.00%
Perdida por Calcinación: P.C	1.93%
Residuo Insoluble: R.I	0.68%
Cal Libre: Cao	1.10%
Álcalis: Na ₂ O	0.61%
Silicato Tricalcico: C ₃ S	54.00%

Fuente: tópico de tecnología Enrique pascal

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

El agua que se empleará para preparación de la mezcla de concreto y así mismo para realizar el curado. Deberá cumplir con los análisis de laboratorio cumpliendo con parámetros establecidos.

A continuación, se muestra los valores máximos permisibles para el uso del agua.

Tabla 3: valores permisibles del agua

Descripción	Máximos	Partes por Millón
Cloruros	300	Ppm
Sulfatos	300	Ppm
Sales de magnesio	150	Ppm
Sales solubles totales	1500	Ppm
PH	Mayor de	7
Sólidos en suspensión	1500	Ppm
Materia orgánica	10	Ppm

Fuente: Rivva, 2007.

Los agregados son todos aquellos que provienen de la explotación de fuentes naturales tales como depósitos de arrastres fluviales (arenas y gravas de río) o de glaciares (cantos rodados) y de canteras de diversas rocas y piedras naturales. Se puede aprovechar en su granulometría natural o triturándolos mecánicamente, según sea el caso, de acuerdo con las especificaciones requeridas Guzmán, M. (2001).

Se define como agregado fino a aquel, proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas que pasa al tamiz 9.5 mm (3/8") y que cumple con los límites establecidos en la NTP. 400.037. & Rivva, E. (2007).

El agregado fino deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales, u otras sustancias dañinas. Rivva, E. (2007).

Es recomendable que la granulometría se encuentre dentro de los siguientes límites:

Tabla 4: Límites Granulométricos del agregado fino

Malla	% Que Pasa
3/8"	100
N° 4	95 – 100
N° 8	80 – 100
N° 16	50 – 85
N° 30	25 – 60
N° 50	10 – 30
N° 100	2 – 10

Fuente: Rivva, 2007.

Se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4) y que cumple con los límites establecidos en la norma NTP 400.037. & Rivva, E. (2007)

El agregado grueso podrá consistir de grava natural o triturada, piedra partida, o agregados metálicos naturales o artificiales. El agregado grueso empleado en la preparación de concretos livianos podrá ser natural o artificial. Rivva, E. (2007).

El agregado grueso deberá estar conformado por partículas limpias, de perfil preferentemente angular o semiangular, duras, compactas, resistentes, y de textura preferentemente rugosa. Rivva, E. (2007).

En general los agregados se han clasificado de varias maneras a través del tiempo, pero principalmente desde los puntos de vista de su procedencia, densidad, tamaño, forma y textura.

Los agregados naturales son aquellos procedentes de la explotación de fuentes naturales tales como: depósitos de arrastres fluviales (arenas y gravas de río) o glaciares (cantos rodados) y de canteras de diversas rocas y piedras naturales. Pueden usarse tal como se hallen o variando la distribución de tamaños de sus partículas, si ello se requiere. Todas las partículas que provienen de los agregados tienen su origen en una masa mayor, la que se ha fragmentado por procesos naturales como intemperismo y abrasión, o mediante trituración mecánica realizada por el hombre,

por lo que gran parte de sus características vienen dadas por la roca madre que le dio su origen.

De acuerdo a la geología histórica; estos se transforman por fenómenos internos de la tierra, al solidificarse y enfriarse el magma (masa de materias en fusión), se forman las rocas originales o ígneas y posteriormente, por fenómenos geológicos externos, tales como la meteorización, con el tiempo se forman las rocas sedimentarias, al sufrir la acción de procesos de presión y temperatura forman el tercer grupo de las denominadas rocas metamórficas, esto se conoce como el ciclo geológico que está en permanente actividad.

Por lo general, los agregados artificiales se obtienen a partir de productos y procesos industriales tales como: arcillas expandidas, escorias de alto horno, clinker, limaduras de hierro y otros, comúnmente estos son de mayor o menor densidad que los agregados corrientes. Actualmente se están utilizando concretos ligeros o ultraligeros, formados con algunos tipos de áridos los cuales deben presentar ciertas propiedades como son: forma de los granos compacta, redondeada con la superficie bien cerrada, ninguna reacción perjudicial con la pasta de cemento ni con el refuerzo, invariabilidad de volumen, suficiente resistencia a los fenómenos climatológicos; además deben de tener una densidad lo menor posible, con una rigidez y una resistencia propia suficientemente elevada y ser de calidad permanente y uniforme.

Los agregados ligeros más utilizados son los producidos con arcilla y pizarra expandida (incluyendo la arcilla pizarrosa y la pizarra arcillosa). Es de anotar que se han desarrollado con bastante éxito agregados ligeros en Alemania (con arcilla y pizarra), y España (con arcilla expandida conocida comercialmente como ARLITA).

La selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cúbica de concreto, conocida usualmente como diseño de mezcla, es el proceso de selección de los ingredientes más adecuados y de la combinación más conveniente y económica de los mismos, con la finalidad de obtener un producto que en el estado no endurecido tenga la trabajabilidad y consistencia adecuadas; y que endurecido cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador o indicados en los planos y las especificaciones de obra. Vásquez, V (2015).

La función del mezclado de concreto es revestir la superficie de los agregados con la pasta de cemento, la cual dará como resultado una masa homogénea. La secuencia de carga de los materiales en la mezcladora representa un papel importante en la uniformidad del producto terminado. Rivva, E. (2007).

La trabajabilidad es el trabajo interno utilizado en vencer la fricción interna o componentes del concreto para conseguir una compactación adecuada, es decir, la capacidad que tiene el concreto para ser colocado y compactado apropiadamente sin producir deficiencias de sus propiedades en estado fresco. “La manejabilidad está representada por el grado de compactación, cohesividad, plasticidad y consistencia”. Reyes, J. & Gutiérrez, Y. (2010).

Sangrado o exudación es el desarrollo de una camada de agua en el tope o en la superficie del concreto recién colocado. Es causada por la sedimentación (asentamiento) de las partículas sólidas (cemento y agregados) y simultáneamente la subida del agua hacia la superficie Jara, F (2016).

Se define como hidratación al proceso de reacción química del cemento en presencia de agua. La hidratación requiere de presencia de humedad condiciones de curado favorables, y tiempo.

Se define como tiempo de curado al periodo durante el cual el concreto es mantenido en condiciones de humedad y temperatura tales como para lograr la hidratación del cemento en la magnitud que se desea para alcanzar la resistencia alcanzada. Rivva, E. (2007).

El aumento de la resistencia con la edad continúa desde que el cemento no hidratado aún esté presente, el concreto permanezca húmedo o la humedad relativa del aire esté arriba de aproximadamente 80% la temperatura del concreto permanezca favorable y haya suficiente espacio para la formación de los productos de hidratación. Cuando la humedad relativa dentro del concreto baja cerca de 80% o la temperatura del concreto baja a menos del cero, la hidratación y el incremento de resistencia se interrumpen Jara, F. (2016).

Curado Inicial, Inmediatamente después de moldeados y acabados, los especímenes deben ser almacenados por un periodo de hasta 48 horas en un rango de

temperaturas entre 16 a 27 grados Centígrados, en un ambiente que prevenga la pérdida de humedad de los especímenes.

Curado Final, Luego de completar el curado inicial y dentro de los 30 minutos después de remover los moldes, los especímenes se deben curar manteniendo agua libre sobre sus superficies permanentemente, a una temperatura de 23 +/- 2 grados centígrados (NTP 339.033, 2009).

La resistencia del concreto está definida en la máxima carga que puede soportar, mediante un efecto de compresión, la resistencia a la compresión es calculada dividiendo la carga máxima por el área transversal original de la probeta que será ensayada.

La resistencia a la compresión, es considerada como una de las más importantes propiedades del concreto endurecido, siendo la que generalmente se emplea para la aceptación o rechazo del mismo. Pero el ingeniero diseñador de la mezcla debe recordar que otras propiedades, tales como la durabilidad, permeabilidad, o resistencia al desgaste, pueden ser tanto o más importantes que la resistencia, dependiendo de las características y ubicación de la obra. Vásquez, V. (2016).

Durabilidad es la habilidad del concreto para resistir la acción del intemperismo, ataques químicos, abrasión, o cualquier otro tipo de deterioro”. Algunos investigadores prefieren decir que “es aquella propiedad del concreto endurecido que define la capacidad de éste para resistir la acción del medio ambiente que lo rodea ACI (2007).

Existen diversas investigaciones sobre la mejora de las propiedades mecánicas del concreto mediante de la adición o reemplazo de algún elemento o material con mejores características físicas y mecánicas.

La cantidad de viruta metálica a adicionada al concreto es de 10% del peso respecto del agregado fino de la mezcla.

Viruta Metálica es un fragmento de material residual con forma de lámina curvada o espiral que es extraído mediante un cepillo u otras herramientas, tales como brocas, al realizar trabajos de cepillado, desbastado o perforación, sobre metales. Se suele considerar un residuo de las industrias madereras o del metal; no obstante, tiene variadas aplicaciones. García, H. (2008).

Existe Tipos de Viruta Metálica:

Viruta Discontinua: Son materiales frágiles como hierro fundido y el latón fundido que se cortan, y estos esfuerzos al cortarlos producen fractura, este material cuando se desprende sale en fragmentos muy pequeños García, H. (2008).

Viruta Continua: Son materiales dúctiles que al cortarlos no se fracturan y estas velocidades de corte son altas, son poco difíciles de cortar y es mejor hacerlos por tramos cortos. García, H. (2008).

Viruta Continúa con Protuberancias: Son materiales dúctiles donde al cortarlos su velocidad es baja, esta viruta es un metal aglutinado soldado por su cara. García, H. (2008).

Ventajas

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

Aportes de la viruta metálica en el Concreto

Las principales mejoras que se han estudiado a lo largo de los años se pueden agrupar de la siguiente manera:

Ductilidad.-las fibras de la viruta metálica aumentan las propiedades mecánicas del concreto, al originar el aumento de la resistencia a la tracción. Adiciona también, ductilidad post-grieta, evitando el comportamiento frágil del concreto. Esto depende de la cantidad de fibras que se adicionen, y la capacidad de anclaje en la mezcla.

Compresión.- el uso de viruta metálica altera ligeramente la resistencia a la compresión. Si la adición es desde 1.5% del volumen total, puede aumentar entre 0 y 15% esta resistencia.

Tensión directa.- de igual manera, si el volumen de la viruta metálica adicionadas es mayor al 1.5% del volumen total, el incremento de la tensión directa es considerable, ya que se encuentra entre el 30 y 40%.

Tenacidad.- básicamente, la viruta metálica aumentan la tenacidad, es decir, aumenta la capacidad de absorber energía en la deformación post-fisuración. Se genera un mayor control de agrietamiento.

Cortante y torsión.- aunque no existe mucha investigación en estos efectos, estos dependen básicamente del alineamiento de las fibras.

Otros.- otras propiedades que aporta la viruta metálica es la mejora en el comportamiento en ciclos de fatiga, control de permeabilidad, aumento de la capacidad de carga y control de penetración de agentes oxidantes.

Usos

Mezclado: La viruta metálica se puede añadir antes, durante o después del mezclado del concreto. El concreto reforzado y el concreto lanzado (shotcrete) reforzado con fibra de acero cumplen con el estándar ASTM C94 que se refiere a los requerimientos de uniformidad de mezcla en concreto pre-mezclado. García, H. (2008).

Colocación: La viruta metálica puede bombearse, lanzarse o vaciarse, utilizando un equipo convencional. Se pueden utilizar reglas manuales, y vibradores para nivelar el hormigón. García, H. (2008).

Acabado: Se puede utilizar técnicas de acabado y equipo convencionales para acabar el hormigón con viruta metálica. En algunos casos se recomienda extender el proceso de flotado, para asegurar que no haya fibras en la superficie. García, H. (2008).

La viruta metálica es extraída mediante brocas al realizar cepillados, desbastado o perforación de metales, se la puede encontrar en los talleres metálicos, fresadoras, factorías y rectificadoras de motores en la zona.

La materia prima (Viruta Metálica) fue adquirida de un taller de FACTORIA Y RECTIFICACIONES “ESPINOZA” S.R.L. dedicada a la rectificación de motores, ubicada en la Av. Vía de Evitamiento Sur – Cajamarca.

Características Físicas de los Agregados Según la Norma ASTM /NTP

Toma de Muestras

Para la investigación la muestra de agregado fino y grueso se obtuvo de la cantera Rubén - Chimbote, por lo que se realizará los estudios, para conocer las características de los materiales a ser utilizados.

Descripción de las Normas ASTM C33 Y NPT 400-037.

En las normas indicadas se muestra los requerimientos de gradación, se indican la calidad de los materiales que deben de estar dentro de lo establecido.

Agregado Fino, ASTM C-33 / NTP 400.037

Se define como agregado fino a aquel, proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas que pasa al tamiz 4 (4.75 milímetros) es decir, un tamiz con cuatro aberturas por pulgadas lineales y que cumple con los límites establecidos Rivva, E. (2007).

Granulometría, ASTM C-136 / NTP 400.012

La granulometría es la distribución de partículas de un agregado. El tamaño de las partículas del agregado se determina por tamices con aberturas normadas.

El agregado fino tendrá que estar graduado y dentro de los límites permitidos.

Tabla 5: Límites de granulometría según Norma ASTM C-33/NTP 400.037

Tamiz	Porcentaje que Pasa
¾" (9,5 mm)	100%
No. 4 (4,75 mm)	95 a 100%
No. 8 (2,36 mm)	80 a 100%
No. 16 (1,18 mm)	50 a 85%
No. 30 (600 µm)	25 a 60%
No. 50 (300 µm)	10 a 30%
No. 100 (150 µm)	2 a 10%

Fuente: Rivva, 2007

El agregado fino no deberá tener más de 45 por ciento retenido entre dos tamices consecutivos y su módulo de finura deberá estar entre 2,3 y 3,1. Si el agregado no cumple con estos requisitos puede utilizarse siempre y cuando cumpla con la prueba

de esfuerzo del mortero que establece la Norma ASTM C 87, donde es aceptada si después de los siete días la prueba presenta el 95 por ciento de su resistencia de diseño.

Tabla 6: Clasificación de la arena por su módulo de finura

Tipo de Arena	Módulo de Finura
Gruesa	3.2 gramos
Media	2.9 gramos
Fina	2.2 gramos
Muy Fina	1.5 gramos

Fuente: Gaitan, 2002

Agregado Grueso, ASTM C-33 / NTP 400.037

El agregado grueso está formado por gravas trituradas escorias de explosión de concreto, piedra triturada. Rivva L (2007).

La granulometría seleccionada deberá permitir obtener la máxima densidad del concreto, con una adecuada trabajabilidad y consistencia en función de las condiciones de colocación de la mezcla. Rivva L (2007).

Granulometría, ASTM C-136 / NTP 400.012

El agregado grueso a utilizar en el trabajo, basado en la severidad de la intemperización, abrasión y otros factores de exposición. Se espera que los límites para agregado grueso involucrado en la investigación, correspondientes a cada designación de clase aseguren su desempeño satisfactorio en el diseño del concreto.

El agregado grueso varía de 1.18 milímetros (0.046 pulgadas a 100 milímetros (4 pulgadas), dentro de los límites permitidos.

Absorción y Contenido de Humedad, ASTM C-566 / NTP 339.185

Incremento en la masa del agregado debido al agua en los poros del material, pero sin incluir el agua adherida a la superficie exterior de las partículas, expresado como un porcentaje de masa seca. (Porcentaje de absorción y humedad en los agregados del diseño de mezclas).

El agregado se considera seco cuando se ha mantenido a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por suficiente tiempo para remover el agua no combinada.

Para corregir el peso del material al hacer mezclas de concreto, es necesario obtener el porcentaje de humedad contenida además del porcentaje de absorción del agregado.

Seco al horno, completamente seco y absorbente.

Seco superficialmente, pero con un cierto porcentaje de humedad.

Saturado y de superficie seca, para no absorber agua del concreto.

Densidad Relativa (Peso Específico) para Agregado Grueso Según la Norma ASTM C-127 / NTP 400.021, Peso Específico para Agregado Fino Según Norma ASTM C-128 / NTP 400.022.

La densidad relativa (gravedad específica) es la característica generalmente usada para el cálculo del volumen ocupado por el agregado en mezclas de concreto de cemento Portland, concreto bituminoso y otras mezclas que son proporcionadas o analizadas en base a un volumen absoluto. También es utilizada en el cálculo de vacíos en los agregados en el método de ensayo C 29/C 29M. (Densidad, s.f.)

Densidad Aparente (Masa Unitaria) de los Agregados, ASTM C-29 / NTP 400.017

La densidad aparente la masa por unidad de volumen de la porción impermeable de las partículas de agregado a granel, referido a determinar

Masa unitaria compactada

Masa unitaria suelta

Porcentaje de Vacíos, ASTM C-29 / NTP 400.017.

El espacio entre vacíos está referido a los espacios entre partículas de la masa que se encuentran separados, o no están siendo ocupados por minerales sólidos.

El porcentaje de vacíos entre las partículas se calcula a partir de la densidad aparente y densidad relativa, que se determina para el agregado grueso y agregado fino.

Diseño de Mezcla Usando el Método ACI 211

La recomendación original del ACI data del año 1944, habiendo experimentado relativamente muy pocas variantes sustantivas hasta la última versión emitida por el Comité 212.1 el año 1991. Está basado en que los agregados cumplan con los requisitos físicos y granulométricos establecidos por ASTM C 33, define el agua de mezcla empíricamente en función del Tamaño Máximo del agregado y del slump (asentamiento) como medida de trabajabilidad (Tabla 10); asimismo, establece de manera empírica el volumen de agregado grueso compactado en seco en función del Tamaño Máximo de la piedra y el Módulo de Fineza de la arena exclusivamente (Tabla 6), y correlaciona la relación agua/cemento en peso con la resistencia en compresión (Tabla 11).

Procedimiento de Diseño

Se determinó las características y especificaciones, como son:

Resistencia requerida a los 28 días: $f'c=210$ kg/cm².

El tipo de cemento a usar: Cemento Pacasmayo Tipo I.

Selección del asentamiento: 3"- 4", consistencia plástica.

Aire incorporado: NO.

Se seleccionó la resistencia promedio, a partir del tercer criterio, mediante la siguiente tabla.

Tabla 7: Resistencia a la compresión promedio.

$f'c$ (kg / cm ²)	$f'cr$ (kg / cm ²)	$f'cr$ (kg / cm ²)	$f'cr$ (kg / cm ²)
Menor de 210	$f'c + 70$	175	245
210 a 350	$f'c + 84$	210	294
Mayor de 350	$f'c + 98$	350	448

Fuente: Rivva, E. (2007)

Se determinó el tamaño máximo nominal del agregado (dato de las propiedades físicas de los agregados).

Se seleccionó el asentamiento por el tipo de consistencia del concreto mediante la siguiente tabla.

Tabla 8: Asentamiento por el tipo de Consistencia del Concreto.

Resistencia del Concreto	Asentamiento	Trabajabilidad
Seca	0 " a 2 "	Poca
Plástica	3 " a 4 "	Buena
Húmeda	>= 5 "	Poco

Fuente: Rivva, E. (2007)

Se determinó la selección de volumen unitario de agua de diseño y selección de aire atrapado, usando la siguiente tabla.

Tabla 9: Cantidades aproximadas de agua para diferentes slump, tamaño máximo de agregado y contenido de aire.

Slump	Tamaño máximo de agregado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	
Concretos con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	

Fuente: A.C.I, 1981.

Se seleccionó la relación Agua-Cemento por resistencia del concreto mediante la siguiente tabla.

Tabla 10: Relación agua / cemento vs f'c.

f'c a 28 Días (Kg/cm ²)	Relación Agua/Cemento en peso	
	Sin aire incorporado	Con aire incorporado
45	0.3	
40	0.4	
35	0.5	0.4
30	0.6	0.4
25	0.6	0.5
20	0.7	0.61
15	0.8	0.7

Fuente: A.C.I, 1981.

Se determinó el factor cemento que resulta de la división del volumen unitario de agua con la relación agua/cemento.

Se procedió a determinar el contenido de agregado grueso, utilizando la siguiente tabla, interpolando nuestro módulo de finura:

Tabla 11: Volumen de agregado grueso compactado en seco por metro cúbico de concreto.

Tamaño Máximo Nominal del Agregado	Volumen del agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen del concreto para diferentes módulos 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: A.C.I, 1981.

Para determinar el contenido de agregado grueso, se multiplica el valor encontrado en la tabla con el peso seco compactado del agregado grueso.

Se determinó la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño, aire, y agregado grueso; encontrados anteriormente.

Se determinó el volumen absoluto del agregado fino, restando 1 menos la suma de los volúmenes absolutos (cemento, agua, aire, y agregado grueso).

Se determinó el peso seco del agregado fino, multiplicando su volumen absoluto con el peso específico de la masa del agregado fino.

Se procedió a determinar los valores de diseño del cemento, agua, aire, agregado fino, y agregado grueso.

Luego se realizó la corrección de los valores de diseño por el contenido de humedad de los agregados.

Finalmente, se determinó las proporciones en peso, de diseño y de obra.

Ensayos en el Concreto Según la Norma ASTM/NTP

Concreto Fresco

El concreto deber de cumplir con las especificaciones técnicas para su fácil trabajabilidad, al momento del mezclado, los materiales involucrados deberán ser mezclados hasta contar con una mezcla homogénea.

Asentamiento ASTM C – 143 / NTP 339.035

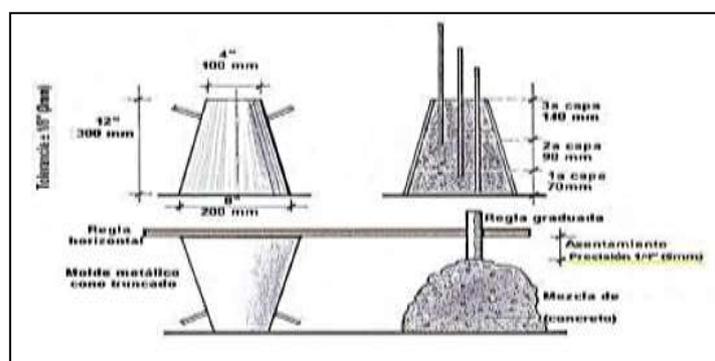


Figura 1: Procedimiento para medir el asentamiento

Fuente: Control de calidad de concreto – DINO

Peso unitario ASTM C-138 / NTP 339.046.

El peso unitario del concreto ira en aumento desde que se desarrollara el patrón hasta la realización del concreto con la incorporación del 10% de viruta metálica.

Contenido de aire, ASTM C-138 / NTP 339.046.

Este ensayo determinara la cantidad de aire que puede contener el concreto recién mezclado, excluyendo cualquier cantidad de aire que puedan contener las partículas de los agregados, el control del contenido del aire atrapado es importante, debido a que un incremento relevante del mismo se traduce en una disminución de la resistencia por el aumento de vacíos en el concreto.

Especímenes para la Resistencia a Compresión ASTM C-31 / NTP 339.033.

Las probetas realizadas de acuerdo al cumplimiento de las normas, se emplean cilindros de concreto de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura, en la fabricación de los cilindros se sigue la norma NMX-C-160 y en el ensaye de los cilindros se sigue la norma NMX-C-083 (CIVIL, 2011)

El ensayo de resistencia se desarrollará cumplido los 7,14 y 28 días de curado, como mínimo con 3 probetas para obtener en promedio.

Ensayos en el Concreto Endurecido

Control de Calidad del Concreto Endurecido.

Se desarrolló la comprobación de la resistencia del concreto endurecido a los 7,14 y 28 días, para verificar la resistencia a para la cual fue diseñada cada uno de los concretos patrones y concreto con la incorporación del 10% de viruta metálica.

Ensayos de Cilindro de Concreto a Compresión ASTM C-39 / NTP 339.034

Normas

ASTM C39: Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto.

NTP 339.034: Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Definición:

Consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados o extracciones diamantinas a una velocidad normalizada en un rango prescrito mientras ocurre la falla. La resistencia a la compresión de la probeta es calculada por división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección recta de la probeta. Marrufo, J. (2015)

El parámetro obtenido es una propiedad principalmente física y es frecuentemente usado en el diseño de estructuras, se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm²) o en mega pascales (MPa). Marrufo, J. (2015).

Importancia:

Los resultados de las pruebas de Resistencia a Compresión se emplean fundamentalmente para verificar que la mezcla del concreto suministrada cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada ($f'c$) en la definición del proyecto. Marrufo, J. (2015).

También se puede utilizar para fines de control de calidad, aceptación del concreto o para estimar la resistencia en elementos estructurales que permitan definir la programación de los siguientes procesos constructivos en la ejecución de una obra (remoción de encofrados, puntales, etc.) Marrufo, J. (2015).

Equipo:

La máquina de ensayo deberá tener capacidad conveniente, debe ser operada por energía (no manual) y debe permitir una velocidad de carga sobre la probeta de $0,25 \pm 0,05$ MPa/s, de forma continua sin intermitencia ni detenimiento. Marrufo, J. (2015).

La máquina de ensayo será equipada con dos bloques de acero con caras resistentes, uno de los cuales se asentará sobre una rótula, que le permita acomodarse a la parte superior de la probeta, y el otro se apoya sobre una sólida base en el que se asienta la parte inferior de la misma. Las caras de los bloques serán paralelas durante el ensayo y deben tener una dimensión mínima de al menos 3% mayor que el diámetro de las probetas a ser ensayadas. Marrufo, J. (2015).

Especímenes para ensayo:

El ensayo se puede realizar con especímenes obtenidos en cualquiera de las siguientes condiciones:

Especímenes curados y moldeados, de acuerdo con la ASTM C31, de una muestra de concreto fresco.

Especímenes extraídos o aserrados de una estructura de concreto endurecido, de acuerdo con la ASTM C42.

Especímenes producidos con moldes de cilindros colocados in situ (embebidos en la estructura), de acuerdo con la ASTM C873.

Esta investigación se realizó teniendo en cuenta la norma ASTM C31.

Procedimiento de ensayo:

En el caso de probetas cilíndricas, curadas y moldeadas, se pueden tener dimensiones de 6" x 12" o 4" x 8", las probetas más pequeñas suelen ser más fáciles de manipular en el campo y en laboratorio, el diámetro de la probeta a utilizar debe ser como mínimo 3 veces el tamaño máximo nominal del agregado utilizado en la preparación del concreto. Según la ASTM C39 y la NTP 339.034 las probetas deben ser ensayadas tan pronto como sea práctico luego de ser retiradas de la

condición de curado, es decir, se ensayarán en condiciones húmedas superficialmente secas. Marrufo, J. (2015).

Medir el diámetro de la probeta con el micrómetro en dos posiciones que estén en ángulo recto entre sí, a la altura media de la misma, estos diámetros deben promediarse para poder calcular el área de la sección. Marrufo, J. (2015).

Antes de colocar la probeta entre los cabezales de la máquina de ensayo, se limpió las caras de contacto de los bloques de acero, superior e inferior, y las de la probeta, evaluar si es conveniente aplicar capping, refrentado o usar pads de neopreno. Se alineo los ejes de la probeta a ensayar con el centro de empuje de la máquina a manera de evitar excentricidades. Marrufo, J. (2015).

Se verifico que el indicador de carga de la máquina esté en cero, de no ser así se deberá ajustar. Luego se aplicó la carga de manera continua y uniforme, hasta el momento de la falla de la probeta, por último, se registró el tipo de falla y la carga máxima soportada por la probeta antes de fracturarse. Cálculo la Resistencia a Compresión, dividiendo la carga máxima entre el área promedio de la sección. Marrufo, J. (2015).

Tipo de fracturas en los cilindros de concreto ASTM C-39 / NTP 339. 034.

Fractura tipo I:

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

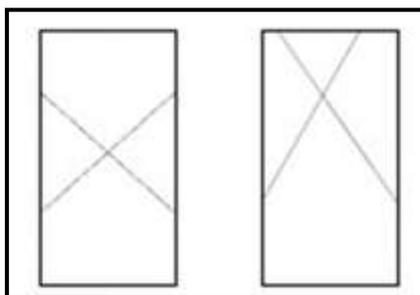


Figura N° 2: Fractura tipo I.

Fuente: NTP 339.034 / ASTM C-39

Fractura tipo II:

Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo.

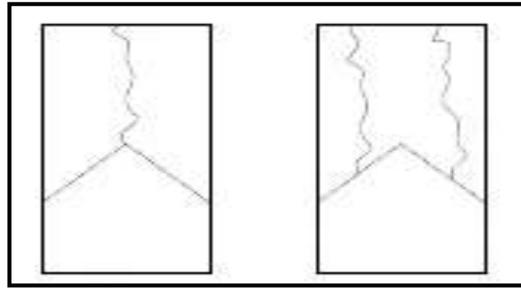


Figura N° 3: Fractura tipo II

Fuente: NTP 339.034 / ASTM C-39

Fractura tipo III:

Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, como no bien formados.

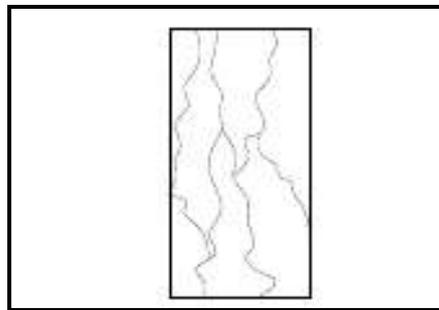


Figura N° 4: Fractura tipo III

Fuente. NTP 339.034 / ASTM C-39

Fractura tipo IV:

Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpes suavemente con un martillo para distinguirla del tipo 1.

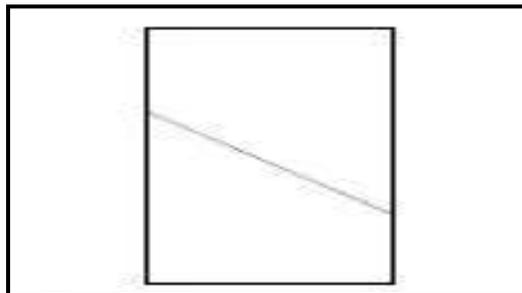


Figura N° 5: Fractura tipo IV.

Fuente. NTP 339.034 / ASTM C-39

Fractura tipo V:

Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos).

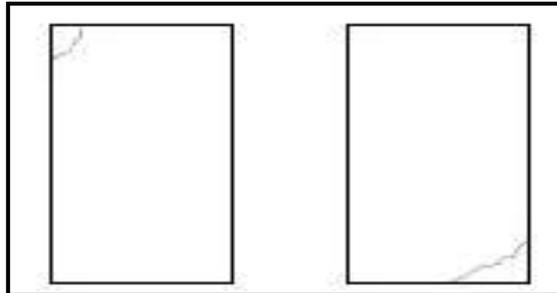


Figura N°6: Fractura tipo V.

Fuente. NTP 339.034 / ASTM C-39

Fractura tipo VI:

Similar a tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo.

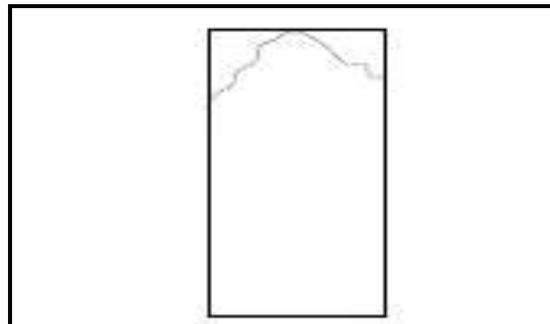


Figura N° 7: Fractura tipo VI.

Fuente. NTP 339.034 / ASTM C-39

Desarrollo Experimental de la Investigación

Mezcla de Concreto

Se realizó mezclas de concreto para un diseño patrón de 210 kg/cm², y para los concretos con 10% de viruta metálica que reemplazo el agregado fino.

DISEÑO DE MEZCLA

Es la selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cubica de concreto, conocida usualmente como diseño de mezclas, puede ser definida

como el proceso de selección de los ingredientes más adecuados y de la combinación más conveniente, con la finalidad de obtener un producto que en el estado no endurecido tenga la trabajabilidad y consistencia adecuados y que endurecido cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador. Arana, R. (s.f).

La dosificación de las mezclas para concreto de peso normal es la determinación más económica y práctica de los componentes para concreto. De tal forma que tenga manejabilidad en su estado plástico y que desarrolle las propiedades requeridas en su estado endurecido. Así, una mezcla para concreto correctamente dosificada debe lograr fundamentalmente tres objetivos:

La manejabilidad del concreto recién mezclado.

Las propiedades que se requieren en el concreto endurecido.

Ser económica.

Uno de los diseños más utilizados para elaborar diseños de mezclas es el contemplado en el ACI 211. Este documento nos da un alcance para comenzar a trabajar y encontrar proporciones aproximadas en el diseño de un concreto nuevo. Rivva, E. (2007)

Se utilizó el método ACI 211 y realizo las mezclas de prueba para un diseño de mezclas patrón, posteriormente se obtendrá los diseños de mezcla con la incorporación de viruta metálica. Posteriormente se realizó la corrección debido a la humedad de los agregados al momento de realizar la mezcla del concreto, así mismo la adición del agua según su consistencia adquirida en el instante.

Se realizó el diseño de mezcla para un concreto convencional con una resistencia de 210 kg/cm², Utilizando agregado fino, agregado grueso, cemento, agua, posteriormente se realizó el diseño de mezcla de concreto con la incorporación del 10% de viruta metálica.

90% de agregado fino y 10% de viruta metálica

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE DEPENDIENTE

Resistencia a la compresión del Concreto

VARIABLE INDEPENDIENTE

% de sustitución a la arena.

Tabla 12: Variable dependiente.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
Resistencia a la compresión del concreto	La resistencia del concreto es definida como el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse. Dado que el concreto está destinado principalmente a tomar esfuerzos de compresión, es la medida de su resistencia a dichos esfuerzos la que se utiliza como índice de su calidad. Rivva, L.(2014)	La resistencia a la compresión de testigos cilíndricos es una prueba que consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita, hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de este. (MTC E 704-2000)	Carga Axial: fuerza que actúa a lo largo del eje longitudinal de un miembro estructural Tiempo de Curado: parte vital que se le debe brindar al concreto luego del vaciado y acabado del mismo. Área: diámetro de las probetas cilíndricas las cuales serán sometidas a compresión hasta completar la ruptura.	Promedios Varianza Desviación estándar Estadísticas Medida Variación

Fuente: elaboración propia 2018

Tabla 13: Variable independiente.

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
% de sustitución a la arena.	Consiste en proporcionar y hacer masada de prueba, basadas en un control de la relación agua-cemento y tomando en cuenta los factores que afectan al concreto (cemento, graduación y propiedades del agregado, etc.). Las propiedades del concreto se comprueban prácticamente y pueden hacerse (NTP, 400.037)	Sustitución de un porcentaje de agregado fino por viruta metálica en un 10% en comparación a un diseño convencional de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	Dosificación: implica establecer las proporciones apropiadas de los materiales que componen el concreto, a fin de obtener la resistencia y durabilidad requeridas con la sustitución del 10% de agregado fino por viruta metálica. Relación agua/cemento: influye grandemente en la resistencia del concreto.	Porcentajes: 0% y 10% Variación Promedios

Fuente: Elaboración propia 2018

En la presente tesis nuestra hipótesis es: La sustitución del agregado fino en 10% por viruta metálica incrementa la resistencia del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Por lo cual se planteó el siguiente objetivo general: Determinar la resistencia del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución del 10% del agregado fino por viruta metálica. Y como objetivos específicos:

Determinar las características físicas mecánicas de la viruta metálica.

Analizar la composición química de la viruta metálica usando el Método de Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X (FRX).

Determinar la relación agua – cemento para un concreto patrón y un concreto experimental.

Determinar la resistencia a la compresión de las probetas patrón y experimentales a los 7, 14 y 28 días y comparar los resultados.

METODOLOGÍA

Tipo y Diseño Investigación

Tipo de Investigación

El tipo de investigación es aplicada y explicativa, porque los resultados obtenidos servirán para la solución de problemas de resistencia en el concreto relacionados a la construcción, específicamente a las propiedades del concreto, explicando cómo se comporta la resistencia cuando se sustituye un porcentaje de agregado fino por viruta metálica

Diseño de Investigación

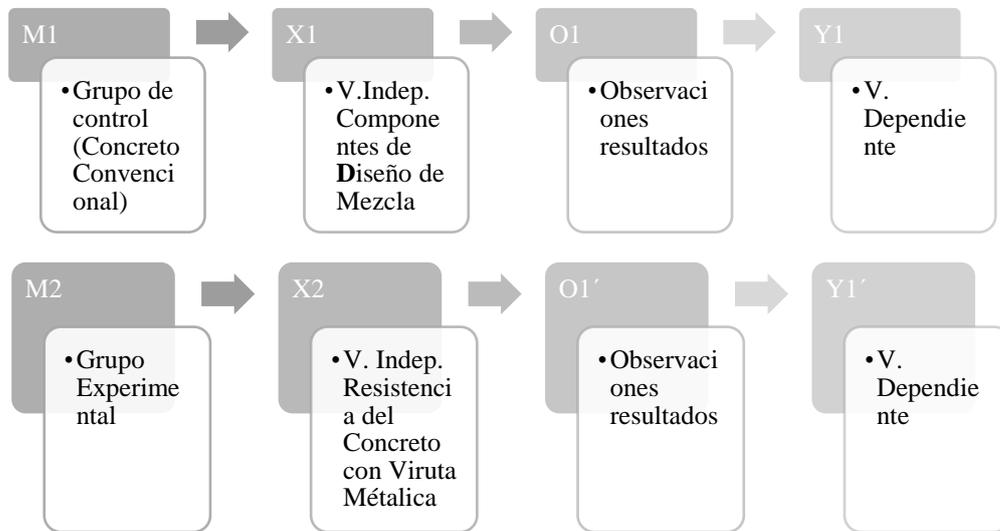
Es un diseño experimental de nivel CUASI – EXPERIMENTAL, que consiste en hacer un cambio en el valor de una variable (independiente), en el cual estudiaremos el diseño convencional del concreto ($F'c$ 210 kg/cm²) en comparación con el nuevo diseño elaborado con el reemplazo o sustitución de un porcentaje de agregado fino por viruta metálica, el estudio en su mayor parte se concentrará en las pruebas realizadas en el Laboratorio de Suelos, donde el investigador estará en contacto con los ensayos a realizar obteniendo resultados de acuerdo a lo planeado en sus objetivos. Siendo su diseño de investigación el siguiente:

Tabla 14: Tiempo y cantidad de muestras a investigar

Días de Curado	Probetas	
	Patrón	Experimental
7	P1 	P1 
	P2 	P2 
	P3 	P3 
14	P1 	P1 
	P2 	P2 
	P3 	P3 
28	P1 	P1 
	P2 	P2 
	P3 	P3 

Fuente: Elaboración propia 2018

Esquema de Diseño de Investigación



DONDE:

M1: grupo de control concreto convencional

M2: grupo de control experimental (concreto elaborado de manera experimental sustituyendo al agregado fino por un 10% de viruta metálica)

X1: variable independiente (componentes de diseño de mezcla)

X2: variable independiente (componentes de diseño de mezcla adicionándole viruta metálica)

Y1,Y2: variable dependiente (resistencia del concreto elaborado de manera convencional)

Y1',Y2': variable dependiente (resistencia del concreto elaborado de manera experimental sustituyendo al agregado fino por un 10% de viruta metálica)

O1,O2: observaciones y (resultados) posibles del grupo de control concreto convencional

O1',O2': observaciones y (resultados) posibles grupo de control concreto elaborado de manera experimental sustituyendo al agregado fino por un 10% de viruta metálica.

O1,O2, O3: información u observaciones recolectadas en cada uno de los grupos de control en donde los resultados pueden ser: iguales, diferentes o semejantes con respecto del uno al otro.

Población y Muestra

- Para esta investigación se tiene como población de estudio al conjunto de probetas de diseño de concreto según el estándar de construcción establecido $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. La cual queda limitada por las variables a tratar: Variable Independiente (Componentes de Diseño de Mezcla de Concreto) y Variable Dependiente (Resistencia del Concreto)
- La muestra estuvo conformada por 18 probetas cilíndricas de concreto teniendo en cuenta un diseño patrón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. En las cuales 9 probetas para 0%(diseño convencional) y 9 probetas para el 10% de viruta metálica (diseño experimental) (Según Reglamento Nacional de Edificaciones 2007)
- Para la confección de especímenes, desarrollo del ensayo experimental y la recopilación de datos se utilizó las metodologías de ensayo:

ASTM C39 "método de ensayo normalizado para resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto"

ASTM C78 (cargada en los puntos tercios) que consiste en ensayar una probeta de sección prismática de 15 cm. x 15 cm. x 50 cm., apoyándola sobre dos soportes rotulados separados 45 cm. y aplicando carga a los tercios de la luz libre (a 15 cm. de cada extremo) falladas a flexión. En ambos casos serán ensayados a diferentes edades en días 7, 14 y 28 respectivamente.

Técnica e Instrumentos de Investigación

Recolección de Datos

La recolección de datos de la investigación se realizó en forma directa, la primera etapa a través del muestro para luego llevarlos al laboratorio y la segunda etapa a partir de los diseños y ensayos anotándolos en los formatos respectivos de acuerdo a los procedimientos técnicos y normativos establecidos y en función al cronograma establecido del proyecto de tesis; así como las fechas de obtención de las probetas

cilíndricas y prismáticas, fecha de los respectivos ensayos de resistencia a la compresión ASTM C39 y de resistencia a la flexión o módulo de rotura ASTM C78.

Técnicas

Las técnicas que se utilizó en este estudio serán observación directa, análisis de datos, ensayos de probetas cilíndricas con y sin adición de viruta metálica.

- Toma de muestras de agregados
- Peso unitario de los agregados (MTC E 203 - 2000)
- Peso específico y absorción de agregados agregado grueso (MTC E 206-2000, NTP 400.021)
- Peso específico y absorción de agregados agregado fino (MTC E 205-2000)
- Porcentaje de vacíos
- Contenido de humedad, absorción efectiva y humedad superficial
- Análisis granulométrico del agregado grueso (MTC E 204- 2000)
- Análisis granulométrico del agregado fino (MTC E 204-2000)
- Diseño de mezclas usando el método del comité 211 del ACI
- Ensayos del concreto fresco
- Ensayo de resistencia a la compresión ASTM C39

Instrumentos

Los instrumentos a utilizar serán:

- Datos de campo (insitu).
- Bolsas de conservación de muestra.
- Laboratorio de mecánica de suelos y concreto.
- Guías de observación resumen
- Formatos de laboratorio.

Procesamiento y Análisis de la Información

Recolección de datos

Para determinar la influencia de la resistencia del concreto al incorporar el 10% de viruta metálica, consistió en determinar las características del material a incorporar y

las propiedades físico mecánicas de los agregados para poder realizar los diseños de mezcla usando el método ACI 211.

Una vez diseñado la muestra patrón y las muestra con la incorporación de viruta metálica (10%), se procede a ensayarlos a compresión a los 7, 14 y 28 días de curado, donde se registran los datos a comparar.

Características del material a Incorporación

Limpieza de la viruta metálica: Una vez obtenida la materia prima, se procedió a limpiar la viruta metálica con trapos industriales para quitar el aceite que utiliza la empresa para realizar el corte, y así no pueda traer dificultades a la hora de realizar el concreto.

Preparado de la Viruta de metálica: Una vez obtenida la materia prima (viruta metálica), se procedió tamizar por las mallas del agregado fino y se utilizó los porcentajes más representativos de cada tamiz para la elaboración del concreto en este caso de las mallas N° 16 y 30 respectivamente.

Instrumentos

Para determinar las características de la materia prima a incorporación (viruta de acero), se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Guantes lentes de seguridad
- Recipientes
- Tapa boca
- Tamices
- Balanza electrónica

Propiedades físicas de los agregados

Granulometría de los Agregados (ASTM C136 / NTP 400.012)

Agregado fino: Se tomó 596.00 gr de la muestra por cuarteo, la cual se pasó por el juego de tamices según la Norma ASTM C136, posteriormente se registró los pesos retenido en cada malla, para finalmente los datos sean procesados.

Agregado grueso: Se tomó 4801.00 gr de la muestra por cuarteo, la cual se pasó por el juego de tamices según la Norma ASTM C136, posteriormente se registró los pesos retenidos en cada malla, para finalmente los datos sean procesados.

Peso Unitario y contenido de vacíos de los Agregados (ASTM C29 / NTP 400.017)

Se preparó muestras tanto para el agregado grueso y fino, para luego calcular el peso unitario suelto y compactado.

Peso Unitario Suelto: Se llenó el recipiente el cual se le conoce el volumen hasta rebosar, descargando el material a una altura no mayor de 5 cm, y se registró su peso.

Peso Unitario Compactado: Se llenó 1/3 del recipiente con la muestra, se compacto con 25 golpes y se repitió el procedimiento a los 2/3 y al tope del recipiente, enrasándolo; luego se procedió a registrar el peso de la muestra compactada.

Peso Específico y Absorción de los Agregados

Agregado Fino (ASTM C128 / NTP 400.022):

Se toma una muestra de material, y se la deja sumergida en agua durante 24 horas a una temperatura ambiente con el objetivo de saturar los poros. Pasado ese tiempo se escurre teniendo cuidado de no perder material y se deja secar hasta que el material este suelto.

Luego se toma el molde cónico, el cual se llenó del material y se aprisiono con 25 caídas del compactador desde una altura aproximada de 5mm, luego se alzó el molde verticalmente y se verifico si el cono se mantiene firme; si esto ocurre se continua con la operación de secado hasta que el cono se derrumbe ligeramente al retirar el molde, lo que indicará que la muestra ha alcanzado la condición de superficie seca. Posteriormente se llenó un picnómetro con agua, se pesó, se le boto un poco de agua, se introdujo la muestra, y se le añadirá agua gradualmente hasta llenar la totalidad del picnómetro, removiendo la muestra para eliminar las burbujas.

Se pesó el picnómetro con la muestra y el agua. Posteriormente se sacó la muestra del instrumento y se dejó secar a una temperatura entre 100 y 110°C para luego registrar su peso.

Agregado Grueso (ASTM C127 / NTP 400.021):

Se tomó una muestra de agregado, la cual se sumergió en agua durante 24h a una temperatura ambiente. Pasa este tiempo se deja escurrir el material durante unos minutos, se seca superficialmente con una toalla y se toma el peso de la muestra saturada con superficie seca. Luego se prepara la balanza mecánica con la canastilla y se coloca la muestra en la canastilla, se sumerge en agua y se toma el peso de la muestra.

Finalmente se seca la muestra en el horno a una temperatura de 100°C, luego se dejó enfriar a temperatura ambiente para registrar su peso. Con esos datos se determinó la densidad aparente y el porcentaje de absorción del agregado grueso.

Contenido de Humedad de los Agregados (ASTM C566 / NTP 339.185)

El ensayo consiste en determinar la humedad que tiene en ese momento los agregados, la cual comienza en pesa la tara y luego se le agrega una proporción de agregado (fino o grueso). A continuación, se lleva la muestra a una estufa eléctrica por 24h. Una vez seco el agregado, se retira y se deja enfriar para después tomar el peso de la tara con el material seco.

Ensayo de Concreto Fresco y Llenado de Probetas (Patrón)

Slump (ASTM C143 / NTP 339.035)

La muestra de concreto recién mezclado se coloca y compacta con una varilla metálica (chuceo) en un molde con forma de cono trunco (con medidas normalizadas). Se coloca en tres capas cada una con 25 golpes.

El molde se levanta y el concreto fluye. La distancia vertical entre la posición original (el tamaño del molde) y la desplazada producto del asentamiento del centro de la superficie superior del concreto es medida y registrada como el asentamiento del concreto,

Peso Unitario y contenido de aire (ASTM C138 / NTP 339.046)

Se tomó una muestra representativa de concreto recién mezclado con una cuchara metálica y se llenó un recipiente cilindro metálico con tres capas de igual espesor, sobrellenado ligeramente la última capa. Cada capa se compacto con 25 golpes de varilla, distribuyendo uniformemente las penetraciones en toda la sección del molde. Se compacto la capa inferior en todo su espesor, sin compactar en el fondo del recipiente con la barra compactadora. De igual forma se compactó la segunda y tercera capa penetrando una pulgada aproximadamente (25 mm) en la capa anterior.

Para evitar que las burbujas de aire queden atrapadas en el interior de la muestra, se golpeó firmemente los lados del molde de 10 a 15 veces con un mazo de caucho después de compactar cada capa y se enraso el concreto sobrante utilizando la varilla metálica apoyada sobre el borde superior del recipiente, limpiando a su vez el exceso de mortero en dicho borde.

Finalmente se pesó el molde lleno de concreto para los cálculos respectivos.

Desencofrado y curado de cilindros de concreto

Se han utilizado probetas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, los moldes se limpiaron y se les coloco petróleo para su mejor manejo al momento de desencofrar.

Para cada ensayo se elaboraron 3 testigos por cada diseño según la norma ASTM C31 / NTP 339.033.

Una vez realizada la mezcla, se procedió a vaciarla en los moldes con las dimensiones antes indicadas, este vaciado se hizo en tres capas; la primera se vació hasta llegar a 1/3 del molde y se compacto con 25 golpes, posteriormente se vació la siguiente capa y se compactó asegurándose que los golpes no llegaran a la primera capa, finalmente se añadió la tercera capa hasta rebosar el molde y se repitió el proceso de compactación para posteriormente enrasarlo. Se desencofro a las 24 horas de realizados los especímenes de concreto, los cuales fueron curados en una poza a temperatura $23^{\circ}\text{C} \pm 2$ según norma ASTM C31 / NTP 339.183.

Propiedades físicas de la Viruta Metálica

Granulometría de la viruta metálica:

Viruta Metálica: Se tomó 1435.8 gr de la muestra por cuarteo, la cual se pasó por el juego de tamices según la Norma ASTM C136, posteriormente se registró los pesos retenido en cada malla, para finalmente los datos sean procesados.

Peso Unitario y contenido de vacíos la viruta metálica

Peso Unitario Suelto: Se llenó el recipiente el cual se le conoce el volumen hasta rebosar, descargando la viruta a una altura no mayor de 5 cm, y se registró su peso.

Peso Unitario Compactado: Se llenó 1/3 del recipiente con la viruta metálica, se compacto con 25 golpes y se repitió el procedimiento a los 2/3 y al tope del recipiente, enrasándolo; luego se procedió a registrar el peso de la viruta metálica compactada.

Peso Específico y Absorción de la viruta metálica

Se tomó una muestra de la viruta metálica, y se la dejó sumergida en agua durante 24 horas a una temperatura ambiente con el objetivo de saturar los poros. Pasado ese tiempo se escurrió teniendo cuidado de no perder material y se dejó secar hasta que el material este suelto.

Luego se tomó el molde cónico, el cual se llenó de viruta metálica y se aprisiono con 25 caídas del compactador desde una altura aproximada de 5mm, luego se alzó el molde verticalmente y se verifico si el cono se mantiene firme; si esto ocurre se continua con la operación de secado hasta que el cono se derrumbe ligeramente al retirar el molde, lo que indicará que la muestra ha alcanzado la condición de superficie seca. Posteriormente se llenó un picnómetro con agua, se pesó, se le boto un poco de agua, se introdujo la viruta metálica, y se le añadió agua gradualmente hasta llenar la totalidad del picnómetro, removiendo la muestra para eliminar las burbujas.

Se pesó el picnómetro con la viruta metálica y el agua. Posteriormente se sacó la muestra del instrumento y se dejó secar a una temperatura entre 100 y 110°C para luego registrar su peso.

Contenido de Humedad de la viruta metálica

El ensayo consistió en determinar la humedad que tiene en ese momento la viruta metálica, la cual comencé en pesar la tara y luego se le agrega una proporción de viruta metálica. A continuación, se lleva la muestra a una estufa eléctrica por 24h. Una vez seco la viruta metálica, se retira y se deja enfriar para después tomar el peso de la tara con la viruta metálica seca.

Ensayo de concreto fresco y llenado de probetas (experimental 10%)

Slump (ASTM C143 / NTP 339.035)

La muestra de concreto recién mezclado se coloca y compacta con una varilla metálica (chuceo) en un molde con forma de cono tronco (con medidas normalizadas). Se coloca en tres capas cada una con 25 golpes.

El molde se levanta y el concreto fluye. La distancia vertical entre la posición original (el tamaño del molde) y la desplazada producto del asentamiento del centro de la superficie superior del concreto es medida y registrada como el asentamiento del concreto.

Peso Unitario y contenido de aire (ASTM C138 / NTP 339.046)

Se tomó una muestra representativa de concreto recién mezclado con una cuchara metálica y se llenó un recipiente cilindro metálico con tres capas de igual espesor, sobrellenado ligeramente la última capa. Cada capa se compacta con 25 golpes de varilla, distribuyendo uniformemente las penetraciones en toda la sección del molde. Se compacta la capa inferior en todo su espesor, sin compactar en el fondo del recipiente con la barra compactadora. De igual forma se compactó la segunda y tercera capa penetrando una pulgada aproximadamente (25 mm) en la capa anterior.

Para evitar que las burbujas de aire queden atrapadas en el interior de la muestra, se golpeó firmemente los lados del molde de 10 a 15 veces con un mazo de caucho después de compactar cada capa y se enrasó el concreto sobrante utilizando la varilla metálica apoyada sobre el borde superior del recipiente, limpiando a su vez el exceso de mortero en dicho borde.

Finalmente se pesó el molde lleno de concreto para los cálculos respectivos.

Desencofrado y curado de cilindros de concreto

Se han utilizado probetas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, los moldes se limpiaron y se les colocó petróleo para su mejor manejo al momento de desencofrar.

Para cada ensayo se elaboraron 3 testigos por cada diseño según la norma ASTM C31 / NTP 339.033.

Una vez realizada la mezcla en donde se añadió la viruta metálica, se procedió a vaciarla en los moldes con las dimensiones antes indicadas, este vaciado se hizo en tres capas; la primera se vació hasta llegar a 1/3 del molde y se compactó con 25 golpes, posteriormente se vació la siguiente capa y se compactó asegurándose que los golpes no llegaran a la primera capa, finalmente se añadió la tercera capa hasta rebosar el molde y se repitió el proceso de compactación para posteriormente enrasarlo. Se desencofro a las 24 horas de realizados los especímenes de concreto, los cuales fueron curados en una poza a temperatura $23^{\circ}\text{C} \pm 2$ según norma ASTM C31 / NTP 339.183.

Ensayo Resistencia a la Compresión

La resistencia a la compresión se calcula a partir de la carga de ruptura dividida por el área de la sección que resiste a la carga y se reporta en unidades de libra-fuerza por pulgada cuadrada (psi).

Luego se anota los datos para ser procesador

RESULTADOS

Tabla 15: Características Físicas mecánicas de la viruta metálica.

Materiales y ensayo	resultados
P. Especifico de la masa de la viruta metálica	6.198 gr/cm ³
Peso Unitario Seco Suelto de la viruta metálica	1527kg/m ³
Peso Unitario Seco Compactado de la viruta metálica	1957kg/m ³
Contenido de humedad de la viruta metálica	0.00%
Absorción de la viruta metálica	0.00%
Módulo de fineza de la viruta metálica	2.86''

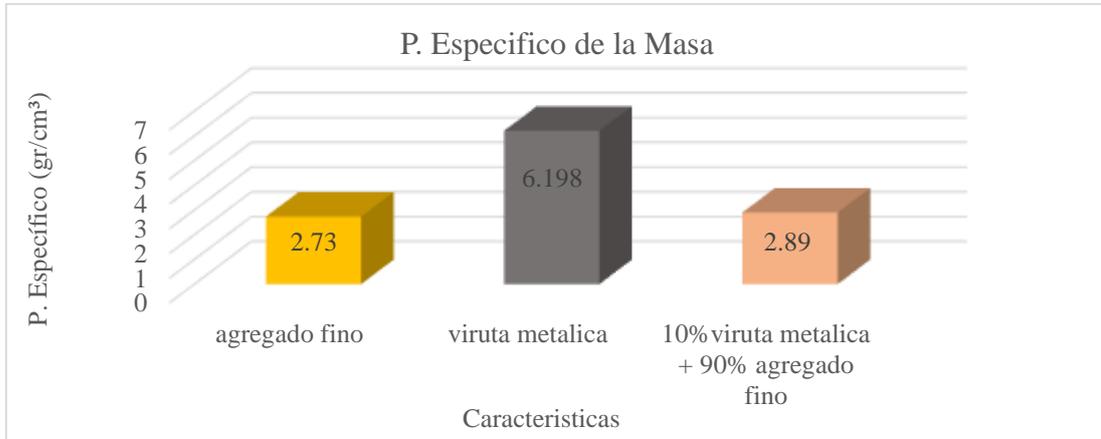
Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la USP

Tabla 16: Características Físicas de los agregados gruesos, finos y con la sustitución de 10% de viruta.

Materiales y ensayo	resultados
Procedencia del cemento	Pacasmayo
Tipo de cemento	1
P. Especifico del cemento	3.12 gr/cm ³
Agua	potable de la zona
P. Especifico de la masa de agregado fino	2.73 gr/cm ³
Peso Unitario Seco Suelto de agregado fino	1592kg/m ³
Peso Unitario Seco Compactado de agregado fino	1781kg/m ³
Contenido de humedad de agregado fino	0.41%
Absorción de agregado fino	0.81%
Módulo de fineza de agregado fino	2.61
P. Especifico de la masa de agregado grueso	2.80 gr/cm ³
Peso Unitario Seco Suelto de agregado grueso	1373kg/m ³
Peso Unitario Seco Compactado de agregado grueso	1529kg/m ³
Contenido de humedad de agregado grueso	0.54%
Absorción de agregado grueso	1.13%
Tamaño máximo nominal del agregado grueso	3/4''
P. Especifico de la masa de 10% viruta metálica + 90% agregado fino	2.89 gr/cm ³
Peso Unitario Seco Suelto de 10% viruta metálica + 90% agregado fino	1585kg/m ³
Peso Unitario Seco Compactado de 10% viruta metálica + 90% agregado fino	1798kg/m ³
Contenido de humedad de 10% viruta metálica + 90% agregado fino	0.41%
Absorción de 10% viruta metálica + 90% agregado fino	0.73%
Módulo de fineza de 10% viruta metálica + 90% agregado fino	2.64

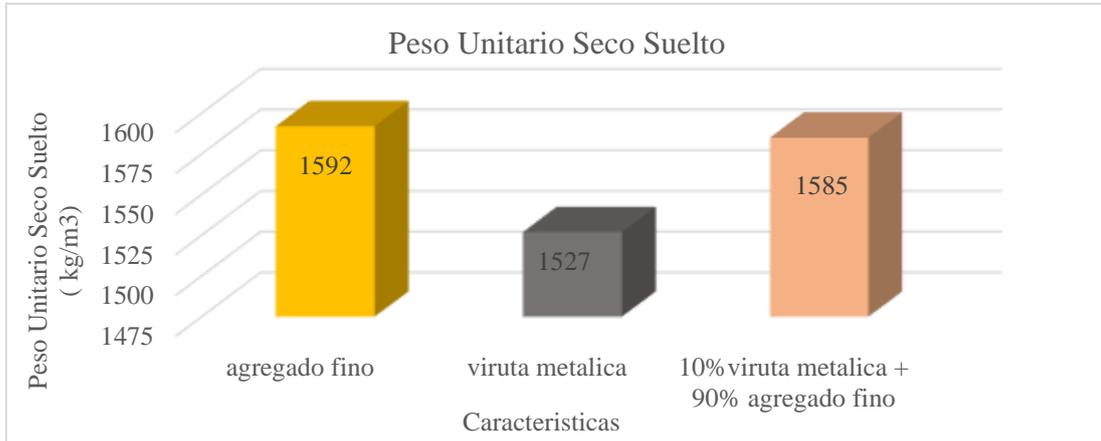
Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la USP

Gráfica N°1: Características Físicas de Peso Específico de los Agregados Finos



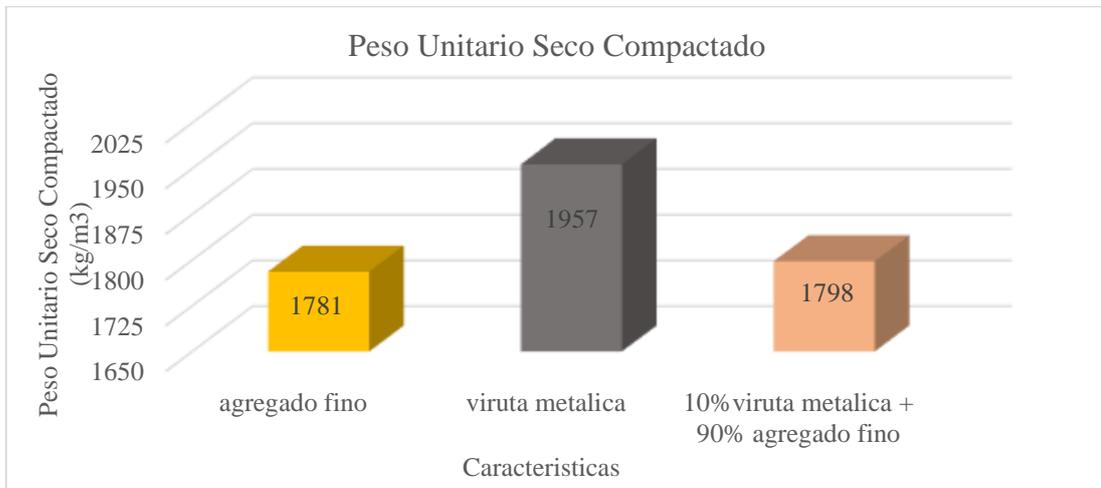
Fuente: Elaboración propia 2018

Gráfica N°2: Características Físicas de Peso Unitario Suelto de los Agregados Finos



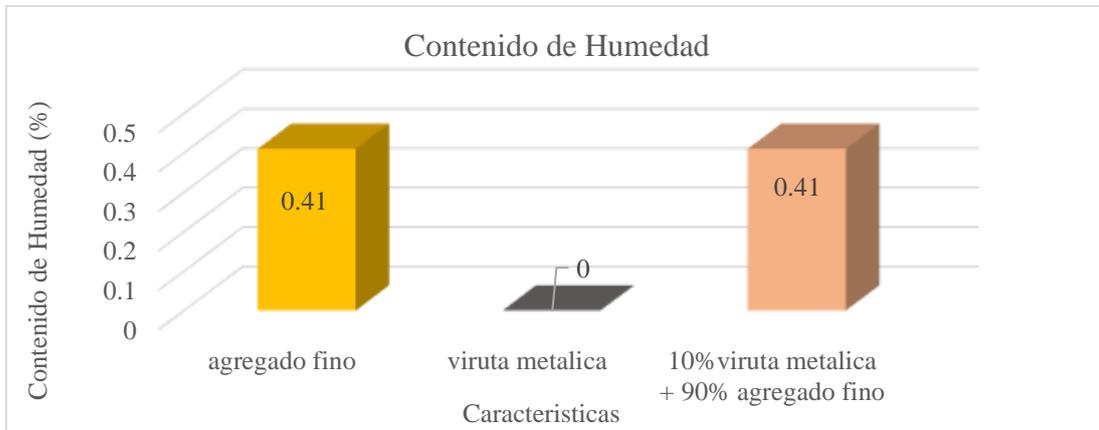
Fuente: Elaboración propia 2018

Gráfica N°3: Características Físicas de Peso Unitario Compactado de los Agregados Finos



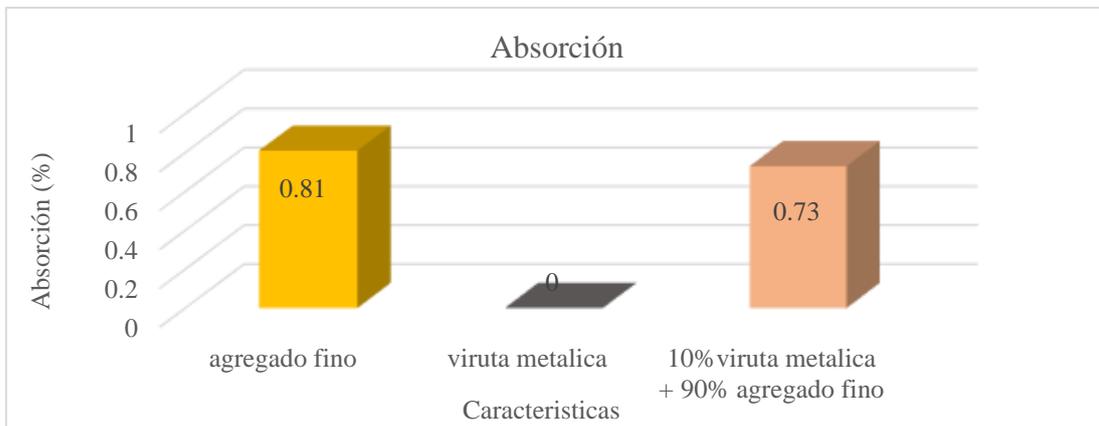
Fuente: Elaboración propia 2018

Gráfica N°4: Características Físicas de Contenido de Humedad de los Agregados Finos



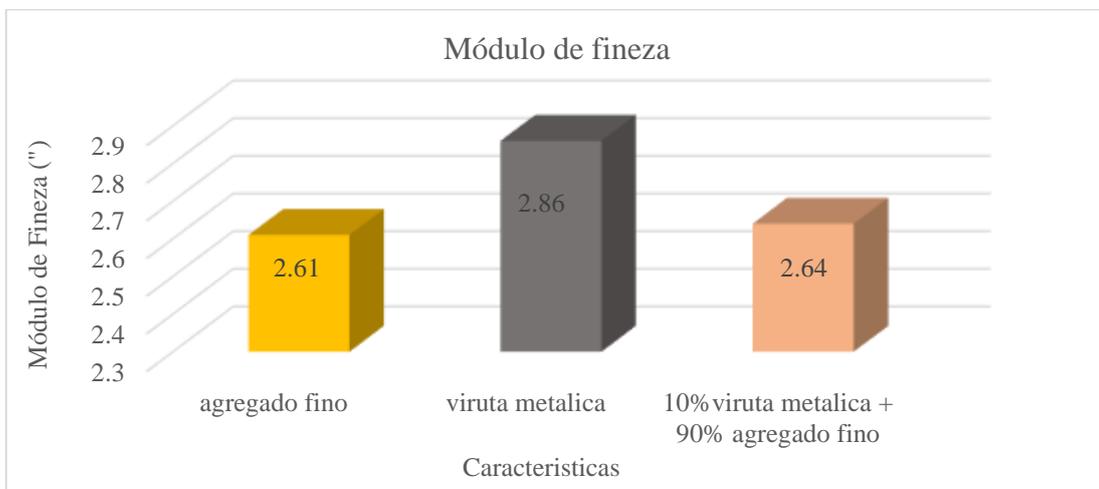
Fuente: Elaboración propia 2018

Gráfica N°5: Absorción de los Agregados Finos



Fuente: Elaboración propia 2018

Gráfica N°6: Módulo de Fineza de los Agregados Finos



Fuente: Elaboración propia 2018

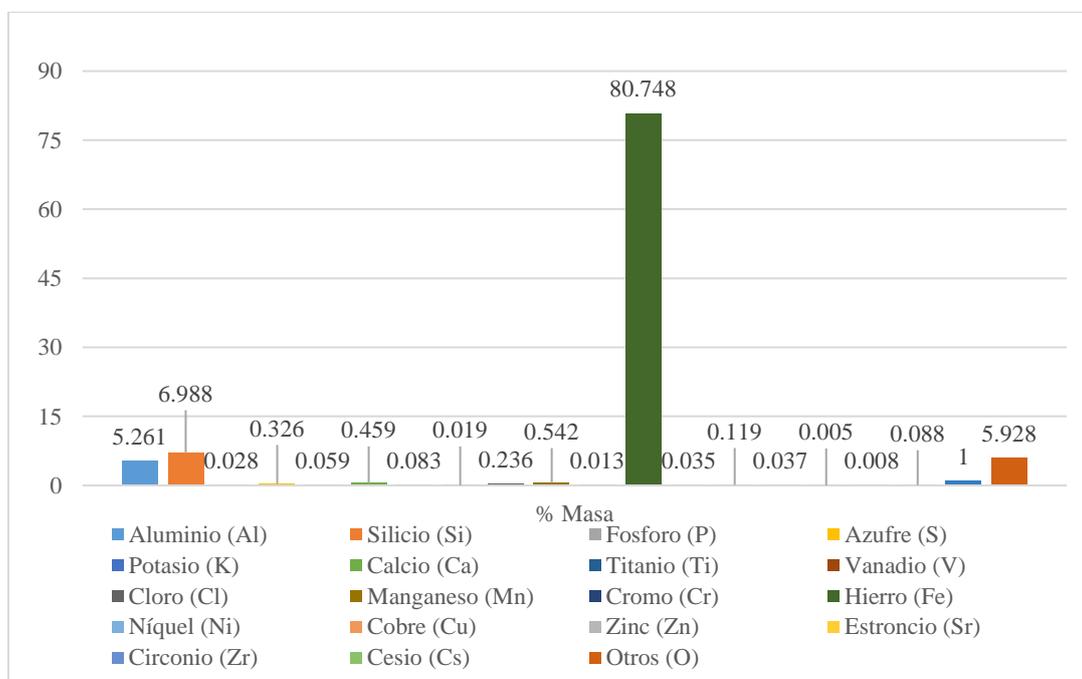
Resultados de la composición química de la viruta metálica usando el Método de Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X (FRX).

Tabla 17: Composición Química de la Viruta Metálica.

Elemento	% Masa
Aluminio (Al)	5.261
Silicio (Si)	6.988
Fosforo (P)	0.028
Azufre (S)	0.326
Potasio (K)	0.059
Calcio (Ca)	0.459
Titanio (Ti)	0.083
Vanadio (V)	0.019
Cloro (Cl)	0.236
Manganeso (Mn)	0.542
Cromo (Cr)	0.013
Hierro (Fe)	80.748
Níquel (Ni)	0.035
Cobre (Cu)	0.119
Zinc (Zn)	0.037
Estroncio (Sr)	0.005
Circonio (Zr)	0.008
Cesio (Cs)	0.088
Sub - Total	94.072
Otros (O)	5.928
Total	100

Fuente: Laboratorio de Arqueometría Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Gráfica N°7: Composición Química de la Viruta Metálica.



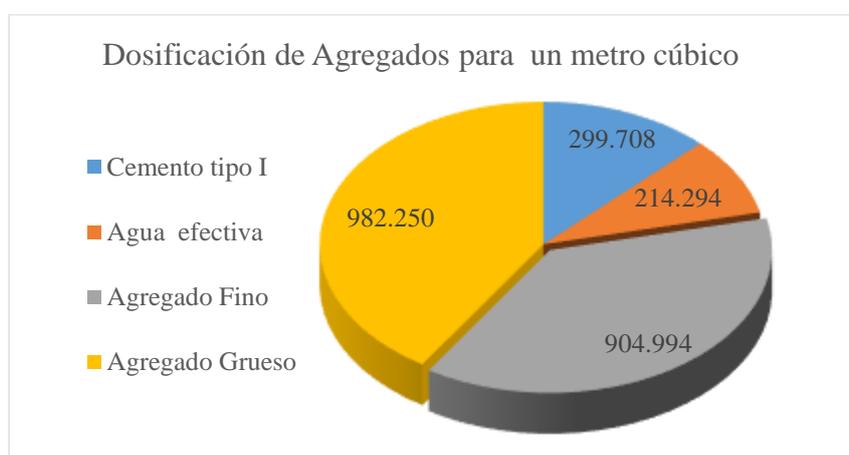
Fuente: Elaboración propia 2018

Tabla 18: Dosificación para la Mezcla de Diseño Patrón de Concreto.

Proporciones de agregado	cantidad
Cemento tipo I	299.708 kg/m ³
Agua efectiva	214.294 lt/m ³
Agregado Fino	904.994 kg/m ³
Agregado Grueso	982.250 kg/m ³

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro

Gráfica N°8: Dosificación para Diseño de Mezcla de Concreto Patrón



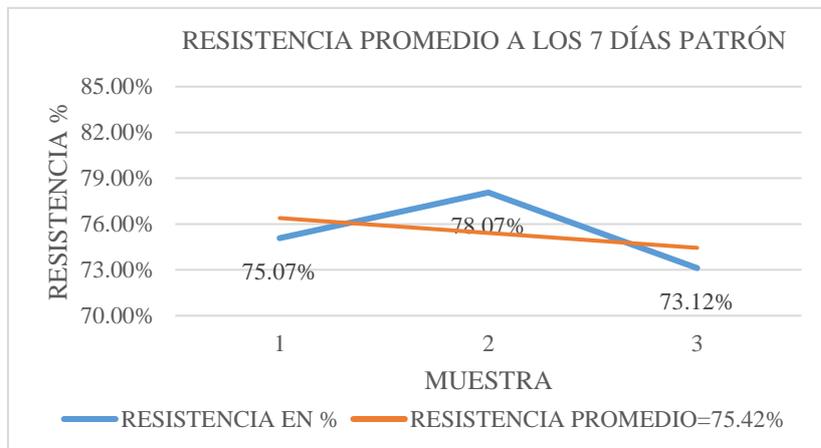
Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: Datos de Resistencia Patrón.

N° de muestra	N° Días (edades)	Peso	Diam. (ø)	Carga	Fc (Kg/Cm2)	Fc/F'c (%)	% Prom.
M1		13.65	15.20	28610	157.64	75.07%	
M2	7	13.60	15.15	29550	163.94	78.07%	75.42
M3		13.75	15.20	27860	153.54	73.12%	
M4		13.75	15.20	36410	200.65	95.55%	
M5	14	13.60	15.15	35290	195.77	93.22%	93.68
M6		13.80	15.20	35160	193.76	92.27%	
M7		13.65	15.25	38050	208.31	99.19%	
M8	28	13.80	15.15	39180	217.33	103.49%	101.98
M9		13.60	15.20	39350	216.85	103.26%	

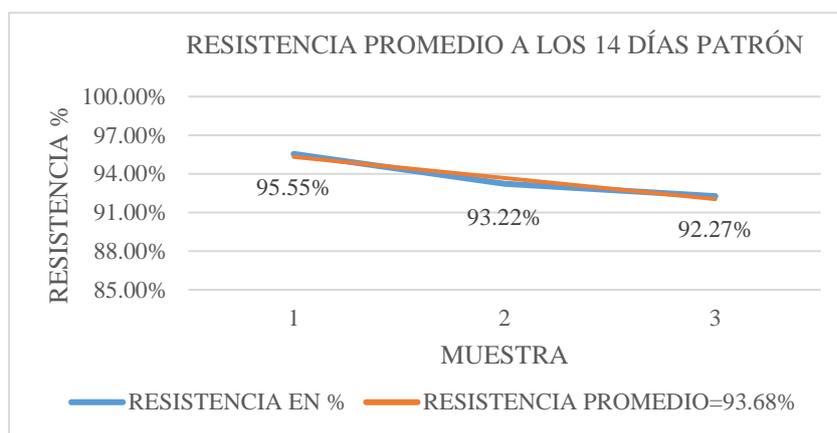
Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro

Gráfica N°9: Resistencia a la Compresión de Probetas Patrón, 7 Días.



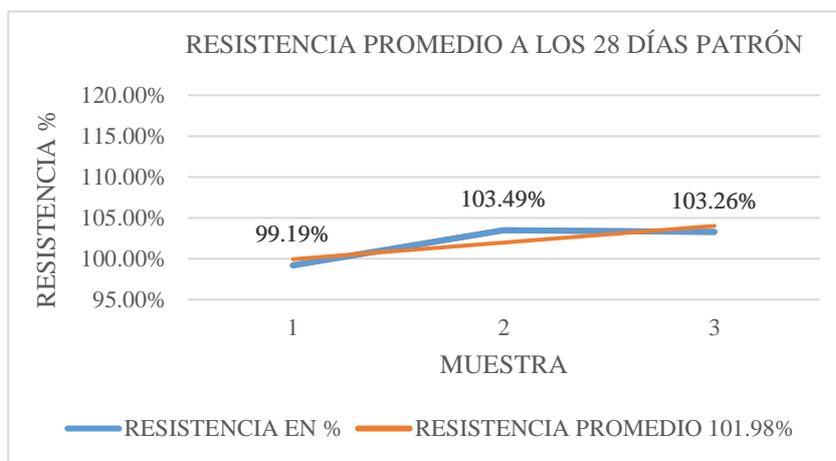
Fuente: Elaboración propia 2018

Gráfica N°10: Resistencia a la Compresión de Probetas Patrón, 14 Días.



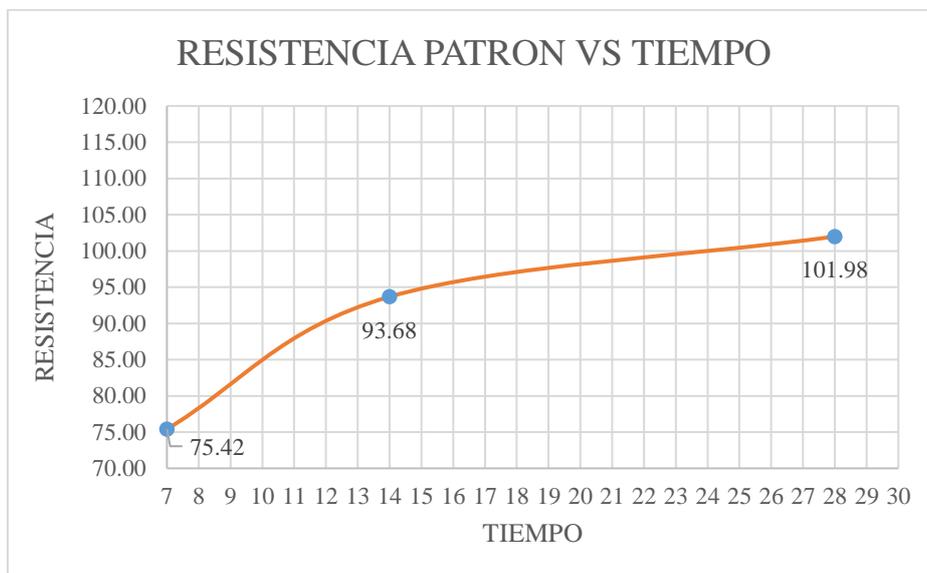
Fuente: Elaboración propia 2018

Gráfica N°11: Resistencia a la Compresión de Probetas Patrón, 28 Días.



Fuente: Elaboración propia 2018

Gráfica N°12: Resistencia a la Compresión en 7,14 y 28 Días.



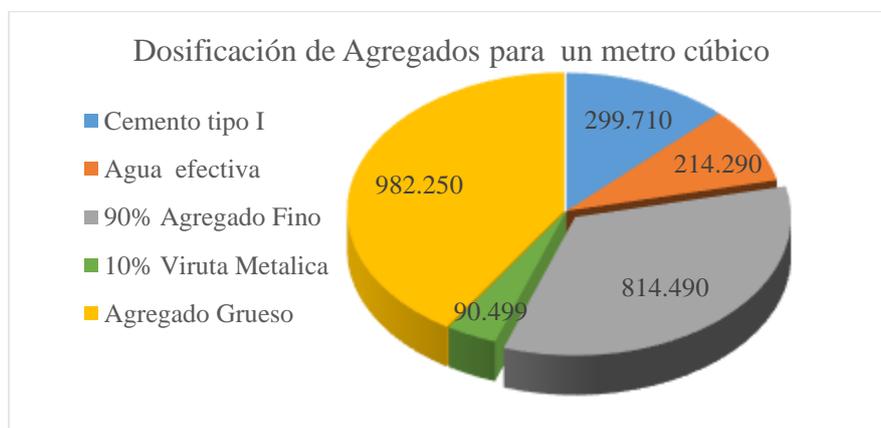
Fuente: Elaboración propia 2018

Tabla 20: Dosificación para la Mezcla de Diseño Experimental de Concreto.

Proporciones de agregado	cantidad
Cemento tipo I	299.710 kg/m ³
Agua efectiva	214.290 lt/m ³
90% Agregado Fino	814.490 kg/m ³
10% Viruta Metálica	90.499 kg/m ³
Agregado Grueso	982.250 kg/m ³

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro

Gráfica N°13: Dosificación para Diseño de Mezcla de Concreto Experimental



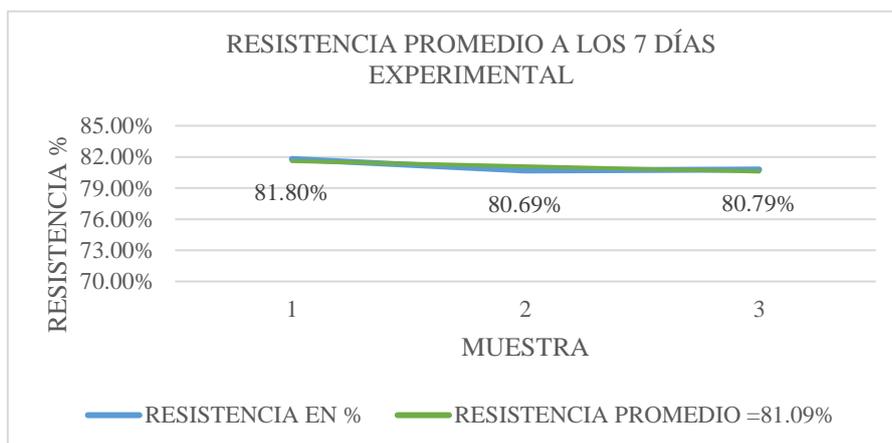
Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: Datos de Resistencia Experimental.

N° de muestra	N° Días (edades)	Peso	Diam. (∅)	Carga	Fc (Kg/Cm2)	Fc/F'c (%)	% Prom.
M1	7	13.65	15.15	30970.00	171.77	81.80%	81.09
M2		13.60	15.25	30950.00	169.45	80.69%	
M3		13.75	15.20	30790.00	169.66	80.79%	
M4	14	13.75	15.15	38460.00	213.35	101.60%	102.31
M5		13.60	15.20	38560.00	212.48	101.18%	
M6		13.80	15.20	39690.00	218.73	104.16%	
M7	28	13.65	15.25	40420.00	221.29	105.38%	107.61
M8		13.80	15.15	41230.00	228.70	108.90%	
M9		13.60	15.20	41360.00	227.93	108.54%	

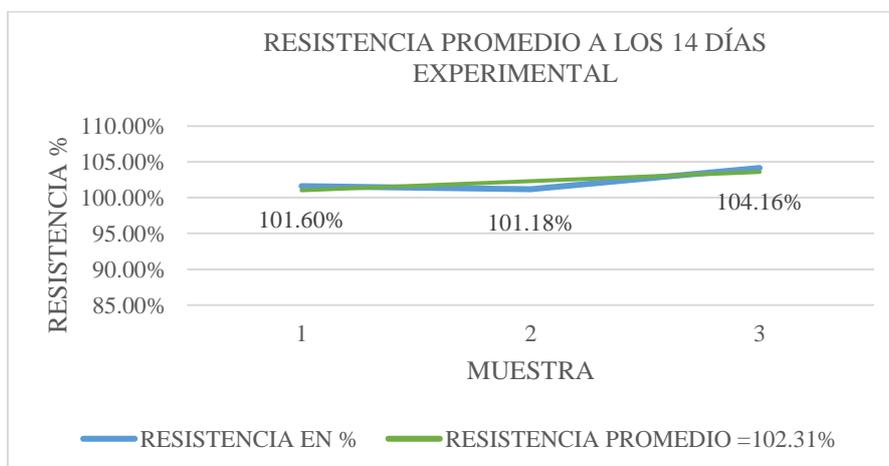
Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro

Gráfica N°14: Resistencia a la Compresión de Probetas Experimental, 7 Días.



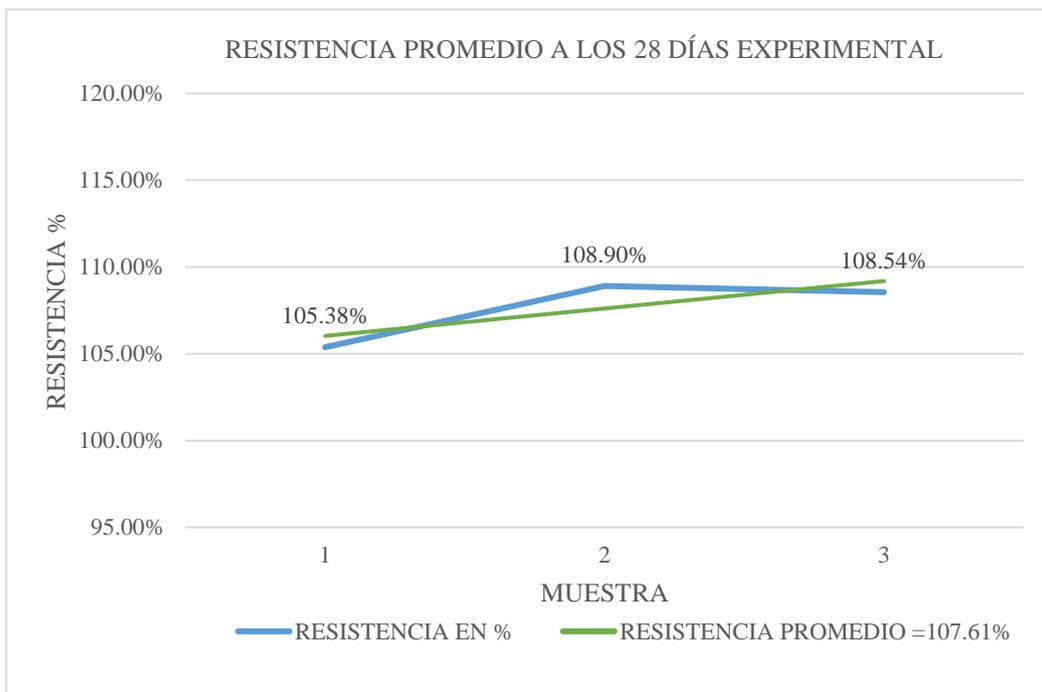
Fuente: Elaboración propia 2018

Gráfica N°15: Resistencia a la Compresión de Probetas Experimental, 14 Días.



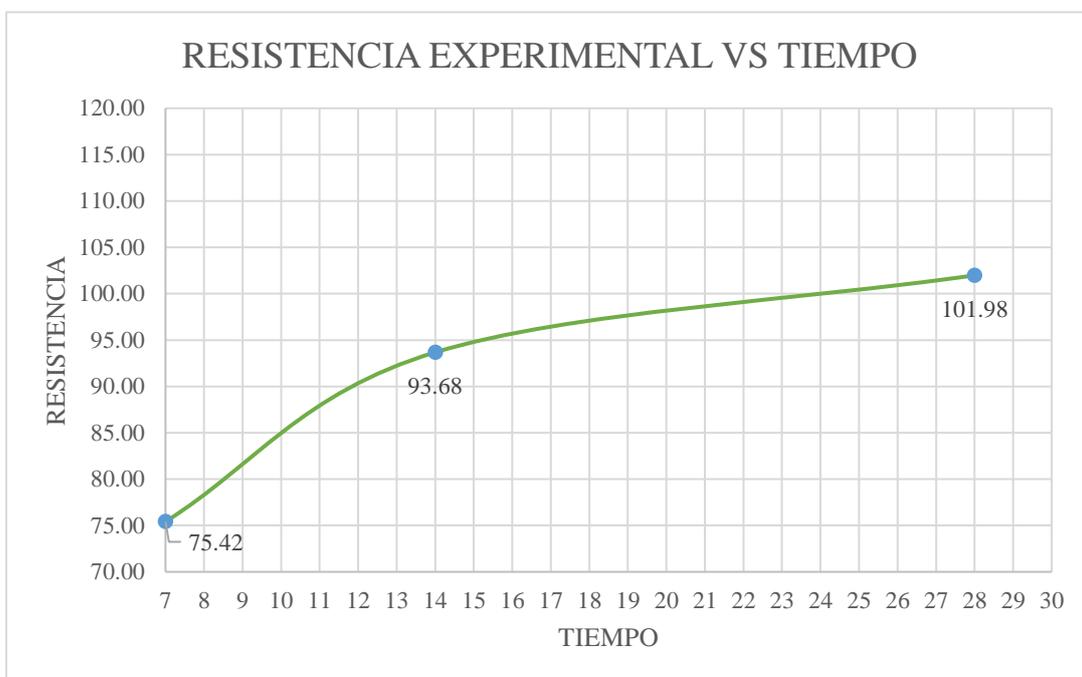
Fuente: Elaboración propia 2018

Gráfica N°16: Resistencia a la Compresión de Probetas Experimental, 28 Días.



Fuente: Elaboración propia 2018

Gráfica N°17: Resistencia a la Compresión Experimental en 7,14 y 28 Días.



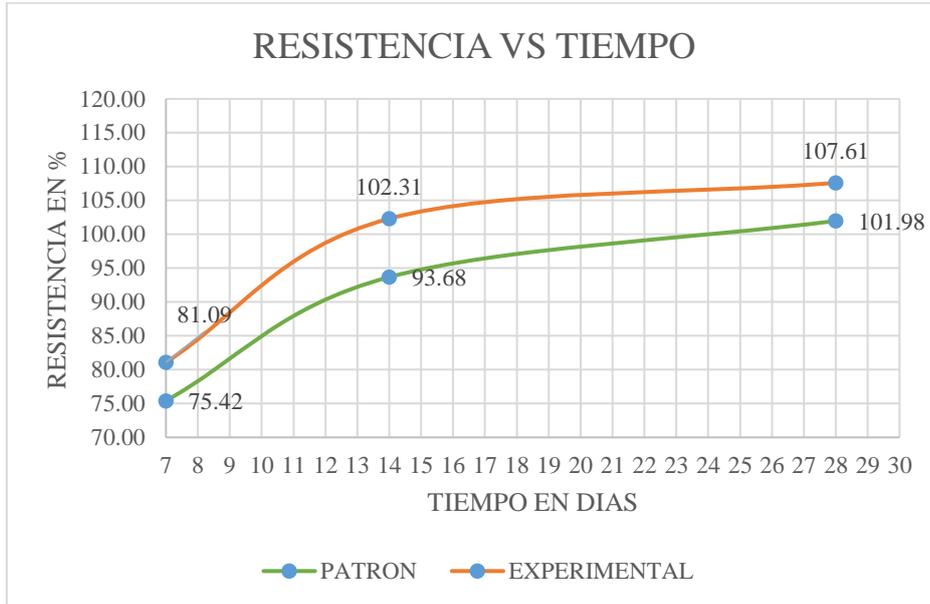
Fuente: Elaboración propia 2018

Tabla 22: Datos de Resistencia a la Compresión y en Cuanto Aumento por 7, 14 y 28 Días

dia	PATRÓN f'c/f'c (%) prom	EXPERIMENTAL f'c/f'c (%) prom	AUMENTO POR DIA (%)
7	75.42	81.09	5.68
14	93.68	102.31	8.63
28	101.98	107.61	5.62

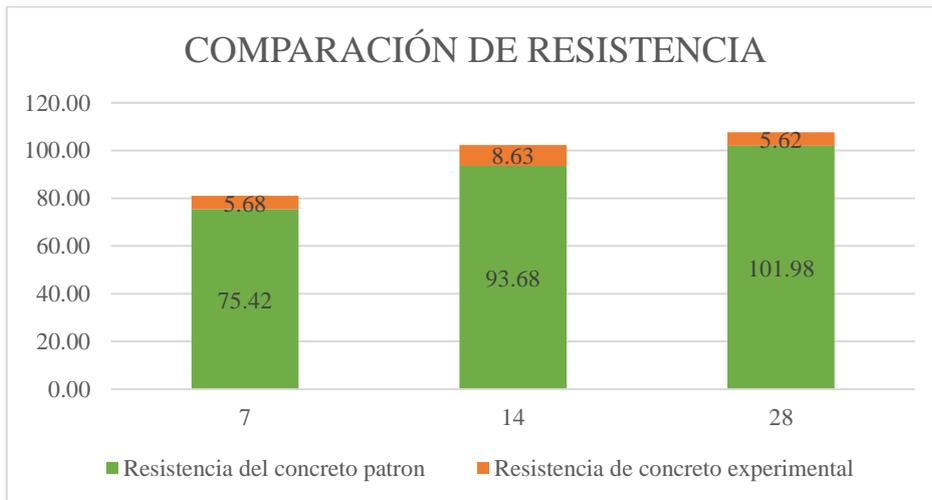
Fuente: Elaboración propia 2018

Gráfica N°18: Comparación de Resistencia a la Compresión Experimental y Patrón en 7,14 y 28 Días.



Fuente: Elaboración propia 2018

Gráfica N°19: Verificación del Aumento de Resistencia a la Compresión en 7,14 y 28 Días.



Fuente: Elaboración propia 2018

PRUEBAS ESTADÍSTICAS

Tabla 23: Resistencias a la compresión de las probetas de concreto con la sustitución de agregado fino por un porcentaje de viruta metálica, según días de curado.

Días de curado	Resistencia de concreto con sustitución de agregado fino por viruta metálica	
	Patrón	10%
7	158,37	170,29
14	196,73	214,85
28	214,16	225,97

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio de la USP

En la tabla 23 se puede apreciar que las resistencias a la compresión de las probetas son mayores a los 28 días de curado y menores resistencias de presenta a los 7 días de curado.

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad con Shapiro – Wilk ($p > 0.05$ para el patrón y el experimental) y homogeneidad de varianzas (Contraste de Levene, con $p = 0.896$ y $p > 0.05$) de las resistencias medias obtenidas en las probetas para cada tratamiento (sustitución de agregado fino por viruta metálica) se procedió a realizar la prueba ANOVA

Tabla 24: Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de las probetas.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Sustitución de agregado fino	291,904	1	291,904	44,754	,022
Días de curado	3352,732	2	1676,366	257,019	,004
Error	13,045	2	6,522		
Total	3657.680	5			

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio de la USP

En la tabla 24: se puede visualizar que para la sustitución de agregado fino por viruta metálica el $p\text{-value} > \alpha$ ($0.022 < 0.05$) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para rechazar la hipótesis nula (H_0 : Resistencias medias iguales). Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia las resistencias medias en kg/cm² logradas en las probetas, con sustitución del agregado fino por viruta metálica (Patrón y 10%) son diferentes.

También se tienen que para los días de curado $p\text{-value} < \alpha$ ($0.004 < 0.05$) entonces podemos decir que las resistencias medias de las probetas son diferentes a consecuencias de los días de curado.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

La discusión de los resultados obtenidos de la investigación realizada, Puede incluir el comentario de las técnicas más apropiadas, empleadas para la obtención de resultados:

De acuerdo a los antecedentes, se corrobora que, al sustituir el agregado fino por viruta metálica, aumenta la resistencia del concreto con respecto del patrón.

De acuerdo a las características físicas mecánicas de la viruta metálica de la tabla n°15 y 16, se analizó que es un material que no absorbe agua, por tanto el contenido de humedad es cero, pero en cuanto a su peso específico de la viruta metálica, se analizó que es 6.198 mientras que del agregado fino es 2.73, estos resultados nos hace analizar que la viruta metálica ocupa 3.468 de volumen más que el agregado fino por lo cual el peso de probetas experimentales varían con respecto a las probetas de concreto patrón.

Con respecto a los resultados del Análisis de la Composición Química de la viruta metálica, se analizó Mediante El método de Espectrometría de Fluorescencia de Energía Dispersiva Rayos X, se registran los componentes químicos de la viruta metálica de la tabla n°17, el cual tiene el Hierro (Fe) en un 80.748% en mayor cantidad lo cual aporta al concreto una mayor la resistencia a la flexión, ductibilidad, tenacidad, resistencia a la fatiga y al impacto.

Con respecto a la relación agua – cemento, las proporciones varían para el concreto patrón 0.684 y para el concreto experimental 0.760, esto debido a las propiedades de la viruta metálica, por ser un material que no contiene ni absorbe agua.

Finalmente, al analizar los resultados de la tabla n°22, se entiende que la resistencia a la compresión de las probetas experimental es superior a la del patrón en los 7, 14 y 28 días, teniendo como resultados 5.68% en 7 días, 8.63% en los 14 días y 5.62% en los 28 días de curado.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados y análisis, se concluye que las propiedades mecánicas de la viruta metálica es un material que no contiene ni absorbe agua, pero si ocupa 3.468 de peso específico más que el agregado fino.

Del análisis de la composición química de la viruta metálica, se puede concluir que la viruta metálica tiene el Hierro (Fe) 80.748%, Silicio (Si) 6.988% y Aluminio (Al) 5.261%, como componentes más representativos del objeto de estudio y que el aporte del hierro (Fe) es de brindar aleaciones y grado de dureza, en cuanto a su uso en el concreto, reduce asentamiento, genera fraguados más lentos, otorga mayor resistencia a la flexión, ductilidad, resistencia a la fatiga, y al impacto. El Silicio (Si) influye positivamente en el concreto, la eliminación y oclusión de la porosidad, proporciona una ganancia de resistencia gradual, menor relación agua cemento. El aluminio (Al) no participa prácticamente en la resistencia mecánica, su presencia se debe a la necesidad de utilizar fundentes que contienen hierro, tiene calor de hidratación bajo.

La relación agua cemento utilizada para realizar el diseño de mezcla de la probeta patrón fue de $a/c=0.684$ y al sustituir al agregado fino en 10% por viruta metálica fue $a/c = 0.760$ concluyendo que a pesar que la viruta no contiene agua ni absorbe, al sustituir al agregado fino por 10% de la viruta metálica, esta aumenta su relación a/c en 0.760.

Se concluye que las muestras experimentales con la sustitución de 10% viruta metálica logro superar a la probeta de la resistencia patrón, está en un orden de 5.68%, 8.63% y 5.62% por encima con respecto al patrón de los 7, 14 y 28 días.

Se cumple parcialmente con la hipótesis planteada, la sustitución del agregado fino en 10% por viruta metálica incrementa la resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm² a edades de 7,14 y 28 días como muestra la tabla n°22 y grafico n° 18 y 19.

RECOMENDACIONES

Estudiar el comportamiento del concreto a edades mayores para observar cuál es su resistencia.

Controlar las características de los agregados utilizados en la fabricación del concreto, pues son un factor muy influyente en el comportamiento del concreto.

Se recomienda analizar las propiedades mecánicas de la viruta sustituyendo con diferentes porcentajes al agregado fino.

Evaluar el desempeño de las probetas en la resistencia a la tracción y flexión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A.C.I. (1981). *Manual of Concrete of Practice*. American Concrete Institute.

Arana, R. (s.f). *Diseño de mezclas*. Lima, Perú.

Delgado,R. & Rafael, A. & Darío, E. (2008). *Mejoramiento de la resistencia a la Flexión del Concreto con adición de viruta de acero a porcentajes de 6, 8, 10, 12 y 14% respecto al agregado fino de la mezcla*. Bucaramanga, Colombia.

García, H. (2008). *Mejoramiento del concreto con adición de viruta de acero con porcentajes de 12% y 14% respecto al agregado fino de la mezcla*. Bucaramanga, Colombia.

García, H. & Sarmiento, J. (2008). *Mejoramiento de un concreto de 3000 psi con adición de viruta de acero con porcentajes de 6%, 8% y 10% respecto al agregado fino*. Bucaramanga, Colombia.

Gonzales, M. (1962). *Tecnología del concreto diseño de mezclas*. Lima, Perú.

Guzmán, M. (2001). *Beneficio del uso de agregados no convencionales en mezclas de concreto*. Colombia.

Huerta, C. (2013). *Diseño de mezclas de concreto*. Lima, Perú.

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2014). Cajamarca.

Jara, F. (2016). *Influencia en la resistencia del concreto al incorporar parcialmente ceniza de cascara de arroz por cemento portland*.

Marrufo, J.(2015). *Influencia en la resistencia del concreto al incorporar parcialmente ceniza de arroz por cemento portland*.

NRMCA (2015) *Concreto en la Práctica– Publicación electrónica*

<http://www.nrmca.org/aboutconcrete/cips/CIP35es.pdf>

NTP 339.183 Practica Normalizada para Elaboración y curado de especímenes de concreto en Laboratorio

Pasquel, E. (1998). *Tópicos de Tecnología de Concreto*. Lima, Perú.

Reglamento Nacional de Edificaciones (2006)

Reyes, J. & Rodríguez, Y.(2010). *Análisis de la resistencia a la compresión del concreto con la incorporación de limalla fina en un 3%, 4% y 5% respecto al peso de la mezcla*. Bucaramanga, Colombia.

Rivva, E. (2007). *Diseño de Mezclas (Segunda Edición)*. Lima, Perú.

Rodriguez, H. (2013). *Estudio de la Resistencia a compresión de mezclas de concreto*. Venezuela.

Standard Specification for steel Fiber – Reinforced Concrete. ASTM A 820 International.

Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete. C 143 – 90 a - ASTM International.

Standard Test Method for Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate. C 127- 93 - ASTM International.

Standard Test Method for Specific Gravity and Absorption of Fine Aggregate. C 128- 93 - ASTM International.

Standard Test Method for Temperature of Freshly Mixed Hydraulic -cement concrete C 1064- 93 - ASTM International.

Standard Test Method for Unit Weight and Voids in Aggregate. C 29/C 29 M - 91- ASTM International.

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens C 39 – 94 - ASTM International.

Standard Specification for Concrete Aggregates C 33 - 07- ASTM International.

Standard Test Method for Density (unit weight), Yield and Air Content (gravimetric) of Concrete C 138 – 92 - ASTM International.

Standard Test Method for Organic Impurities in Fine Aggregates. C 40 – 92 - ASTM International.

Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine. C 131 - 97- ASTM International.

Standard Test Method for sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates. C 136 – 93 - ASTM International.

Valencia, P. & Quintana, C. (2016). *Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 10% y 14%. Respecto al agregado fino* Bogotá, Colombia.

Vásquez. V. (2015). *Comparación de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² patron y concreto con adición de agua en diferentes porcentajes.*

AGRADECIMIENTOS

A Dios:

Por darme la vida, por guiar mis pasos, por haberme dado una familia hermosa y poner buenos amigos en mí camino y haberme permitido alcanzar esta meta.

A mis Padres:

Por su amor incondicional, por sus consejos, su apoyo, disciplina y todo el sacrificio que realizaron para forjarme. Los amo y agradezco mucho.

A mis hermanos y familiares

Por estar siempre conmigo en todo momento, gracias por estar ahí alegrando mi vida y llenando de felicidad y por todo su apoyo en mi carrera.

A la universidad San Pedro

Por mi formación profesional y apoyo de todos los técnicos de laboratorio

A mi Asesor

A mi Asesor de tesis, Ing. Flores Reyes Gumercindo por su esfuerzo y dedicación, quien, con sus conocimientos, experiencia, visión crítica, consejos, paciencia y motivación ha logrado que pudiese terminar con éxito el presente proyecto.

Espinoza Portal Evelin Rosario

ANEXOS Y APÉNDICE

Anexo 1: Composición Química de Viruta Metálica



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N°103-LAQ/2017

Análisis de una muestra de viruta metálica por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de viruta metálica a pedido de la Srta. Espinoza Portal, Evelyn Rosario, egresada de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Resistencia del Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con Sustitución del 10% del Agregado Fino por Viruta Metálica.”

La muestra está en forma de grano fino de color negro.

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 10 μA . Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°, distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 10 400 cts/s

Esta técnica permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de Z y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Mg ($Z=12$) no pueden ser registrados en el espectro.

La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos. Como consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la

Fuente: Laboratorio de Arqueometría Universidad Nacional Mayor de San Marcos



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene.

La presencia en el espectro de los rayos-X de oro dispersados por la muestra interfiere con la detección de los rayos-X característicos de elementos como germanio y selenio, a menos que se encuentren en altas concentraciones.

El análisis elemental de la muestra se hace primero de manera cualitativa para identificar la presencia de elementos en la muestra. Para el análisis cuantitativo se utiliza un programa que se basa en el método de parámetros fundamentales y simula todo el arreglo experimental incluyendo: composición elemental de la muestra, geometría experimental, distribución espectral de los rayos-X que emite la fuente y su interacción con la muestra y el proceso de detección. En esta etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X característicos que pudieron haber pasado inadvertidos en la parte cualitativa por superponerse a picos más intensos. Este programa se calibra usando una muestra de referencia certificada denominada "Suelo de San Joaquín" adquirida de la NIST.

Resultados.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de viruta metálica. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el intervalo de energías de 1 a 18 keV que es el intervalo de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos.

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los elementos presentes en la muestra. Es evidente que la muestra contiene hierro metálico con impurezas metálicas (Aprox 62% en total). La presencia de Si, P, S, K y Ca puede estar asociada parcialmente a la presencia de sus respectivos óxidos.

Para mayor detalle sobre la composición mineralógica de la muestra se sugiere que sea analizada por difracción de rayos-X.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decano de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Tabla 1. Composición elemental de la viruta metálica en % de masa.

Elemento	% masa
Al	5.261
Si	6.988
P	0.028
S	0.326
K	0.059
Ca	0.459
Ti	0.083
V	0.019
Cr	0.236
Mn	0.542
Cr	0.013
Fe	80.748
Ni ₂	0.035
Cu	0.119
Zn	0.037
Sr	0.005
Zr	0.008
Cs	0.088
Sub-Total	94.072
Otros (O)	5.928
Total	100.00

La suma en términos de contenido de elementos es algo menor que 100% indicando que la muestra pueda contener compuestos de Na y/o Mg que esta técnica no puede detectar, y/o existe un ligero error de calibración del instrumento.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

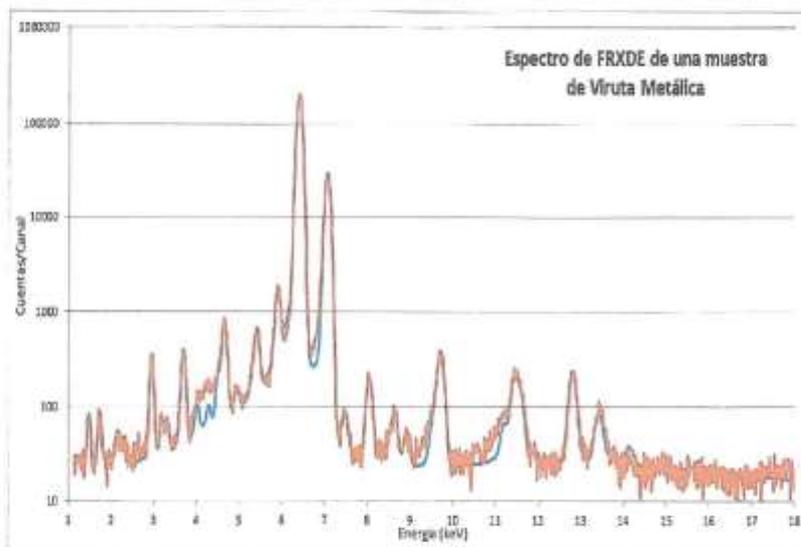


Figura 1. Espectro de FRXDE de una muestra de viruta metálica en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 11 de diciembre del 2017

Anexo 2: Diseño de Mezcla por el Método del ACI para una Resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ (Convencional)



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

DISEÑO DE MEZCLA

TÍTULO: BACH. TÉCNICA PORTALES VEHICULARES
 TEMA: RESISTENCIA DEL CONCRETO FC = 210 kg/cm² CON DISTRIBUCIÓN DEL TIPO DEL ARMADO Y NO REFORZADO METÁLICO
 LUGAR: CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SAICA - PERÚ
 FECHA: 2020/02/17

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm^2 , a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo "Pacasmayo"
- Peso específico 3.12

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.- Agregado Fino : **CANTERA : VESIQUE**

- Peso específico de masa 2.73
- Peso unitario suelto 1592 kg/m³
- Peso unitario compactado 1781 kg/m³
- Contenido de humedad 0.41 %
- Absorción 0.81 %
- Módulo de fineza 2.61

D.- Agregado grueso **CANTERA : RUBEN**

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso específico de masa 2.80
- Peso unitario suelto 1373 kg/m³
- Peso unitario compactado 1529 kg/m³
- Contenido de humedad 0.54 %
- Absorción 1.13 %



www.usanpedro.edu.pe Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B-5h - Chimbote -
 Cel. 990570837
 Email: imsyem@usanpedro.edu.pe

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelo Universidad San Pedro - Chimbote



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4" , el volumen unitario de agua es de 205 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.664

FACTOR DE CEMENTO

F.C. : $205 / 0.664 = 299.71 \text{ kg/m}^3 = 7.05 \text{ bolsas / m}^3$

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento	299.708	kg/m ³
Agua efectiva	214.294	lts/m ³
Agregado fino	904.994	kg/m ³
Agregado grueso	962.250	kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{299.71}{299.71} : \frac{904.994}{299.71} : \frac{962.25}{299.71}$$

$$1 : 3.02 : 3.25 : 30.39 \text{ lts / bolsa}$$

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$1 : 2.83 : 3.56 : 30.39 \text{ lts / bolsa}$$



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Departamento de Ingeniería de Suelos, Energía y Materiales
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE

Diseño de Mezcla Experimental



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

DISEÑO DE MEZCLA
(10% SUSTITUCION DEL AG. FINO)

SOLICITA : BACH. ESPINOZA PORTAL EVELIN ROSARIO
 TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO FC =210 KG/CM2 CON SUSTITUCION DEL 10% DEL AGREGADO FINO POR VIRUTA MI
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL BAYTA – ANCASH
 FECHA : 24/07/2017

ESPECIFICACIONES
 - La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
 - La resistencia en compresión de diseño promedio 210 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso específico 3.12

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.- Agregado Fino : **CANTERA : COISHCO-RUBEN**

- Peso específico de masa 2.73
- Peso unitario suelto 1592 kg/m³
- Peso unitario compactado 1781 kg/m³
- Contenido de humedad 0.41 %
- Absorción 0.81 %
- Módulo de fineza 2.61

D.- Agregado grueso **CANTERA : COISHCO-RUBEN**

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 1"
- Peso específico de masa 2.80
- Peso unitario suelto 1373 kg/m³
- Peso unitario compactado 1529 kg/m³
- Contenido de humedad 0.54 %
- Absorción 1.13 %



www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Cel. 990579937
 Email: imsyem@usanpedro.edu.pe

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelo Universidad San Pedro - Chimbote



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4".

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 1", el volumen unitario de agua es de 193 lt/m³.

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.760.

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0.096	
10% Viruta metálica.....	(m ³)	0.033	
Agua efectiva.....	(m ³)	0.205	
Agregado fino.....	(m ³)	0.297	
Agregado grueso.....	(m ³)	0.349	
Aire.....	(m ³)	0.020	
		<u>1.000</u>	m ³

PESOS SECOS

Cemento.....	299.71	kg/m ³
10% Viruta metálica.....	90.125	kg/m ³
Agua efectiva.....	205.00	lts/m ³
Agregado fino.....	811.13	kg/m ³
Agregado grueso.....	976.98	kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	299.71	kg/m ³
10% Viruta metálica.....	90.499	kg/m ³
Agua efectiva.....	214.29	lts/m ³
Agregado fino.....	814.49	kg/m ³
Agregado grueso.....	982.25	kg/m ³

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$\frac{299.71}{299.71}$	$\frac{90.499}{299.71}$	$\frac{814.49}{299.71}$	$\frac{982.25}{299.71}$	
1	: 0.3	: 2.72	: 3.28	32.31 lts / boisa



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Ing. Jorge Montañez Reyes
J.E.P.E.

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Cel. 990579937

Email: imsyem@usanpedro.edu.pe

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelo Universidad San Pedro - Chimbote



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO (ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH. ESPINOZA PORTAL EVELIN ROSARIO
 FECHA : RESISTENCIA DEL CONCRETO F-C 3210 KG/CM2 (CON SUS HILACIONES) 10% DEL AGREGADO FINO POR VIRUTA
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : VESIQUE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 26/10/2017

TAMIZ	Abert. (mm)	Peso retenido (gr.)	% rel. Parcial (%)	% rel. Acumu. (%)	% Que pasa (gr.)
N° 3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.75	2.6	0.4	0.4	99.6
N° 10	2.36	45.1	7.6	8.0	92.0
N° 15	1.18	140.4	23.6	31.7	68.3
N° 30	0.60	147.2	24.8	56.4	43.6
N° 60	0.30	106.6	17.8	74.2	25.8
N° 100	0.15	97.3	16.4	90.6	9.4
N° 200	0.08	37.9	6.4	97.0	3.0
PLATO ASTM C 117-04	18	3.0	100.0	0.0	
TOTAL		594.0	100.0		

PROPIEDADES FÍSICAS	
Módulo de Fineza	2.61

OBSERVACIONES:
 La muestra tomada identificada por el solicitante.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Cel. 990579937

Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelo Universidad San Pedro - Chimbote



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO
(ASTM C 136)**

SOLICITA: BACH. ESPERANZA FERRAL EVELIA (20080100000)
 TÍTULO: REQUISICIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS CON INSTRUCCIONES DEL BINDER AGREGADO FINO POR VIBRADA METALÚRGICA
 LUGAR: CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCOCHA
 CATEGORÍA: R-2000
 MATERIAL: REDERA CHIMBOTE S.A.
 FECHA: 26/10/2017

SIEVE	Aperturas (mm)	Peso retenido (g)	% de Pasado	% de Retenido	% de Retenido (g)
19"	4750	0.0	0.0	0.0	0.0
18"	3750	0.0	0.0	0.0	0.0
16"	2500	0.0	0.0	0.0	0.0
14"	1190	0.0	0.0	0.0	0.0
12"	850	0.0	0.0	0.0	0.0
10"	475	0.0	0.0	0.0	0.0
75"	75	0.0	0.0	0.0	0.0
60"	60	0.0	0.0	0.0	0.0
45"	45	0.0	0.0	0.0	0.0
30"	30	0.0	0.0	0.0	0.0
15"	15	0.0	0.0	0.0	0.0
7.5"	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0
4.75"	4.75	0.0	0.0	0.0	0.0
3.0"	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.5"	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
0.75"	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL		1253.6	100.0		

PROPIEDADES FÍSICAS	
Tamaño Máximo Nominal	19"
Módulo	100%
Agregado Grueso	
La muestra ensayada conformada por el subgrupo	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelo Universidad San Pedro - Chimbote



PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

TÍTULO: BACH. ESPESADORA DE AGREGADOS
 TEMA: VERIFICACIÓN DEL CONCRETO PULV. (VERIFICACIÓN DE SUSTANCIAS EN EL TERMO ELABORADO EN UN PRUEBA METRICA)
 LUGAR: CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCAHU
 CRISTINA VEGUE
 MATERIAL: ARENA GRUESA
 FECHA: 28/02/17

PESO UNITARIO BUELTO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde y contenido	700	690	710
Peso de molde	450	440	450
Peso de muestra	250	250	260
Volumen de molde	2700	2700	2700
Peso unitario (kg/m ³)	92.6	92.6	96.3
Peso unitario prom. (kg/m ³)	93.8		
ESTRUCTURA DE MATERIALES	7880		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde y contenido	650	640	660
Peso de molde	410	400	420
Peso de muestra	240	240	240
Volumen de molde	2700	2700	2700
Peso unitario (kg/m ³)	88.9	88.9	88.9
Peso unitario prom. (kg/m ³)	88.9		
ESTRUCTURA DE MATERIALES	1781		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA: BACH. EMPRESA PORTAL EVELIN ROSARIO
 TÍTULO: RESISTENCIA DEL CONCRETO FRC (CON FIBRAS DE CARBÓN) EN EL 1% DEL AGREGADO PARA VIGAS METÁLICAS
 LUGAR: CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SAITO - 400000
 CANTERA: AGOSCO
 MATERIAL: PIEDRA CONCRETO
 REDON: 20100011

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	5110	5090	5090
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	5090	4970	4970
Volumen de molde	9754	9754	9754
Peso unitario (kg/m ³)	5219	5105	5105
Peso unitario prom. (kg/m ³)	5107		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1079		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	5245	5260	5260
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	5125	5140	5140
Volumen de molde	9754	9754	9754
Peso unitario (kg/m ³)	5255	5270	5270
Peso unitario prom. (kg/m ³)	5272		
CORREGIDO POR HUMEDAD	9529		

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN AGREGADO FINO
(Según norma ASTM C-127)**

SOLICITA: DASHI ESPERANZA FERRER (0022100669)
 TÍTULO: MONITOREO DEL CONCRETO (C-100) (GRAN CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE REJES Y PROTECCIÓN EN CIMENTACIÓN)
 LUGAR: CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCAASHI
 CATEDRA: VEJAZO
 MATERIAL: ARENA CRUDA
 RÉGIMEN: 2019/01/17

A	Peso de material sólido (superfuerza seca) g	300.00	300.00
B	Peso de agregado + agua g	669.70	669.70
C	Volumen de agua + volumen de arena (A+B) cm ³	669.70	669.70
D	Peso de agregado + agua + material g	800.70	800.70
E	Volumen de agua + volumen de arena (C+D) cm ³	109.00	109.00
F	Peso de material seco saturado g	297.60	297.60
G	Volumen de agua (E-CAL) cm ³	106.60	106.60
H	P.e. Bulk (Base Seca) T ₂₀	2.730	2.730
I	P.e. Bulk (Base Saturada) A ₂₅	2.752	2.752
J	P.e. aparente (Base Seca) T ₂₀	2.792	2.792
K	Absorción (%) (D-44)(x100)	0.81	0.81

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.730
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.752
 P.e. aparente (Base Seca) : 2.792
 Absorción (%) : 0.81



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañas Reyes
 JEFE



**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO GRUESO
(Según norma ASTM C-127)**

SOLICITA: BACH. ESCUELA PROFESIONAL CIVIL INGENIARIO
 TÍTULO: RESISTENCIA DEL CONCRETO-F.C. QUÍMICO CON SUSTITUCIÓN DEL 10% DEL AGREGADO FINO POR VIRUTA METÁLICA
 LUGAR: CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANEXOS
 CÁRTERA: TUBERÍA
 MATERIAL: PIEDRA CHANCADA
 FECHA: 26/02/2011

1	Peso de material saturado supeño (sumado peso agua)	794.50	782.40
2	Peso de material saturado supeño (sumado peso agua)	514.00	506.20
3	Volúmen de agua + volúmen de arena (A-B)	280.50	275.20
4	Peso de material seco en agua	785.20	774.10
5	Volúmen de arena (C-A-D)	271.20	267.90
6	P.e. Bulk (Base Seca) DAC	2.789	2.803
7	P.e. Bulk (Base Saturada) AAC	2.832	2.833
8	P.e. Aparente (Base Seca) DVE	2.895	2.890
9	Absorción (%) (D-A)A100	1.18	1.07

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.801
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.833
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.892
 Absorción (%) : 1.13



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



CONTENIDO DE HUMEDAD ABRIGADO FINO
(ASTM D 2014)

SOLICITA: BACH. ESPINOSA PORTAL ESEDI N° 100810
TIPO: RESISTENCIA DEL CONCRETO FC 1970 APROX. CON SUITABILIDAD DEL TALUD DEL ANFITEATRO PARA UNA VISITA TECNICA.
LUGAR: CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ARECIPA
CANTIDAD: MEDIDA
MATERIAL: ARENA GRUESA
FECHA: 28/10/2017

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	997	975.2
TARA + SUELO SECO (gr)	903.5	927.1
PESO DEL AGUA (gr)	3.3	3.1
PESO DE LA TARA (gr)	163	209.1
PESO DEL SUELO SECO (gr)	830.5	762.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.42	0.41
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		0.41



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFC



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

**CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO
(ASTM D-7716)**

SOLICITA BACH. ESPINOZA PORTAL EVELIN ROSARIO
 TESIS RESISTENCIA DEL CONCRETO FC = 210 KG/CM2 CON SUSTITUCION DEL 10% DEL AGREGADO FINO POR VIRUTA METALICA
 LUGAR CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA RUBEN
 MATERIAL PIEDRA CHANCADA
 FECHA 25/10/2017

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	836.8	838.1
TARA + SUELO SECO (gr)	835	834.5
PESO DEL AGUA (gr)	1.8	1.6
PESO DE LA TARA (gr)	786.3	771.7
PESO DEL SUELO SECO (gr)	626.7	762.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.61	0.47
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.54	

 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Cel. 990579937

Email: imsyem@usanpedro.edu.pe

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelo Universidad San Pedro – Chimbote



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA: BACH. ESPINOSA PORTA, ENRIQUE ROBERTO
 TÍTULO: RESISTENCIA DEL CONCRETO (FC) A SU CARGA COMPRESIVA EN EL SON DEL AIRE QUE OPERA POR UNA METALCA.
 LUGAR: CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ASISTENTE
 FECHA: 08/02/08

F C 200 kg/cm²

Nº	ELEMENTO	SEMP	MOLDEO	ROTURA	DIAS	FC	FC/FC ₂₈
01	PATRON	-	08/02/07	08/12/07	7	20.44	0.97
02	PATRON	-	08/02/07	08/12/07	7	20.44	0.97
03	PATRON	-	08/02/07	08/12/07	5	20.74	0.92
04	PATRON	-	08/02/07	13/12/07	14	20.45	0.97
05	PATRON	-	08/02/07	13/12/07	14	20.72	0.97
06	PATRON	-	08/02/07	13/12/07	14	19.70	0.92
07	PATRON	-	08/02/07	20/12/07	22	20.72	0.97
08	PATRON	-	08/02/07	20/12/07	22	20.71	0.97
09	PATRON	-	08/02/07	20/12/07	22	21.09	1.01

ESPECIFICACIONES: Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C 39.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
(EXPERIMENTAL)**

BOLETA: B004 ESPINOSA PORTAL EMBLEMA (SAND)
 TÍTULO: RESISTENCIA DEL CONCRETO F25 (25MPa) CON DISTRIBUCIÓN DEL 10% DE AGREGADO FINO POR VÍA METRICA
 LUGAR: CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCONA
 FECHA: 18/03/2017

E.C.: 1: 20: 10mm²

Nº	TÍTULO	UNIDAD	VALOR	FECHA	EDAD	ESFUERZO (MPa)	DEFORMACIÓN (%)
01	EXPERIMENTAL	(*)	0011017	18/03/17	7	111.07	21.60
02	EXPERIMENTAL		0011017	18/03/17	7	201.45	31.60
03	EXPERIMENTAL		0011017	18/03/17	7	209.16	30.70
04	EXPERIMENTAL		0011017	20/03/17	14	151.00	10.40
05	EXPERIMENTAL		0011017	22/03/17	14	210.46	30.10
06	EXPERIMENTAL		0011017	20/03/17	14	200.73	29.70
07	EXPERIMENTAL		0011017	04/03/17	28	210.29	30.30
08	EXPERIMENTAL		0011017	04/03/17	28	200.70	30.90
09	EXPERIMENTAL		0011017	04/03/17	28	207.00	30.50

ESPECIFICACIONES: * Los ensayos se ejecutaron de acuerdo a la norma de diseño ASTM C-39.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 LBPE



PESO UNITARIO DE LA VIRUTA METALICA

SOLICITA: BACH. EDWIN PORTAL DE LA FUENTE
 TEMA: RESISTENCIA DEL CONCRETO FC - 210 N/CM² CON DISTORSION DEL 1% DEL AIREADO PREPARADA EN VIRUTA METALICA
 LUGAR: CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ASORIN
 MATERIAL: VIRUTA METALICA
 FECHA: 20/10/2017

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	2020	2020	2020
Peso de molde	314	314	314
Peso de muestra	1706	1706	1706
Volumen de molde	2700	2700	2700
Peso unitario (Kg/m ³)	632	632	632
Peso unitario prom. (Kg/m³)	632		
COMPROBADO POR FEMECAL	1927		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	2020	2020	2020
Peso de molde	314	314	314
Peso de muestra	1706	1706	1706
Volumen de molde	2700	2700	2700
Peso unitario (Kg/m ³)	632	632	632
Peso unitario prom. (Kg/m³)	632		
COMPROBADO POR FEMECAL	1927		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE VIRUTA METALICA

INDICIA: ENCL. 001 (REPORTE) ENCL. 002 (FORMA)
 TÍTULO: RESISTENCIA DEL CONCRETO - CEMENTO CON DUREZA DEL 50% DEL ADELANTADO (E) POR VIRUTA METALICA
 CLASE: CEMENTO - PROYECTO DEL SAVA - ARAUCA
 MATERIAL: VIRUTA METALICA
 FECHA: 2010/02/17

A.	Peso de cubeta (vacío) (capacidad de peso) (g)	300.00	300.00
B.	Peso de cubeta + agua	666.20	666.20
C.	Volumen de agua + volumen de viruta (A+B)	886.20	886.20
D.	Peso de cubeta + agua + viruta	837.80	837.80
E.	Volumen de agua + volumen de viruta (C-D)	48.40	48.40
F.	Peso de cubeta (vacío) (g)	300.00	300.00
G.	Volumen de agua (L/A.F.)	48.40	48.40
H.	P.e. Bulk (Base Seca)	6.198	6.198
I.	P.e. Bulk (Base Saturada)	6.198	6.198
J.	P.e. Aparente (Base Seca)	6.198	6.198
K.	Absorción (%) (D-A)/A*100	0.00	0.00

P.e. Bulk (Base Seca) : 6.198
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 6.198
 P.e. Aparente (Base Seca) : 6.198
 Absorción (%) : 0.00



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Laboratorio de Suelos / Cemento Virutas
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

CONTENIDO DE HUMEDAD DE VIRUTA METÁLICA:

SOLICITA: DASH ESPRINZONITAL CHELBI ROSARIO
 TÍTULO: RESISTENCIA DEL CONCRETO EN COMPRESIÓN CON SUFICIENCIA DEL TIR DEL INGRESO FASE POR VIRUTA METÁLICA
 U.F.R.P.: CHIMBOTE – PROVINCIA DEL TAMBORA – PERÚ
 MATERIAL: VIRUTA METÁLICA
 FECHA: 28/10/2017

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	542.2	570.8
TARA + SUELO SECO (gr)	542.2	570.8
PESO DEL AGUA (gr)	0.0	0.0
PESO DE LA TARA (gr)	64.6	60.3
PESO DEL SUELO SECO (gr)	477.6	452.7
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.00	0.00
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.00	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Cel. 990579937

Email: imsyem@usanpedro.edu.pe

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelo Universidad San Pedro – Chimbote

Anexo 3: Panel Fotográfico

Obtención de los Agregados Fino y Grueso

Fotografía 1: Espinoza, E (2018) Ubicación de la Cantera “RUBEN” – Coishco – Chimbote.



Fotografía 2: Espinoza, E (2018) Adquiriendo el agregado grueso en cantera Ruben Chimbote



Fotografía 3: Espinoza, E (2018) Adquiriendo el agregado fino en cantera Ruben Chimbote



Obtención de la Materia Prima Viruta Metálica

Fotografía 4: Espinoza, E (2018) Torneado de Motores para Obtener la Viruta Metálica taller de rectificaciones ESPINOZA – Cajamarca.



Fotografía 5: Espinoza, E (2018) Obtención Viruta Metálica de la Viruta Metálica taller de rectificaciones ESPINOZA – Cajamarca.



Propiedades Físicas Mecánicas de los Agregados en el Laboratorio Mecánica de Suelos Universidad San Pedro – Chimbote

Agregado Fino

Granulometría Según la Norma ASTM C 136; NPT 400.012.

Fotografía 6: Espinoza, E (2018). Ensayo granulométrico agregado fino en laboratorio de mecánica de suelos universidad san pedro Chimbote.



Contenido de Humedad Según Norma ASTM C-556 / NTP 339.185.

Fotografía 7: Espinoza, E (2018). Ensayo contenido de humedad agregado fino en laboratorio de mecanica de suelos universidad san pedro Chimbote.



Gravedad Específica y Absorción Según Norma ASTM C-128 / NTP 400.022.

Fotografía 8: Espinoza, E (2018). Ensayo gravedad específica y absorción agregado fino en laboratorio de mecanica de suelos universidad san pedro Chimbote.



Fotografía 9: Espinoza, E (2018). Ensayo gravedad específica y absorción agregado fino en laboratorio de mecanica de suelos universidad san pedro Chimbote.



Pesos Unitarios Según norma ASTM C-29 / NTP 400.017.

Peso suelto

Fotografía 10: Espinoza, E (2018). Ensayo peso unitario suelto agregado fino en laboratorio de mecanica de suelos universidad san pedro Chimbote.



Peso Compactado

Fotografía 11: Espinoza, E (2018). Ensayo peso unitario compactado del agregado fino en laboratorio de mecanica de suelos universidad san pedro Chimbote.



Agregado Grueso

Granulometría Según la Norma ASTM C 136; NPT 400.012.

Fotografía 12: Espinoza, E (2018). Ensayo granulometrico agregado grueso en laboratorio de mecanica de suelos universidad san pedro Chimbote.



Contenido de Humedad Según Norma ASTM C-556 / NTP 339.185.

Fotografía 13: Espinoza, E (2018). Ensayo contenido de humedad agregado grueso en laboratorio de mecanica de suelos universidad san pedro Chimbote.



Gravedad Específica y Absorción Según Norma ASTM C-128 / NTP 400.022.

Fotografía 14: Espinoza, E (2018). Ensayo gravedad especifica y absorcion agregado grueso en laboratorio de mecanica de suelos universidad san pedro Chimbote.



Fotografía 15: Espinoza, E (2018). Ensayo gravedad específica y absorcion agregado grueso en laboratorio de mecanica de suelos universidad san pedro Chimbote.



Pesos Unitarios Según norma ASTM C-29 / NTP 400.017.

Peso suelto

Fotografía 16: Espinoza, E (2018). Ensayo peso unitario suelto agregado grueso en laboratorio de mecanica de suelos universidad san pedro Chimbote.



Peso compactado

Fotografía 17: Espinoza, E (2018). Ensayo peso unitario compactado agregado grueso en laboratorio de mecánica de suelos universidad san pedro Chimbote.



Propiedades Físicas Mecánicas de Viruta Metálica en el Laboratorio Mecánica de Suelos Universidad San Pedro – Chimbote

Granulometría

Fotografía 18: Espinoza, E (2018). Ensayo granulometría viruta metálica en laboratorio de mecánica de suelos universidad san pedro Chimbote.



Fotografía 19: Espinoza, E (2018). Ensayo granulometría viruta metálica en laboratorio de mecanica de suelos universidad san pedro Chimbote.



Contenido de Humedad

Fotografía 20: Espinoza, E (2018). Ensayo contenido de humedad viruta metálica en laboratorio de mecanica de suelos universidad san pedro Chimbote.



Gravedad Específica y Absorción

Fotografía 21: Espinoza, E (2018). Ensayo gravedad específica y absorción de viruta metálica en laboratorio de mecanica de suelos universidad san pedro Chimbote.



Fotografía 22: Espinoza, E (2018). Ensayo gravedad específica y absorción de viruta metálica en laboratorio de mecanica de suelos universidad san pedro Chimbote.



Fotografía 23: Espinoza, E (2018). Ensayo gravedad específica y absorción de viruta metálica en laboratorio de mecanica de suelos universidad san pedro Chimbote.



Pesos Unitarios

Peso suelto

Fotografía 24: Espinoza, E (2018). Ensayo peso unitario suelto viruta metálica en laboratorio de mecanica de suelos universidad san pedro Chimbote.



Fotografía 25: Espinoza, E (2018). Ensayo peso unitario suelto viruta metálica en laboratorio de mecanica de suelos universidad san pedro Chimbote.



Peso compactado

Fotografía 26: Espinoza, E (2018). Ensayo peso unitario compactado de la viruta metálica en laboratorio de mecanica de suelos universidad san pedro Chimbote.



Elaboración de mezclas de concreto patrón

Fotografía 27: Espinoza, E (2018). Peso de los materiales a usar en la mezcla de concreto en laboratorio de mecanica de suelos universidad san pedro Chimbote.



Fotografía 28: Espinoza, E (2018). Elaboración mezcla diseño patrón en laboratorio de mecanica de suelos universidad san pedro Chimbote.



Fotografía 29: Espinoza, E (2018). Midiendo el Slump o asentamiento diseño patrón en laboratorio de mecanica de suelos universidad san pedro Chimbote.



Fotografía 30: Espinoza, E (2018). Elaboración de probetas en laboratorio de mecanica de suelos universidad san pedro Chimbote.



Fotografía 31: Espinoza, E (2018). Probetas patrón en laboratorio de mecanica de suelos universidad san pedro Chimbote.



Fotografía 32: Espinoza, E (2018). realizando medidas de diámetros de las probetas en laboratorio de mecanica de suelos universidad san pedro Chimbote.



Fotografía 33: Espinoza, E (2018). Realizando ensayo de resistencia a la compresión en laboratorio de mecanica de suelos universidad san pedro Chimbote.



Elaboración de mezclas de concreto experimental sustituyendo al agregado fino en un 10% por viruta metálica

Fotografía 34: Espinoza, E (2018). Peso de los materiales a usar en la mezcla de concreto experimental en laboratorio de mecanica de suelos universidad san pedro Chimbote.



Fotografía 35: Espinoza, E (2018). Elaboración de la mezcla de concreto con viruta metálica en laboratorio de mecanica de suelos universidad san pedro Chimbote.



Fotografía 36: Espinoza, E (2018). Midiendo el Slump o asentamiento del concreto experimental en laboratorio de mecanica de suelos universidad san pedro Chimbote.



Fotografía 37: Espinoza, E (2018). Elaboración de probetas experimental en laboratorio de mecanica de suelos universidad san pedro Chimbote.



Fotografía 38: Espinoza, E (2018). Elaboración de probetas experimental en laboratorio de mecanica de suelos universidad san pedro Chimbote.



Fotografía 39: Espinoza, E (2018). Elaboración de probetas experimental en laboratorio de mecanica de suelos universidad san pedro Chimbote.



Fotografía 40: Espinoza, E (2018). Desencofrado de probetas a las 24 horas para ser sumergidas en la poza de curado en laboratorio de mecanica de suelos universidad san pedro Chimbote.



Fotografía 41: Espinoza, E (2018). Curado de probetas en la poza de curado para luego ser ensayadas a compresión a los 7, 14 y 28 días en laboratorio de mecanica de suelos universidad san pedro Chimbote.



Fotografía 42: Espinoza, E (2018). Pesos de probetas en laboratorio de mecanica de suelos universidad san pedro Chimbote.



Fotografía 43: Espinoza, E (2018). Ensayo de resistencia a la compresión en laboratorio de mecanica de suelos universidad san pedro Chimbote.

