

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**Resistencia a la flexión del concreto $f'c=210$ kg/cm² adicionando 1.5%
y 2.5% alambres circulares n°16**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Amancio Ocaña, Clinton Roqui

Asesor:

Castañeda Gamboa, Rogelio Fermín

Huaraz - Perú

2019

TÍTULO

**Resistencia a la flexión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando
1.5% y 2.5% alambres circulares n°16**

PALABRA CLAVE:

Tema Resistencia del concreto, alambre n°16, flexión.

Especialidad Tecnología de concreto.

KEYWORDS

Topic Resistance of concrete, wire n°16, flexion.

Specialty Concrete technology

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Línea de investigación	Área	Sub área	Disciplina	sub líneas o campos de acción
Construcción y gestión de edificación	Ingeriría y tecnología	ingeniería civil	ingeniería civil	Materiales para la construcción

RESUMEN

La metodología de la presente investigación fue de tipo correlacional, experimental; correlacional porque experimenta el comportamiento del concreto cuando se le adiciona el alambre n°16 y es del tipo experimental porque estudia el comportamiento de la resistencia a la flexión del concreto $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$, cuando se le adiciona los alambres.

Esta investigación se trató sobre la realizaron de 27 ensayos de rotura a la resistencia a la flexión de las vigas ensayados a los 7, 14 y 28 días de curado del concreto, se adicionó alambre n°16 en 1.5% y 2.5% del volumen total del concreto realizando las comparaciones con una viga patrón con 3 ensayos por cada uno. Los resultados favorables fueron a los 28 días de curado del concreto donde la resistencia a la flexión de la muestra patrón llegó a los 45.85 kg/cm^2 , la adición del 2.5% fue de 46.32 kg/cm^2 a los 28 días.

ABSTRACT

The methodology of the present investigation was correlational, experimental; correlational because it experiences the behavior of concrete when it is added the wire n ° 16 and it is of the experimental type because it studies the behavior of the concrete's flexural strength $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, when the wires are added.

This investigation was carried out on the 27 tests of breaking to the flexural strength of the beams tested at 7, 14 and 28 days of concrete curing, wire n ° 16 was added in 1.5% and 2.5% of the total volume of the concrete making the comparisons with a beam pattern with 3 trials for each. The favorable results were after 28 days of concrete curing where the resistance to flexion of the standard sample reached 45.85 kg / cm^2 , the addition of 2.5% was 46.32 kg / cm^2 after 28 days.

INDICE GENERAL

Título de investigación	i
Palabras Clave	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
I. Introducción	1
II. Metodología del trabajo	25
III. Resultados	27
IV. Análisis y Discusión	30
V. Conclusiones	61
VI. recomendaciones	62
Agradecimiento	63
Referencias Bibliográficas	64
Anexos	70

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Consistencia – Asentamiento	12
Tabla 2. Tabla de tolerancias del concreto.	21
Tabla 3. Granulometría del agregado grueso.	15
Tabla 4. Granulometría del agregado fino.	15
Tabla 5. Componentes principales del cemento portland tipo I	15
Tabla 6. Composición química del cemento	15
Tabla 7: alambre enrollado N°16	15
Tabla 8. Variable dependiente (Y) – Resistencia a la flexión	
Tabla 9. Variable independiente (X) – Adición de la Fibra.	
Tabla 10. Diseño de bloque al azar	
Tabla 11. Tabla de recolección de información	
Tabla 12. Rangos del agregado fino de la cantera.	
Tabla 13: rangos del agregado grueso	
Tabla 14. Contenido de humedad agregado fino (ASTM D-2216)	15
Tabla 15: Contenido de humedad agregado grueso (ASTM D-2216)	33
Tabla 16: Gravedad Específica Y Absorción Agregado Fino (Según Norma ASTM C-127)	34
Tabla 17: Gravedad Específica Y Absorción Agregado grueso (Según Norma ASTM C-127)	34
Tabla 18. Peso Unitario compactado Del Agregado grueso	35
Tabla 19. Peso Unitario compactado Del Agregado Fino	35
Tabla 20. Granulometría del agregado grueso	36
Tabla 21. Granulometría del agregado fino	38
Tabla 22. Vigas consideradas en la dosificación	40
Tabla 23: Dosificación de materiales patrón	41
Tabla 24: Proporción De Materiales Utilizado Para el concreto experimental con el 1.5% de alambre n° 16	41
Tabla 25: Proporción De Materiales Utilizado Para el concreto experimental con el 2.5% de alambre n° 16	42
Tabla 26: Proporción total De Materiales Utilizados para las 27 viguetas.	42
Tabla 27: Diseño de la viga Patrón (Sin fibra 0%).	15

Tabla 28: Diseño de la viga (adición 1.5%).	15
Tabla 29: Diseño de mezcla (adición 2.5%)	
Tabla 30. Ensayos a la flexión Patrón de los 7, 14 y 28 días	15
Tabla 31. Ensayo de flexión experimental 1.5 % de 7, 14 y 28 días	15
Tabla 32. Ensayo de flexión experimental 2.5 % de 7, 14 y 28 días	15
Tabla 33. Resistencias a la flexión promedio de los alambres circular N°16	15
Tabla 34: Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a flexión de las vigas de concreto.	15

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flexión de vigas de concreto	4
Figura 2. Agregado fino	15
Figura 3. Formas de alambres	20
Figura 4. Zona de ubicación de la cantera Coishco-Rubén	27
Figura 5. Recolección de los agregados de la cantera Coishco-Rubén	28
Figura 6. Análisis granulométrico del agregado fino (cuarteo y tamizado)	29
Figura 7. Granulometría del agregado grueso (cuarteo y tamizado).	30
Figura 8. Peso unitarios de agregados (suelto y compactado).	31
Figura 9: Porcentaje de absorción (lavado y peso con estabilidad)	31
Figura 10. Contenido de humedad (Peso y secado en el horno 24h)	32
Figura 11. Granulometría del agregado grueso.	37
Figura 12: Curva granulometría del agregado grueso.	37
Figura 13: Granulometría del agregado fino	39
Figura 14. Curva granulométrica del agregado fino	39
Figura 15. Elaboración de las vigas patrón (9).	43
Figura 16. Elaboración de las vigas de concreto 1.5% y 2.5% con alambre n° 16	16
Figura 16. Elaboración de las vigas de concreto 1.5% y 2.5% con alambre n° 16	16
Figura 17: Resistencia a la flexión (Kg/cm ²) a los 7 días	16
Figura 18: Resistencia a la flexión (Kg/cm ²) a los 14 días	16
Figura 19: Resistencia a la flexión (Kg/cm ²) a los 28 días	16
Figura 20: Resistencia a la flexión (Kg/cm ²)	16

I. INTRODUCCION

La ingeniería de materiales de construcción como rama de la ciencia es una disciplina que avanza día a día, en una constante búsqueda por tener mejores alternativas para dar solución a los distintos requerimientos del mercado. Se desea que las estructuras sean lo más resistentes posibles, que aseguren una determinada vida útil, y un óptimo desempeño de los materiales empleados, pero sin perder de vista la rentabilidad del proyecto, todo esto enmarcado en el ambiente en el cual nos desenvolvemos como sociedad. Enmarcándose en este contexto nace este proyecto de investigación, el cual está comprendido entre los aspectos antes mencionados: innovación tecnológica, específicamente en los materiales de ingeniería; reducción de costos asociados, y cuidado del medioambiente.

De los antecedentes encontrados se ha abordado algunos trabajos relevantes a esta investigación, con la finalidad de tener conocimiento amplio del problema a investigar se ha revisado una serie de trabajos nacionales e internacionales cuyos resúmenes se mencionan a continuación.

Arriola (2013), en su investigación “análisis y evaluación del revenimiento y parámetros resistentes a compresión del concreto adicionado con clavos de acero tipo grapas tridimensionales” en la Universidad Andina del Cusco. Se utiliza clavos de carpintero 2 ½” sin cabeza doblado de forma manual de manera que tenga la orientación en 3 dimensiones al que denominaron clavo de acero tipo grapa tridimensional, luego se realizó la adición de estos clavos en mezcla del concreto a diferentes porcentajes para poder evaluar si incrementa la resistencia a compresión del concreto con respecto a un concreto patrón, se utilizaron concretos patrón 1, patrón 2, patrón 3 a diferentes resistencias de diseño como son 140 Kg/cm², 175 Kg/cm², 210 Kg/cm² respectivamente, para luego ser adicionados con diferentes porcentajes de clavos de acero de tipo grapa tridimensional hasta encontrar el valor máximo de resistencia a la compresión. Concluyeron:

- Se logró determinar que el porcentaje de adición del 1.5% es el más óptimo encontrado ya que nos dan las resistencias a compresión más altas que en los tres casos de estudio para los concretos patrón 1, patrón 2 y patrón 3.

- Se verifico que al seguir aumentando el porcentaje de adición de clavos TGT que a partir del 1.5% la resistencia a la compresión disminuye debido a que se empobrece la pasta del concreto como también no hay una buena distribución de los clavos de acero lo que implica que se entrelacen entre ellos los que se forma zonas más rígidas y zona más frágiles por donde falla el concreto.

Marco (2015) en su tesis: “PAVIMENTOS RÍGIDOS REFORZADOS CON FIBRAS DE ACERO VERSUS PAVIMENTOS TRADICIONALES”

La investigación se enfocó en realizar comparación entre pavimentos de concreto simple, pavimentos de concreto reforzado con mallas de acero y el pavimento de concreto reforzado con fibras de acero, comparando la metodología de diseño, los esfuerzos teóricos, su procedimiento constructivo y los precios unitarios en cada una de las situaciones, concluyeron:

- Las fibras tienen una ventaja con respecto a las losas de concreto simple, ya que contribuyen en todo su espesor gracias a la distribución tridimensional de las fibras dándole al piso una mayor resistencia a las sollicitaciones de carga durante su vida útil.
- El pavimento fibroreforzado por tener un espesor menor comparado con el pavimento tradicional conlleva a que el volumen de concreto utilizado sea menor y por ello el tiempo para la construcción de la losa se reduzca, ahorrando tiempo y dinero en lo que respecta a la mano de obra.

Garcés (2011), en su investigación “INCIDENCIA DE LA FIBRA METÁLICA DRAMIX 65/35-B EN PAVIMENTOS RÍGIDOS DE TEMPRANA EDAD” se basa en el estudio de la incidencia de la Fibra Metálica Dramix 65/35-BN en la resistencia a flexión de un Paviconcreto 45 a temprana edad en pavimentos rígidos elaborado en la Planta de Concreto de La Bandera, de la Empresa Cemex Venezuela S.A.C.A. Para ello se procedió a realizar mezclas para ambas dosificaciones en un trompo de setenta litros (70 lts).

Para que la investigación tenga validez se elaboraron 30 probetas prismáticas para cada tipo de mezcla para un total de 60 probetas. Con los resultados obtenidos de los ensayos, se procedió a realizar un análisis estadístico para evaluar si la fibra difiere de la mezcla sin fibra. Finalmente se realizó un cálculo de Pavimento Rígido según la Norma Venezolana FONDONORMA 1753-2006, Apéndice F y un estudio de impacto económico para verificar si la Fibra Metálica incide o no en la disminución de espesores, volúmenes de concreto y reducción de costos de colocación de pavimento rígido, concluyeron:

- La comparación entre los resultados obtenidos en los ensayos a flexión de las muestras con fibra metálica y las muestra sin fibra metálica, arrojan como resultado que las muestras con Fibra incide en una ganancia del 14.17% en la resistencia a flexión.
- En cuanto a la posibilidad de disminuir el espesor de la losa obtenemos que para un pavimento de concreto con fibra metálica su espesor disminuye un 7.4% con respecto al espesor de la losa para un Pavimento de concreto sin Fibra Metálica.

Actualmente realidad problemática en Huaraz se dio debido a que las viviendas sufren deterioro por la existencia de mala calidad de los materiales usados, otro factor muy importante es el proceso constructivo, sino también a incendios, debido a estas apreciaciones me motivan a realizar un material novedoso para la mejora de la calidad del concreto, obteniendo como resultados mayor resistencia en sus propiedades del concreto y mayor tiempo de duración del material.

Por estos motivos se dispondrá q elaborar un concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ adicionando alambre N°16. El concreto tendrá en su composición la adición parcial del alambre por lo cual se busca comprobar los efectos al adicionar. Se espera obtener una resistencia mayor o igual a la flexión del concreto patrón. Entonces nos planteamos la siguiente pregunta:

Por lo expuesto nos planteamos el siguiente problema de investigación:

¿Cuál sería la resistencia a la flexión de un concreto $f'c=210 \text{ Kg/Cm}^2$ adicionando 1.5 y 2.5% alambre circular N°16?

De la bibliografía consultada se pudo revisar diversas definiciones que serán útiles para el desarrollo de la investigación, tales como:

RESISTENCIA A LA FLEXION

La resistencia a la flexión prácticamente es la tracción del concreto en su estado sólido. Donde los momentos interactúan y se evalúa las fallas que obtiene de una viga o losa de concreto no reforzada. Donde las vigas de concreto son evaluadas con sus respectivas cargas y las dimensiones de las vigas debe ser de 6 x 6 pulgadas de sección transversal y con luz o longitud mínimo tres veces la mediada de su espesor. Se conoce también como módulo de rotura a lo que se le denomina ensayo de flexión, esto se mide en libras por pulgada cuadrada (MPa) como también se puede evaluar en kg y es denominado por las normas internacionales ASTM C78 o ASTM C293 que se diferencian por los puntos de cargas ya que pueden ser en el medio del molde o en los costados del molde, todo ello en la parte superior del molde de concreto (CIP, 2015, p. 1).



FIGURA1. Flexión de vigas de concreto

FUENTE: (Carrillo Julián, septiembre de 2012)

El concreto

El concreto es una combinación entre agua cemento y agregados para obtener un material con propiedades aislantes y resistentes, con estas características es favorable para una construcción y que cemento Portland es un aglomerante hidrófilo, donde se calcinan las rocas y arcillas, donde al adicionar agua esto se endurece y nos arroja un material con propiedades resistentes y adherentes (Pasquel, 1993, p. 13).

El concreto es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas, especialmente la resistencia. (Abanto, 1995)

IMPORTANCIA DEL CONCRETO:

Rivva López (2000), indica que actualmente el concreto es el material de construcción de mayor uso en nuestro país. Si bien la calidad final del concreto depende en forma muy importante del conocimiento del material y de la calidad profesional del ingeniero, el concreto es, en general, desconocido en muchos de sus siete grandes aspectos: naturaleza, materiales, propiedades, selección de las proporciones, proceso de puesta en obra, control de calidad e inspección y mantenimiento de los elementos estructurales.

PROPIEDADES DE CONCRETO Y COMPONENTES

La selección de un material de ingeniería para una aplicación en particular, tiene que tomar en cuenta su capacidad para resistir la fuerza aplicada. Tradicionalmente, la deformación que ocurre como resultado de una carga aplicada se conoce como deformación unitaria, la cual es definida como el cambio de longitud por unidad de longitud; la carga se expresa como esfuerzo, que se define como la fuerza por unidad de área. Dependiendo de cómo el esfuerzo actúe sobre el material, los esfuerzos también son distintos uno de otro, por ejemplo, en compresión, tensión, flexión, cortante y torsión.

Las relaciones esfuerzo-deformación unitario en los materiales se expresa generalmente en términos de resistencia, módulo de elasticidad, ductilidad y tenacidad. La resistencia es una medida de la cantidad de esfuerzo requerido para hacer fallar un material.

En estado fresco

El Concreto en estado fresco es desde que se mezcla el concreto hasta que fragua el cemento. El Comportamiento del concreto fresco depende de:

- Relación agua / cemento.
- Grado de hidratación.
- Tamaño de partículas.
- Mezclado.
- Temperatura.

La Trabajabilidad: Es la facilidad que tiene el concreto para ser mezclado, manipulado y puesto en obra, con los medios de compactación del que se disponga. La trabajabilidad depende de:

- Dimensiones del elemento.
- Secciones armadas.
- Medios de puesta en obra.

Habrà una mayor trabajabilidad cuando:

- Contenga más agua.
- Más finos.
- Agregados redondeados.
- Más cemento.
- Fluidificantes / plastificantes.
- Adiciones.

Consistencia: Denominamos consistencia a la mayor o menor facilidad que tiene el hormigón fresco para deformarse o adaptarse a una forma específica. La consistencia depende:

- Agua de amasado.
- Tamaño máximo del agregado.
- Granulometría.
- Forma de los agregados influye mucho el método de compactación.

Tipos de Consistencia:

- SECA – Vibrado enérgico.
- PLÁSTICA – Vibrado normal.
- BLANDA – Apisonado. FLUIDA – Barra

Tabla 1.

Consistencia – Asentamiento

PROPIEDADES DEL CONCRETO

CONSISTENCIA / ASENTAMIENTO

CONSISTENCIA ASENTAMIENTO(cm)

SECA	0	- 2
PLASTICA	3	- 5
BLANDA	6 -9	
FLUIDA	10	- 15

Fuente: Propiedades del Concreto – Aceros Arequipa (2003)

Tabla 2.

Tabla de tolerancias del concreto.

TABLA DE TOLERANCIAS DEL CONCRETO

CONSISTENCIA	TOLERANCIA (cm)	INTERVALO	
SECA	0	0	- 2
PLASTICA	±1	3	- 5
BLANDA	±1	6	- 9
FLUIDA	±1	10	- 15

Fuente: Propiedades del Concreto – Aceros Arequipa (2003)

CARACTERÍSTICAS (VENTAJAS Y DESVENTAJAS):

Curbelo J. (2015), Indica las ventajas del concreto como por ejemplo:

- Es refractario.
- Puede adaptar cualquier forma.
- Puede trasladarse a cualquier lugar.
- Puede prefabricarse.
- Su resistencia al intemperismo es notable.
- Gasto de mantenimiento bajo.
- Tiene acción monolítica.
- Absorbe las vibraciones y oscilaciones.
- Tiene una relativa alta resistencia a compresión.
- Elevada resistencia al fuego y penetración del agua.

Pero el concreto también tiene desventajas como:

- Su gran peso.
- Su baja resistencia a la tracción.
- El tiempo que tarda en adquirir su resistencia útil.
- La dificultad que ofrece al realizar ampliaciones.

AGREGADOS:

Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la NTP 400.011. Los agregados son la fase discontinua del concreto y son materiales que están embebidos en la pasta y que ocupan aproximadamente el 75% del volumen de la unidad cúbica de concreto. Los agregados son materiales inorgánicos naturales o artificiales que están embebidos en los aglomerados (cemento, cal y con el agua forman los concretos y morteros) (Ávila, 2015).

DOSIFICACION DE UNA MEZCLA DE CONCRETO

Indica que, las proporciones de la mezcla de concreto que cumpla con dichas características con los materiales disponibles, se logra mediante el sistema de prueba y error o el sistema de ajuste y reajuste. Dicho sistema consiste en preparar una mezcla de concreto con unas proporciones iniciales y calculadas por diferentes métodos. A la mezcla de prueba se le realizan los diferentes ensayos de control de calidad como asentamiento, pérdida de manejabilidad, masa unitaria, tiempos de fraguado y resistencia a la compresión. Estos datos se comparan con la especificación y si llegan a ser diferentes o no cumplen con la expectativa de calidad se reajustan las cantidades, se elabora nuevamente la mezcla que debe cumplir todos los ensayos de control de calidad, si nuevamente no cumple los requisitos exigidos es necesario revisar los materiales, el método del diseño y nuevamente otra mezcla de concreto hasta ajustar los requisitos exigidos por la especificación. (Pinto y Hover 2001).

DATOS DE LOS MATERIALES

De las propiedades de los materiales que se van a utilizar se debe conocer:

- Granulometría.
- Módulo de finura de la arena.
- Tamaño máximo de la grava.
- Densidad aparente de la grava y de la arena.
- Absorción del agrava y de la arena.
- Masa unitaria compacta de la grava.
- Humedad de los agregados inmediatamente antes de hacer las mezclas
- Densidad del cemento.

PROCESO PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

- Estudio de las especificaciones de la obra.
- Definición de la resistencia a flexión
- Elección del asentamiento.
- Estimación cantidad de aire.
- Estimación contenida de agua.
- Definir relación agua/material cementante.
- Contenido de material cementante.
- Verificar las granulometrías de los agregados.
- Estimación de agregado grueso.
- Estimación de agregado fino.
- Ajuste por humedad.
- Ajuste del diseño de mezcla.

Indica que, los métodos de diseño de mezclas de concreto van desde los analíticos experimentales y empíricos, hasta volumétricos, todos estos métodos han evolucionado y ha llevado a procedimientos acordes con las necesidades de los proyectos y se han desarrollado algunas guías ya normalizadas para darle cumplimiento a la calidad del concreto en las obras. Comité 201 del American Concrete Institute (ACI).

TRABAJABILIDAD

Indican que la facilidad de colocación, consolidación y acabado del concreto fresco y el grado que resiste a la segregación se llama trabajabilidad. El concreto debe ser trabajable pero los ingredientes no deben separarse durante el transporte y el manoseo.

El grado de la trabajabilidad que se requiere para una buena colocación del concreto se controla por los métodos de colocación, tipo de consolidación y tipo de concreto. Los diferentes tipos de colocación requieren diferentes niveles de trabajabilidad. Los factores que influyen en la trabajabilidad del concreto son: (1) el método y la duración del transporte; (2) cantidad y características de los materiales cementantes; (3) consistencia del concreto (asentamiento en cono de Abrams o revenimiento); (4) tamaño, forma y textura superficial de los agregados finos y gruesos; (5) aire incluido (aire incorporado); (6) cantidad de agua; (7) temperatura del concreto y del aire y (8) aditivos.

La distribución uniforme de las partículas de agregado y la presencia de aire incorporado ayudan considerablemente en el control de la segregación y en la mejoría de la trabajabilidad. También enseña el efecto de la temperatura de colocación sobre la consistencia o asentamiento en cono de Abrams y sobre la trabajabilidad potencial de las mezclas. Las propiedades relacionadas con la trabajabilidad incluyen consistencia, segregación, movilidad, bombeabilidad, sangrado (exudación) y facilidad de acabado. La consistencia es considerada una buena indicación de trabajabilidad. El asentamiento en cono de Abrams se usa como medida de la consistencia y de la humedad del concreto. Un concreto de bajo revenimiento tiene una consistencia rígida o seca. Si la consistencia es muy seca y rígida, la colocación y compactación del concreto serán difíciles y las partículas más grandes de agregados pueden separarse de la mezcla. Sin embargo, no debe suponerse que una mezcla más húmeda y fluida es más trabajable. Si la mezcla es muy húmeda, pueden ocurrir segregación y formación de huecos. La consistencia debe ser lo más seca posible para que aún se permita la colocación empleándose los equipos de consolidación disponibles. (Powers, S. 1932).

SANGRADO Y ASENTAMIENTO

Define al sangrado (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. El sangrado es normal y no debería disminuir la calidad del concreto adecuadamente colocado, acabado y curado. Un poco de sangrado es útil en el control de la fisuración por retracción plástica. Por otro lado, la excesiva aumenta la relación agua-cemento cerca de la superficie; puede ocurrir una camada superficial débil y con poca durabilidad, particularmente si se hace el acabado cuando el agua de sangrado aún está presente. Los vacíos y bolsas de agua pueden ocurrir, resultantes del acabado prematuro de la superficie. Después que toda el agua de sangrado (exudación) se evapore, la superficie endurecida va a ser un poco más baja que la superficie recién colocada. Esta disminución de la altura desde el momento de la colocación (puesta, colado) hasta el inicio del fraguado se llama retracción por sedimentación. La tasa de sangrado (exudación) y la capacidad de sangrado (sedimentación total por unidad de peso del concreto original) aumentan con la cantidad inicial de agua, altura del elemento de concreto y presión. (Según Kosmatka 1994).

TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO

El fraguado es el proceso de endurecimiento y pérdida de plasticidad del hormigón o mortero de cemento, producido por la desecación y recristalización de los hidróxidos metálicos, procedentes de la reacción química del agua de amasado, con los óxidos metálicos presentes en el clínker que compone el cemento.

El fraguado se caracteriza por los tiempos de fraguado, también conocidos como inicio de fraguado y fin de fraguado. Físicamente, el inicio de fraguado es el momento en que la pasta, que es una suspensión viscoelástica-plástica con una pequeña resistencia al corte, pasa a ser un sólido viscoelástico - plástico con una mayor resistencia al corte; es decir, es el momento en que la mezcla deja de ser trabajable. El fin de fraguado corresponde al momento en que comienza el endurecimiento. Por otra parte, el final de fraguado ocurrirá algo antes de que se produzca el máximo en la velocidad de desprendimiento de calor (Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción, 2006).

ESTIMACION DEL TIEMPO DE FRAGUADO

Amziane (2008) postuló que antes del fraguado, las presiones son hidrostáticas, siendo el tiempo de inicio de fraguado el momento en que las presiones laterales en el hormigón se hacen cero. Alternativamente, el fraguado puede ser estudiado como un proceso de percolación con las partículas de cemento interconectadas (percoladas) por los productos de hidratación. El grado crítico de percolación; es decir, el instante en que la masa deja de ser un líquido para convertirse en un sólido es del 16% de las partículas conectadas.

POST FRAGUADO

Durante este período, la evolución de las propiedades mecánicas de la mezcla está íntimamente ligada al desarrollo del cuerpo poroso de la pasta de cemento endurecida, como resultado del proceso de hidratación del cemento. Además, durante el proceso de post fraguado, se producen otros fenómenos como la retracción autógena (química) y la retracción de secado, que depende también de la estructura del medio poroso.

En el momento del fraguado, se tiene una porosidad inicial formada especialmente por capilares. Ésta se verá modificada durante el post fraguado por la formación de hidratos. La porosidad final de la pasta endurecida será, entonces, función de los hidratos formados durante el post fraguado y de las condiciones en las cuales se ha encontrado el hormigón (temperatura, confinamiento, etc.) y, también, del tipo, la reología y la porosidad de dichos hidratos (Gabalec, 2008).

CURADO DEL CONCRETO

Harmsem, (2005), en su libro “Diseño de estructuras de concreto”, afirma que el curado es el proceso por el cual se busca mantener saturado el concreto hasta que los espacios de cemento fresco, originalmente llenos de agua sean reemplazados por los productos de la hidratación del cemento. El curado pretende controlar el movimiento de temperatura y humedad hacia dentro y hacia afuera del concreto. Busca también, evitar la contracción de fragua hasta que el concreto alcance una resistencia mínima que le permita soportar los esfuerzos inducidos por ésta. La falta de curado del concreto reduce drásticamente su resistencia.

Es el procedimiento que se utiliza para promover la hidratación del cemento, y consiste en mantener un control del movimiento de temperatura y humedad hacia dentro del concreto y hacia afuera del concreto. Tiene como objetivo mantener el concreto saturado, ya que la hidratación del cemento solo se logra en capilares llenos de agua, por lo que debe evitarse la evaporación excesiva de ésta. Además, debe controlarse la temperatura, puesto que la rapidez de hidratación es más lenta a bajas temperaturas y más rápida a temperaturas elevadas (100 °C.).

Existen diversos métodos de curado: curado con agua, con materiales sellantes y curado al vapor. El primero puede ser de cuatro tipos: por inmersión, haciendo uso de rociadores, utilizando coberturas húmedas como yute y utilizando tierra, arena o aserrín sobre el concreto recién vaciado.

Agregado Grueso:

Numerosos estudios han demostrado que para una resistencia a la compresión alta con un elevado contenido de cemento y baja relación agua-cemento el tamaño máximo de agregado debe mantenerse en el mínimo posible (12,7 a 9,5).

Las fuerzas de vínculo dependen de la forma y textura superficial del agregado grueso, de la reacción química entre los componentes de la pasta de cemento y los agregados.

TABLA 3
Granulometría del agregado grueso.

MALLA ASTM	% QUE PASA
2" (50mm)	100
1½" (38mm)	95-100
1" (25mm)	35-70
¾" (19mm)	35-70
½" (13mm)	11232
3/8"	11232
Nº 4(4.8mm)	0-5
Nº 8 (2.4mm)	0

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.011.

AGREGADO FINO

Se define como aquel que pasa el tamiz de 3/8" y queda retenido en la malla Nº 200, el más usual es la arena producto resultante de la desintegración de las rocas y cumple con la norma NTP – 400.037. La granulometría del agregado fino empleado en un trabajo determinado debe ser razonablemente uniforme. Las variaciones de más o menos 0.2 en el módulo de fineza pueden ser causa de rechazo.



FIGURA 2. Agregado fino

FUENTE: Recuperado de <https://goo.gl/T28Avc>

El agregado fino deberá contener suficiente cantidad de material que pasa la malla N° 50 si se desea obtener adecuada trabajabilidad en la mezcla (Neville, 1999).

Rivva (2007) afirma que el agregado fino debe tener un módulo de fineza entre 2.3 y 3.1. Ello no excluye la posibilidad de emplear agregados con módulos de fineza mayores o menores si se toman las precauciones adecuadas en la selección de las proporciones de la mezcla. Debe estar compuesto de partículas limpias de perfil angular duras y compactas libre de materia orgánica u otras sustancias dañinas.

TABLA 4

Granulometría del agregado fino.

MALLA ASTM	% QUE PASA
N° 4 (4.75mm)	100
N° 8 (2.36mm)	95 a 100
N° 16 (1.18mm)	70 a 100
N° 30 (0.60mm)	40 a 75
N° 50 (0.30mm)	10 a 35
N° 100 (0.15mm)	2 a 15
N° 200 (0.075mm)	Menos de 2

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.011.

CLASIFICACIÓN DE LOS AGREGADOS:

Indican que la gran variedad de material granular que se incorpora en el concreto hace que sea muy difícil la expresión de una definición por completo satisfactoria de “Agregado”. Por lo que aquí se dan varias definiciones según tres clasificaciones: por su procedencia, por su tamaño y por su gravedad específica. (Quiroz Crespo & Salamanca Osuna, 2006)

- por su procedencia
- por su tamaño
- por su gravedad específica
-

CEMENTO

Se define como cementos a los materiales pulverizados que poseen la propiedad de fraguar y endurecer, por adición de una cantidad conveniente de agua, forman una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto bajo el agua como al aire y formar compuestos estables. (Rivva López, 2010).

La clasificación del tipo de cemento, el tipo I es el cemento Portland es destinado a obras de concreto en general. El cemento tipo II es de menor resistencia a los se utiliza para lo que es la calor o hidratación. El tipo III es un cemento cuyo valor significativo es en procesar el endurecimiento y su resistencia más rápido en tan solo tres días pues normalmente se obtienen a los 28 días como lo hace el tipo uno y el tipo dos. El tipo IV es el cual necesite de bajo calor de hidratación. Y el tipo V es el que requiere una gran resistencia a la acción de los sulfatos esto actúa en todo tipo de terreno salitroso, lo principal para que actué el cemento es el agua, esto tiene que ver mucho con las propiedades que quiera alcanzar un concreto y de acuerdo ello ver su trabajabilidad (Abanto, 2013, p. 12).

El cemento (PACASMAYO)

El cemento Tipo I es un cemento de uso general en la construcción, que se emplea en obras que no requieren propiedades especiales. El cemento portland Tipo I se fabrica mediante la molienda conjunta de clínker Tipo I y yeso, que brindan mayor resistencia inicial y menores tiempos de fraguado. (Cementos Pacasmayo S.A.A., 2018, p 28)

- **CEMENTO PORTLAND TIPO I:**

Es el destinado a obras de hormigón en general, al que no se le exigen propiedades especiales.

La dosificación del cemento es el conjunto de los agregados finos y el agua para poder hacerse sólido y aún más fuerte dependiendo de la cantidad de material y agua que se le adicione, esto va variar en un común acuerdo según las normas SUCS del tipo de piedra que se escoja para las mezcla que se quiere, es por ello que dependiendo de este material se podrá adicionar más o menos cantidad de agua y ello va variar en los componentes del material pero no afectara su resistencia ya sea en compresión o en flexión pues ya está establecido y está garantizado que sus funciones serán las mismas para cualquier tipo de estructuras que lo requiera (Gonzales, 2004, p. 122).

La dosificación del cemento es el conjunto de los agregados finos y el agua para poder hacerse sólido y aún más fuerte dependiendo de la cantidad de material y agua que se le adicione, esto va variar en un común acuerdo según las normas SUCS del tipo de piedra que se escoja para las mezcla que se quiere, es por ello que dependiendo de este material se podrá adicionar más o menos cantidad de agua y ello va variar en los componentes del material pero no afectara su resistencia ya sea en compresión o en flexión pues ya está establecido y está garantizado que sus funciones serán las mismas para cualquier tipo de estructuras que lo requiera (Gonzales, 2004, p. 122).

TABLA 5.

Componentes principales del cemento portland tipo I

	CONTENIDO
OXIDOS	(%)
Oxido de Calcio (CaO)	60-67
Oxido de Sílice (SiO ₂)	17-25
Oxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	
Oxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	0.5-6.
Oxido de Magnesio (MgO)	0.1-4.0
Álcalis	0.2-1.3
Óxido de Azufre (SO ₃)	

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.011.

El cemento pacasmayo empleado para el presente proyecto de investigación fue el cemento Portland Tipo I.

TABLA 6.

Composición química del cemento.

Items	ASTM C150 Units	Specification
Chemical analysis		
SiO ₂	%	22.00
Al ₂ O ₃	%	5.80
Fe ₂ O ₃	%	4.00
CaO	%	59.00
MgO	%	6.00
SO ₃	%	3.00

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.011.

ALAMBRE N°16

MACAFERRI, En su manual nos indica que es un material que es empleado para cualquier trabajo de ferretería o construcción es un alambre de acero de bajo carbono, obtenido por trefilación y con posterior tratamiento térmico de recocido, que le otorga excelente ductilidad y maleabilidad, conservando suficiente resistencia mecánica para trabajar óptimamente en las aplicaciones señaladas.

Según la empresa Arauco S.R. Ltda. Diámetro debe ser 1.65 mm

Mármol (2010) afirma que los alambres son elementos de una determinada longitud y pequeña sección circular que se adicionan al concreto con el fin de conferirle ciertas características específicas, con las características necesarias para dispersarse aleatoriamente en una mezcla de concreto en estado fresco empleado metodologías de mezclado tradicionales.

Se denomina alambre a todo tipo de hilo delgado que se obtiene por estiramiento de los diferentes metales de acuerdo con la propiedad de ductilidad que poseen los mismos. (Álvarez G, 2014)

Proporcionado por la empresa CIISA, se encontraron las siguientes características:

TABLA 7.

Alambre enrollado N°16

DIAMETRO	
PROMEDIO	PESO/m
1.85 mm	20.15 g/m

FUENTE: Recuperado <https://www.maccaferri.com/br/es/>

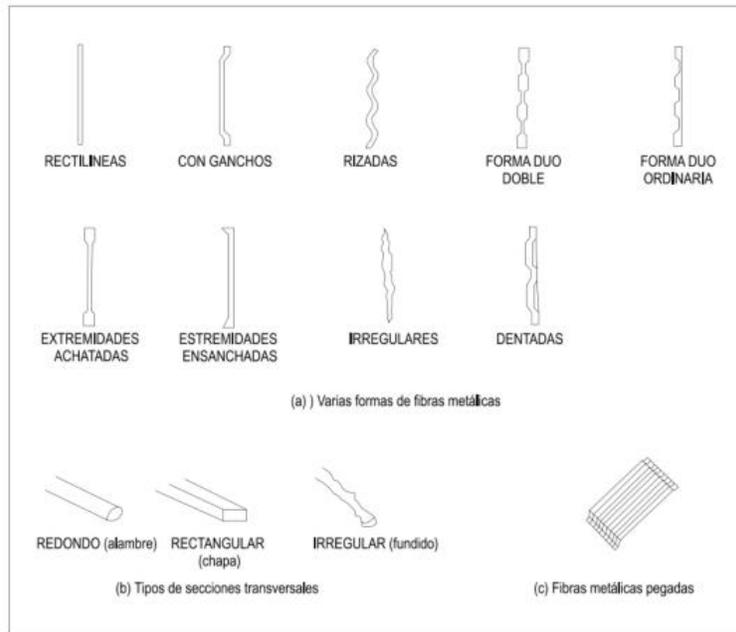


FIGURA 3

Formas de alambres

FUENTE: (MACAFERRI)

CARACTERÍSTICAS ALAMBRE N°16

Según Especificaciones Técnicas para Construcción de Viviendas

- Calibre: 16
- Diámetro: 1.59 ± 0.04 mm.
- Resistencia a la atracción: $32 - 45.9$ kg/mm².
- Unidad de medida: Kilogramo (Kg).

TIPOS DE ALAMBRE

sika, (2010) como son:

Alambre de hierro

El hierro es uno de los metales que más ha contribuido a la civilización, Los tipos: Arrabio, hierro fundido, hierro forjado, acero, etc

- Alambre de cobre
- Alambre de latón
- Alambre de plata
- Alambre de aluminio
- Alambre de aleaciones

NORMAS ACTUALES (PARA EL ALAMBRE N°16)

INTINTEC 341.130 Alambres de Acero. Método de ensayo enrollado.

NORMAS (MATERIALES METÁLICO)

ISO 6892

NORMA PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

ASTM C7 Y INTINTEC 339.07

OPERACIONALIZACION DE VARIABLE:

TABLA 8.

Variable Dependiente:

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Resistencia a flexión de viguetas de concreto	Es el fuerza máximo de que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. (Juárez E. 2005).	Es el esfuerzo máximo que puede soportar una vigueta de concreto bajo una carga 210kg.	Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia

TABLA 9.

Variable independiente:

VARIABLE	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Adición de alambre N°16	Es la adición de alambre de N°16 en 1.5 y 2.5% en el diseño de concreto $f'c= 210$ kg/c m2	Porcentaje

Fuente: Elaboración propia

En la presente tesis se formuló la siguiente hipótesis, Cuando se adiciona 1.5 y 2.5% alambre N°16 a un concreto $f'c= 210$ mejoraría su resistencia a flexión.

El objetivo General del presente estudio es: Determinar la resistencia a flexión de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ cuando se adiciona 1.5% y 2.5% alambre N°16. Y como objetivos específicos:

- Determinan la relación agua cemento de un concreto $F'c = 210\text{kg/cm}^2$.
- Determinar la resistencia a flexión de viguetas del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de 1.5% y 2.5% alambre N°16 a los 7, 14 y 28 días.
- comparar los resultados de las resistencias de las viguetas del patrón y el experimentado.

I. METODOLOGIA

La investigación fue de tipo aplicada, porque la investigación está orientada a lograr un nuevo conocimiento destinado a procurar soluciones a fin de conocer la resistencia de un concreto con la adición de alambre N° 16 de 1.5% y 2.5%.

Los ensayos de resistencia a la flexión se hicieron de manera experimental, haciendo del tiempo un factor importante para la deducción de resultados.

La mayor parte del estudio, se realizó en el laboratorio de suelos, observando debidamente los resultados obtenidos con técnicos profesionales en el ámbito de la materia.

Es un diseño experimental porque es un proceso en el cual se estudió el diseño convencional del concreto ($F'c$ 210 kg/cm²) en comparación con el nuevo diseño elaborado con la adición parcial de agregado de similar granulometría, el estudio en su mayor parte se concentró en las pruebas realizadas en el Laboratorio de Suelos, donde el investigador estuvo en contacto con los ensayos a realizados obteniendo resultados de acuerdo a lo planeado en sus objetivos.

TABLA 10. Diseño en bloque completo al azar

RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO CON ADICION DE ALAMBRE N ° 16			
DIAS DE CURADO	SIN ADICION PATRON	CON ADICION 1.5%	CON ADICION 2.5%
7 DIAS	VP1	VE1	VE1
	VP2	VE2	VE2
	VP3	VE3	VE3
14 DIAS	VP1	VE1	VE1
	VP2	VE2	VE2
	VP3	VE3	VE3
28 DIAS	VP1	VE1	VE1
	VP2	VE2	VE2
	VP3	VE3	VE3

Fuente: Elaboración propia

Para realizar los ensayos, el material a usar fue los agregados que fueron adquiridos de la cantera Coishco-Rubén Provincia de chimbote, el cemento fue de Tipo I, el cual sus ensayos se realizaron en el laboratorio de mecánica de suelos para verificar nuestra hipótesis.

la muestra está constituida por 27 viguetas de concreto con un diseño de $f'c = 210$ kg/cm. 9 probetas para 0%, 9 probetas para 1.5%, 9 probetas para 2.5%. (Según Reglamento Nacional de Edificaciones).

Las técnicas e instrumentos de investigación se muestran en la siguiente tabla:

TABLA 11.

Recolección de información - Técnicas e instrumentos

Técnicas de Recolección de Información	Instrumento
observación científica	<ul style="list-style-type: none"> • guía de observación • resumen • fichas técnicas de las pruebas de laboratorio

Fuente: Elaboración propia

III. RESULTADOS

Agregados de la Cantera Coishco-Rubén

La Cantera COISHCO-RUBÉN se encuentra ubicada en la ciudad de Chimbote, entre las coordenadas UTM: E-762 281 y N-8 999 799 a una cota de 56 m.s.n.m. El material extraído por explotación es mediante cielo abierto y el proceso de obtención de agregados de diferente tamaño se lo consigue mediante trituración del material pétreo, posteriormente son clasificados por zarandeo mecánico.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de la cantera Coishco Rubén, de donde obtuvimos los agregados finos y gruesos para nuestra prueba experimental.



Figura 4. Zona de ubicación de la cantera Coishco-Rubén

Fuente: El Autor.

Los diferentes ensayos fueron realizados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayos de Materiales Geotecnia – Concreto - Asfalto de la Universidad San Pedro de Chimbote-Ancash.



Figura 5. *Recolección de los agregados de la cantera Coishco-Rubén.*

Fuente: El Autor

Una vez concluidos los ensayos y verificando que el material es apto para el concreto, se obtienen las proporciones en que se mezclan los componentes del concreto, a través del método de la viga simple cargada en el tercio de la luz.

Análisis Granulométrico

El ensayo granulométrico consiste en determinar la distribución de los tamaños de partículas de los agregados, mediante el cribado y respetando los límites establecidos en la norma ASTM C-136-06.

Tabla 12.

Rangos del agregado fino de la cantera

RANGOS DEL AGREGADO FINO	
TAMIZ ASTM	PORCENTAJE QUE PASA (%)
3/8"	100
N° 4	95 a 100
N° 8	80 a 100
N° 16	50 a 85
N° 30	25 a 60
N° 50	10 a 30
N° 100	2 a 15

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.011.



Figura 6. Análisis granulométrico del agregado fino (cuarteo y tamizado)

Fuente: el autor

Tabla 13.

Rangos del agregado grueso

RANGOS DEL AGREGADO GRUESO	
TAMIZ ASTM	PORCENTAJE QUE PASA
2''	100
1 ½''	95 a 100
1''	-
¾''	35 a 70
½''	-
⅜''	10 a 30
N° 4	0 a 5

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.011.



Figura 7.

Granulometría del agregado grueso (cuarteo y tamizado).

Fuente: El Autor.

Densidad aparente suelta y compactada: Se define como la relación entre la masa del agregado y su volumen, en el caso de la suelta la masa contiene mayor número de vacíos por el procedimiento del ensayo, mientras que para la compactada estos vacíos disminuyen. Los ensayos con los que se determinó estas densidades respetan la norma ASTM C-127.



Figura 8.
Peso unitarios de agregados (suelto y compactado).
Fuente: El Autor.

Densidad real y capacidad de absorción: La densidad real es el cociente entre el peso y el volumen de una masa determinada, la misma que luego se emplea para el cálculo del volumen ocupado por el agregado dentro de una mezcla de concreto, cabe recalcar que la densidad real depende de las características del material.



Figura 9.
Porcentaje de absorción (lavado y peso con estabilidad)
Fuente: El Autor.

La determinación de la densidad real del agregado fino grueso debe cumplir la norma ASTM C -136-06, AASHTO T 27. (ASTM C 117, para agregados finos y para agregados gruesos se sigue la norma ASTM C637).

Al momento de efectuar las densidades reales se obtiene además la capacidad de absorción, que es la cantidad de agua que puede absorber el agregado durante su inmersión en agua por 24 horas hasta que alcance la condición saturada superficie seca (Sss).

Contenido de humedad: El contenido de humedad es la cantidad de agua que contiene el agregado en su estado natural, depende de la porosidad de las partículas y del ambiente donde se encuentra dispuesto el material. La determinación de esta propiedad está basada en la norma ASTM C-127.



Figura 10.

Contenido de humedad (Peso y secado en el horno 24h)

Fuente: El Autor.

En las siguientes tablas se detallan los análisis granulométricos de los agregados finos y gruesos al igual que la gráfica de la curva granulométrica de los agregados de la cantera Coshco-Rubén en Chimbote.

TABLA 14
 Contenido de humedad agregado fino (ASTM D-2216)
 agregado fino (arena)

n°	descripción			
	Recipiente	18	16	15
1	Peso recipiente + Suelo húmedo	940.8	946.6	964.05
2	Peso recipiente + Suelo seco	937.8	943.4	960.9
3	Peso del Agua (1) - (2)	3	3.2	3.1
4	Peso Recipiente (gr)	206	204	205
5	Peso suelo Seco (2) - (4)	731.8	739.4	755.9
6	Humedad (3/5) x 100 (%)	0.41	0.42	0.42
	humedad promedio		0.42	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales – Univ. San Pedro.

TABLA 15.
 Contenido de humedad agregado grueso (ASTM D-2216)

AGREGADO GRUESO (GRAVA)				
N°	DESCRIPCION			
	Recipiente	6	5	1
1	Peso recipiente + Suelo húmedo	1175.8	1055.9	1115.85
2	Peso recipiente + Suelo seco	1172.8	1053.1	1112.85
3	Peso del Agua (1) - (2)	3	2.8	3
4	Peso Recipiente (gr)	208.4	166.4	187.4
5	Peso suelo Seco (2) - (4)	964.4	886.7	925.45
6	Humedad (3/5) x 100 (%)	0.31	0.32	0.32
	HUMEDAD PROMEDIO		0.32	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales – Univ. San Pedro.

TABLA 16.
Gravedad Específica Y Absorción Agregado Fino (Según Norma ASTM C-127)

Agregado fino (arena)		
identificación	9	5
A peso material superficialmente seca (en aire)	300.0	300.0
B peso frasco + h ₂ o	666.6	666.6
C peso frasco + h ₂ o + peso material	966.6	966.6
D peso del material + h ₂ o en el frasco	857.1	857.1
E volumen de masa + volumen de vacío = c – d	109.5	109.5
F peso de material seco en estufa (105° c)	297.2	297.2
G volumen de masa = e -(a - f)	106.7	106.7
peso específico bulk (base seca) = f/ e	2.71	2.71
peso específico bulk (base saturada) = a/ e	2.74	2.74
peso específico aparente (base seca) = f/g	2.79	2.79
% de absorción =((a- f)/f) x 100	0.94	0.94

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales – Univ. San Pedro.

TABLA 17.
Gravedad Específica Y Absorción Agregado grueso (Según Norma ASTM C-127)

AGREGADO GRUESO (GRAVA)		
IDENTIFICACION	21	46
A peso material saturado superficialmente seca (en aire)	880.4	947.1
B peso material saturado superficialmente seca (en agua)	571.2	616.3
C volumen de masas /volumen de vacíos = a – b	309.2	330.8
D peso material seco en estufa (105° c)	878.5	945.6
E volumen de masa = c - (a - d)	307.3	329.3
peso específico bulk(base seca) = d/c	2.841	2.857
peso específico bulk(base saturada) = a/c	2.847	2.863
peso específico parente (base seca) = d/e	2.859	2.874
% de absorción ((a- d)/d) x 100	0.22	0.20
Promedio	0.2	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales – Univ. San Pedro.

TABLA 18.
Peso Unitario compactado Del Agregado grueso

AGREGADO FINO (ARENA)						
tipo de peso unitario	peso unitario suelto			peso compactado		unitario
muestra n°	1	2	3	1	2	3
peso material + molde	7702	7720	7711	8248	8220	8234
peso del molde	3300	3300	3300	3300	3300	3300
peso del material	4402	4420	4411	4948	4920	4934
volumen del molde	2750	2750	2750	2750	2750	2750
peso unitario	1.601	1.607	1.604	1.799	1.789	1.794
peso unitario promedio	1.604			1.794		

TABLA 19.
Peso Unitario compactado Del Agregado Fino

AGREGADO GRUESO (GRAVA)						
TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO COMPACTADO		
MUESTRA N°	1	2	3	1	2	3
PESO MATERIAL + MOLDE	18900	18850	18875	19700	19900	19800
PESO DEL MOLDE	5050	5050	5050	5050	5050	5050
PESO DEL MATERIAL	13850	13800	13825	14650	14850	14750
VOLUMEN DEL MOLDE	9300	9300	9300	9300	9300	9300
PESO UNITARIO	1.489	1.484	1.487	1.575	1.597	1.586
PESO UNITARIO PROMEDIO	1.487			1.586		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales – Univ. San Pedro.

TABLA 20.

Granulometría del agregado grueso

AGREGADO GRUESO (GRAVA)					
PESO INICIAL :			1014.5	Gr	
Malla (pulg)	Abert. (mm)	peso Retenido	% ret. parcial	% acumulado	ret. % que pasa
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	4.8	4.8	95.2
3/4"	19.100	48.5	86.0	90.8	9.2
1/2"	12.500	872.6	9.2	100.0	0.0
3/8"	9.520	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 4	4.760	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 8	2.360	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 16	1.180	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 30	0.600	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 200	0.075	0.0	0.0	100.0	0.0
Total		1014.4	100		

Propiedades físicas	
Tamaño máximo nominal	3/4"
Huso	Ref. (ASTM C- 33)

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales – Univ. San Pedro.

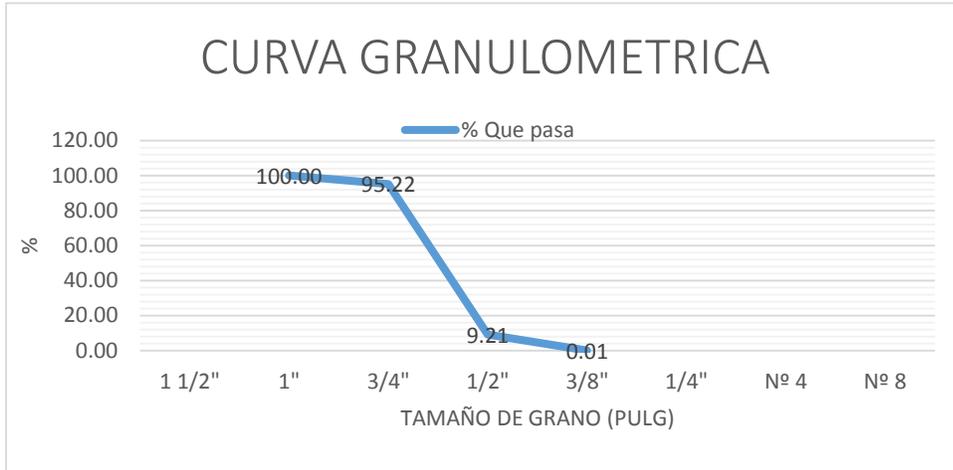


FIGURA 11. Granulometría del agregado grueso.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales – Univ. San Pedro.

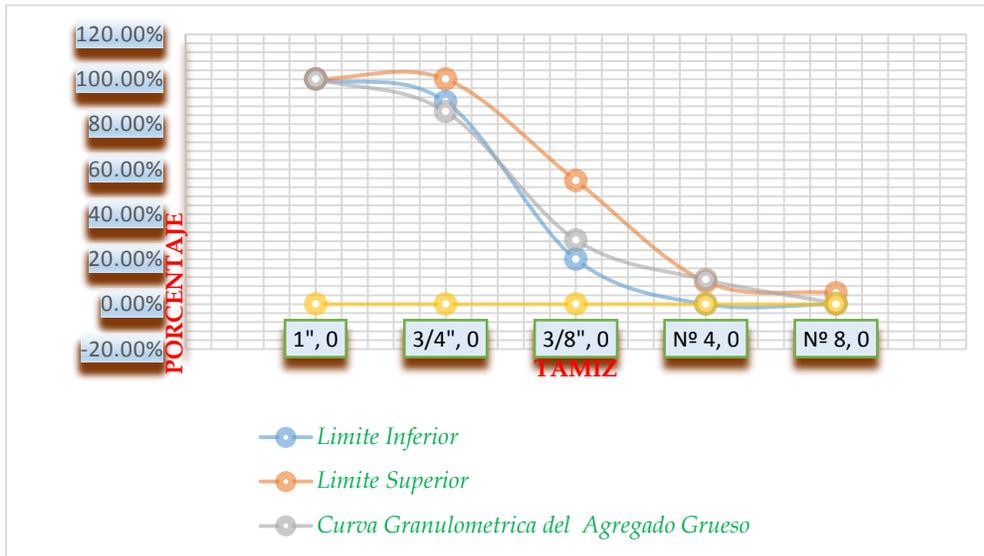


FIGURA 12. Curva granulometría del agregado grueso.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales – Univ. San Pedro.

TABLA 21.

Granulometría del agregado fino

AGREGADO GRUESO (GRAVA)					
Malla (pulg)	Abert. (mm)	peso Retenido	% ret. parcial	% acumulado	ret. % que pasa
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	95.2
3/4"	19.100	0.0	0.0	0.0	9.2
1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	0.0
3/8"	9.520	0.0	0.0	0.0	0.0
N° 4	4.760	0.5	0.1	0.1	99.9
N° 8	2.360	63.8	7.2	7.3	92.7
N° 16	1.180	177.9	20.1	27.3	72.7
N° 30	0.600	193.0	21.1	49.1	50.9
N° 50	0.300	173.0	19.5	68.6	31.4
N° 100	0.150	206.0	23.2	91.9	8.1
N° 200	0.08	67.1	7.6	99.5	0.5
plato	Astm c- 117-04	4.8	0.5	100.0	0.0
total		886.1	100.0		

Propiedades físicas	
Módulo de fineza	2.44

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales – Univ. San Pedro.

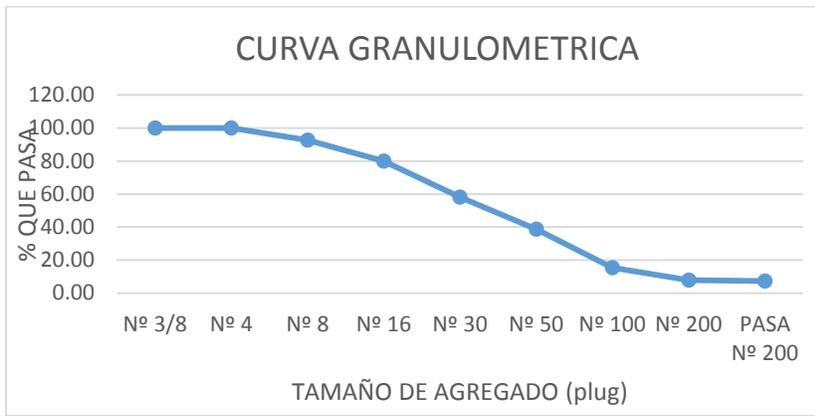


Figura 13. Granulometría del agregado fino

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales – Univ. San Pedro.

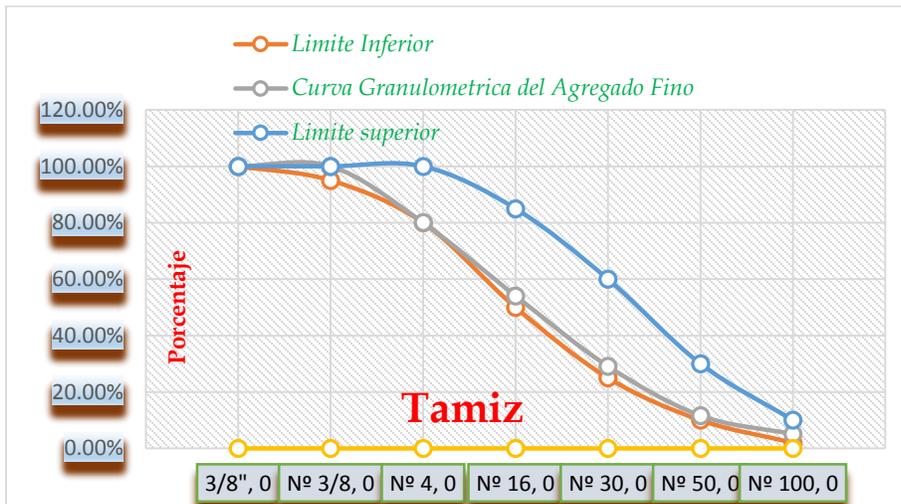


FIGURA 14. Curva granulométrica del agregado fino

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales – Univ. San Pedro.

Para el agregado grueso se ha obtenido el peso de la muestra de 1014.5 gr, donde el tamaño nominal máximo para el agregado grueso fue de 3/4"; para el agregado fino se ha obtenido el peso de la muestra de 889.1 gr y su módulo de fineza para este agregado fue de 2.44

Dosificación y armado de la viga de concreto

Para esta investigación se usó el método de la viga simple cargada en el tercio de la luz, con los datos obtenidos en los ensayos del laboratorio, para los diseños de las vigas patrón, y con la adición de la fibra de agave lechuguilla al 1.5% y 2.5%. La dosificación se hizo considerando tres vigas en cada caso y para las edades de los 7, 14 y 28 días de curado.

Tabla 22.

Vigas consideradas en la dosificación

vigas consideradas en la dosificación			
Caso	Edad (7 días)	edad (14 días)	edad (28 días)
(Viga patrón)	3 vigas	3 vigas	3 vigas
Concreto con fibra al 1.5%	3 vigas	3 vigas	3 vigas
Concreto con fibra al 2.5%	3 vigas	3 vigas	3 vigas

Fuente: El Autor.

Elaboración de vigas de concreto armado

Determinadas las cantidades de material (ver las tablas N° 33, 34 y 35) necesarias para elaborar tres vigas de concreto se procedió de la siguiente manera:

Se pesó los materiales empleados en la mezcla de concreto como son: agua, arena, piedra chancada, cemento y el alambre.

La mezcla se realizó en una concreteira de un saco, antes se cercioró que la misma se encuentre limpia y sin restos de material. Con la concreteira encendida se colocó en su interior un poco de agua, la totalidad de ripio y cemento; posteriormente la arena y el resto de agua, y se mezcló durante cinco minutos.

Para las vigas con alambres, luego de los cinco minutos de mezcla, con la concreteira aún encendida se adicionó el porcentaje correspondiente alambre y se mezcló dos minutos más.

La mezcla se vertió en carretillas, luego se transportó hacia los moldes de madera donde se elaboró los especímenes, primero se puso una capa de 5 cm de la mezcla se espacio por todo el molde luego se procedió a dar 71 golpes sobre la mezcla. luego se procedió a cubrir con el concreto todo el molde, donde también se procedió a realizar a dar 71 golpes con la vara, para que de esta forma el concreto se amolde con la estructura, hasta que la superficie vista de la capa se torne lisa.

Dosificación de materiales

TABLA 23.

Proporción De Materiales Utilizado Para el concreto patrón.

Descripción	Cemento (kg)	Agua (lt)	Ag. fino (kg)	Ag. Grueso (kg)
Patrón (1und.)	4.066	2.787	11.483	14.083
Patrón (3und.)	12.198	8.361	34.449	42.249

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales – Univ. San Pedro.

TABLA 24.

Proporción De Materiales Utilizado Para el concreto experimental con el 1.5% de alambre n° 16

Descripción	Cemento	Alambre	Agua	Ag. fino	Ag. Grueso
	(kg)	n° 16 1.5%	(lt)	(kg)	(kg)
Exper (1und.)	4.066	4.62	2.787	11.483	14.083
Exper (3und.)	13.89	13.86	8.361	35.649	42.249

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales – Univ. San Pedro.

TABLA 25.

Proporción De Materiales Utilizado Para el concreto experimental con el 2.5% de alambre n° 16

Descripción	Cemen	Alambre	Agua	Ag. fino	Ag. Grueso
	to (kg)	n° 16 2.5%	(lt)	(kg)	(kg)
Exper (1und.)	4.066	7.71	2.787	11.483	14.083
Exper (3und.)	13.89	23.13	8.361	35.649	42.249

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales – Univ. San Pedro.

TABLA 26.

Proporción total De Materiales Utilizados para las 27 viguetas.

Descripción	Cemento	Alambre n°16	Agua	Ag. fino	Ag. Grueso
	(kg)	1.5% (kg)	(lt)	(kg)	(kg)
muestra	109.782	41.13 69.39	75.249	310.041	380.241

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales – Univ. San Pedro.

Diseño de la viga patrón y experimental.

El diseño de la mezcla de la viga patrón, se hará empleando el método del ACI, la resistencia a la compresión de diseño promedio 210 kg/cm^2 , con ensayos a los 7, 14 y 28 días.



Figura 15. Elaboración de las vigas patrón (9).

Fuente: El Autor.



Figura 16. Elaboración de las vigas de concreto 1.5% y 2.5% con alambre n° 16

Fuente: El Autor.

Tabla 27.

Diseño de la viga Patrón (Sin fibra 0%).

cemento		
Cemento Pacasmayo Tipo I		
Peso específico	3.10	gr/cm2
agregado fino		
Peso específico	2.71	gr/m3
Porcentaje de absorción (%)	0.94	%
Contenido de humedad (%)	0.42	%
Peso unitario suelto seco	1597	kg/m2
Peso unitario compactado seco	1789	kg/m2
Módulo de fineza	2.44	

agregado grueso		
Peso específico	2.85	kg/m ³
Perfil	Angular	
Porcentaje de absorción (%)	0.2	%
Contenido de humedad (%)	0.32	%
Peso unitario suelto	1482	kg/m ²
Peso unitario compactado	1581	kg/m ²
T.M.N. (NTP)	3/4"	
Absorción	0.21	%

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales Univ. San Pedro

- a) 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".
- b) 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 nominal de 3/4", el volumen unitario del agua es de 205 lt/m³.
- c) Relación agua/cemento (A/C): En base a la resistencia requerida a la compresión se toma el valor correspondiente de la relación agua/cemento de 0.684.
- d) Factor de Cemento: Este factor es de 7.05 bolsas/m³

$$FC = 205 / 0.684 = \text{relación agua cemento}$$

$$FC = 299.71 \text{ kg/m}^3$$

$$FC = 7.05 \text{ bolsas/m}^3$$

e) Valores de diseño corregidos

Cemento	299.708kgm ³
Agua afectiva	207.898 lts/m ³
Agr. Fino	790.149 kg/m ³
Agr. Grueso	1110.160 kg/m ³

f. proporción en peso

$$\frac{299.71}{299.71} : \frac{790.149}{299.71} : \frac{1110.16}{299.71}$$

1: 2.64: 3.70: 29.48lts/bolsa

g. proporción en volumen

1: 2.47: 3.74: 29.48ltsbolsa

EXPERIMENTAL 1.5% y 2.5%

45

Factor de Cemento: Este factor es de 7.05 bolsas/m³

$$FC = 205 + 0.8 / 0.684$$

$$FC = 300.88 \text{ kg/m}^3$$

$$FC = 7.08 \text{ bolsas/m}^3$$

Diseño de mezcla (adición 1.5%)

Tabla 28.

Diseño de la viga (adición 1.5%).

cemento		
Cemento Pacasmayo Tipo I		
Peso específico	3.10	gr/cm ²
agregado fino		
Peso específico	2.71	gr/m ³
Porcentaje de absorción (%)	0.94	%
Contenido de humedad (%)	0.42	%
Peso unitario suelto seco	1597	kg/m ²
Peso unitario compactado seco	1789	kg/m ²
Módulo de fineza	2.44	
agregado grueso		
Peso específico	2.85	kg/m ³
Perfil	Angular	
Porcentaje de absorción (%)	0.2	%
Contenido de humedad (%)	0.32	%
Peso unitario suelto	1482	kg/m ²
Peso unitario compactado	1581	kg/m ²
T.M.N. (NTP)	3/4"	
Absorción	0.21	%

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales Univ. San Pedro

- f) 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".
- g) 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 nominal de 3/4", el volumen unitario del agua es de 205 lt/m³.
- h) Relación agua/cemento (A/C): En base a la resistencia requerida a la compresión se toma el valor correspondiente de la relación agua/cemento de 0.684.
- i) Factor de Cemento: Este factor es de 7.05 bolsas/m³

$$FC = 205 / 0.684 = \text{relación agua cemento}$$

$$FC = 299.71 \text{ kg/m}^3$$

$$FC = 7.05 \text{ bolsas/m}^3$$

- j) Volúmenes absolutos

Cemento	0.097 m ³
1.5 alambre circular n 16%	0.015 m ³
Agua efectiva	0.205 m ³
Agregado fino	0.290 m ³
Agregado grueso	0.388 m ³
Aire	<u>0.020 m³</u>
	1.015 m ³

- k) Pesos secos

Cemento	299.71 kg/m ³
1.5 alambre circular n 16%	35.973 kg/m ³
Agua efectiva	205.00 kg/m ³

Agregado fino	786.83 kg/m ³
Agregado grueso	1106.65 kg/m ³

l) Valores de diseño corregidos

Cemento	299.708kg/m ³
1.5 alambre circular n 16%	36.119 kg/m ³
Agua afectiva	220.10 lts/m ³
Agr. Fino	790.15 kg/m ³
Agr. Grueso	1110.16 kg/m ³

f. proporción en peso

$$\frac{299.71}{299.71} : \frac{790.149}{299.71} : \frac{1110.16}{299.71} : \frac{36}{299.71}$$

1: 2.64: 3.70: 0.12 31.21lts/bolsa

Diseño de mezcla (adición 2.5%)

Tabla 29.

Diseño de la viga (adición 1.5%).

<u>cemento</u>		
Cemento Pacasmayo Tipo I		
Peso específico	3.10	gr/cm ²
<u>agregado fino</u>		
Peso específico	2.71	gr/m ³
Porcentaje de absorción (%)	0.94	%
Contenido de humedad (%)	0.42	%
Peso unitario suelto seco	1597	kg/m ²
Peso unitario compactado seco	1789	kg/m ²
Módulo de fineza	2.44	
<u>agregado grueso</u>		
Peso específico	2.85	kg/m ³
Perfil	Angular	
Porcentaje de absorción (%)	0.2	%
Contenido de humedad (%)	0.32	%
Peso unitario suelto	1482	kg/m ²
Peso unitario compactado	1581	kg/m ²
T.M.N. (NTP)	3/4"	
Absorción	0.21	%

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales Univ. San Pedro

- m) 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”.
- n) 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 nominal de 3/4”, el volumen unitario del agua es de 205 lt/m3.
- o) Relación agua/cemento (A/C): En base a la resistencia requerida a la compresión se toma el valor correspondiente de la relación agua/cemento de 0.684.
- p) Factor de Cemento: Este factor es de 7.05 bolsas/m3

$$FC = 205 / 0.684 = \text{relación agua cemento}$$

$$FC = 299.71 \text{ kg/m}^3$$

$$FC = 7.05 \text{ bolsas/m}^3$$

- q) Volúmenes absolutos

Cemento	0.097 m3
1.5 alambre circular n 16%	0.015 m3
Agua efectiva	0.205 m3
Agregado fino	0.290 m3
Agregado grueso	0.388 m3
Aire	<u>0.020 m3</u>
	1.025 m3

r) Pesos secos

Cemento	299.71 kg/m ³
1.5 alambre circular n 16%	59.955 kg/m ³
Agua efectiva	205.00 kg/m ³
Agregado fino	786.83 kg/m ³
Agregado grueso	1106.65 kg/m ³

s) Valores de diseño corregidos

Cemento	299.708kg/m ³
1.5 alambre circular n 16%	60.198 kg/m ³
Agua afectiva	220.10 lts/m ³
Agr. Fino	790.15 kg/m ³
Agr. Grueso	1110.16 kg/m ³

f. proporción en peso

$$\frac{299.71}{299.71} : \frac{790.149}{299.71} : \frac{1110.16}{299.71} : \frac{60.20}{299.71}$$

$$1: 2.64: 3.70: 0.12 \quad 31.21\text{lts/bolsa}$$

Resistencia a la flexión del concreto - **PATRÓN** por método de la viga simple cargada en el tercio de la luz (ASTM C- 78, MTC E- 709 - 2000)

Tesis: resistencia a la flexión de un concreto de $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 1.5% y 2.5% de alambres n° 16

Cantera: agregado: coishco - ruben

TABLA 30.

Ensayos a la flexión Patrón de los 7, 14 y 28 días

ESPECIMEN		FECHA			ANC HO	ALTUR A	LONGIT UD	CARG A	MODEL O DE ROTURA	MODUL O DE ROTURA prom.
N	ELEMEN TO	MOLDE O	ROTUR A	ED AD	b(cm)	d(cm)	L(cm)	P(kg)	R(kgcm ²)	R(kgcm ²)
1	P 1	26/02/19	05/03/19	7	15.3	15.5	45	2192.0	26.83	
2	P 2	26/02/19	05/03/19	7	15.5	15.5	45	2365.0	28.58	27.84
3	P 3	26/02/19	05/03/19	7	15.3	15.5	45	2295.0	28.10	
4	P 4	26/02/19	12/03/19	14	15.6	15.5	45	3797.0	45.59	
5	P 5	26/02/19	12/03/19	14	16.1	15.3	45	3742.0	44.68	43.00
6	P 6	26/02/19	12/03/19	14	15.8	16	45	3481.0	38.73	
7	P 7	26/02/19	26/03/19	28	15.6	15.5	45	3250.0	39.02	
8	P 8	26/02/19	26/03/19	28	16	15.8	45	4399.0	49.56	45.85
9	P 9	26/02/19	26/03/19	28	15.5	15.9	45	4265.0	48.98	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales Univ. San Pedro

Resistencia a la flexión del concreto – **EXPERIMENTAL AL 1.5%**
 por método de la viga simple cargada en el tercio de la luz (ASTM C- 78,
 MTC E- 709 - 2000)

Tesis: resistencia a la flexión de un concreto de $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando
 1.5% y 2.5% de alambres n° 16

Cantera: agregado: coishco – ruben

TABLA 31.

Ensayos a la flexión experimental al 1.5% de los 7, 14 y 28 días

ESPECIME N	FECHA		ANCH O	ALTUR A	LONGIT UD	CARG A	MODUL O DE ROTURA	MODUL O DE ROTURA prom.		
N	ELEME NTO	MOLDE O	RITURA	ED AD	b(cm)	d(cm)	L(cm)	P(kg)	R(kgcm ²)	R(kgcm ²)
1	E 1	02/04/19	09/04/19	7	16	15.5	45	2761.0	32.32	
2	E 2	02/04/19	09/04/19	7	15.6	15.8	45	2759.0	31.88	32.31
3	E 3	02/04/19	09/04/19	7	15.4	16	45	2866.0	32.71	
4	E 4	02/04/19	16/04/19	14	15.3	15.1	45	3042.0	39.24	
5	E 5	02/04/19	16/04/19	14	15.2	15.3	45	2291.0	28.97	33.09
6	E 6	02/04/19	16/04/19	14	15.2	15.2	45	2424.0	31.06	
7	E 7	02/04/19	30/04/19	28	15.4	15.4	45	3356.0	41.35	
8	E 8	02/04/19	30/04/19	28	15.3	15.5	45	3259.0	39.90	40.25
9	E 9	02/04/19	30/04/19	28	15.3	15.05	45	3042.0	39.50	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales Univ. San Pedro

Resistencia a la flexión del concreto – **EXPERIMENTAL AL 2.5%** por método de la viga simple cargada en el tercio de la luz (ASTM C- 78, MTC E-709 - 2000)

Tesis: resistencia a la flexión de un concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 1.5% y 2.5% de alambres n° 16

Cantera: agregado: coishco – ruben

TABLA 32.

Ensayo de flexión experimenta 2.5 % de 7, 14 y 28 días

ESPECIMEN		FECHA			ANCH	ALTUR	LONGIT	CARG	MODUL	MODUL
N					O	A	UD	A	O DE	O DE
									ROTURA	ROTURA
									prom.	
N	ELEME	MOLDE	ROTUR	EDA	b(cm)	d(cm)	L(cm)	P(kg)	R(kgcm ²)	R(kgcm ²)
	NTO		A	D						
1	E 1	02/04/19	09/04/19	7	15.8	16	45	2823.0	31.41	
2	E 2	02/04/19	09/04/19	7	15.5	15.7	45	2522.0	29.70	32.27
3	E 3	02/04/19	09/04/19	7	15.4	15.4	45	2898.0	35.71	
4	E 4	02/04/19	16/04/19	14	15.1	15	45	3026.0	40.08	
5	E 5	02/04/19	16/04/19	14	15.5	15.2	45	3283.0	41.25	40.69
6	E 6	02/04/19	16/04/19	14	15.3	15.02	45	3124.0	40.73	
7	E 7	02/04/19	30/04/19	28	15	15	45	3423.0	45.64	
8	E 8	02/04/19	30/04/19	28	15.04	15.03	45	3505.0	46.42	46.32
9	E 9	02/04/19	30/04/19	28	15.01	15.02	45	3529.0	46.90	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales Univ. San Pedro

Según apreciamos con los resultados obtenidos, podemos concluir que con el material adicionado con el 1.5% y 2.5% las resistencias iniciales a los 28 días son superiores en cuanto a comparación al patrón.

En cuanto a las resistencias a los 7 días son inferiores en cuanto a comparación al patrón.

Ensayos de flexión (kg/cm²) de concreto patrón y experimentales con 1.5% y 2.5% adicionando a los 7 días de edad.

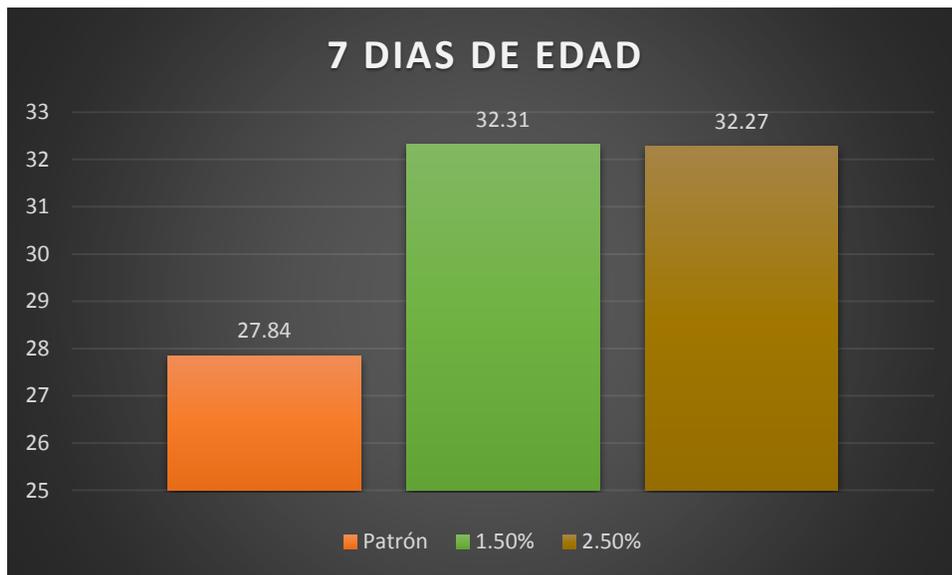


Figura 17: Resistencia a la flexión (Kg/cm²) a los 7 días

Fuente: el autor

Ensayos de flexión (kg/cm²) de concreto patrón y experimentales con 1.5% y 2.5% adicionando a los 14 días de edad.

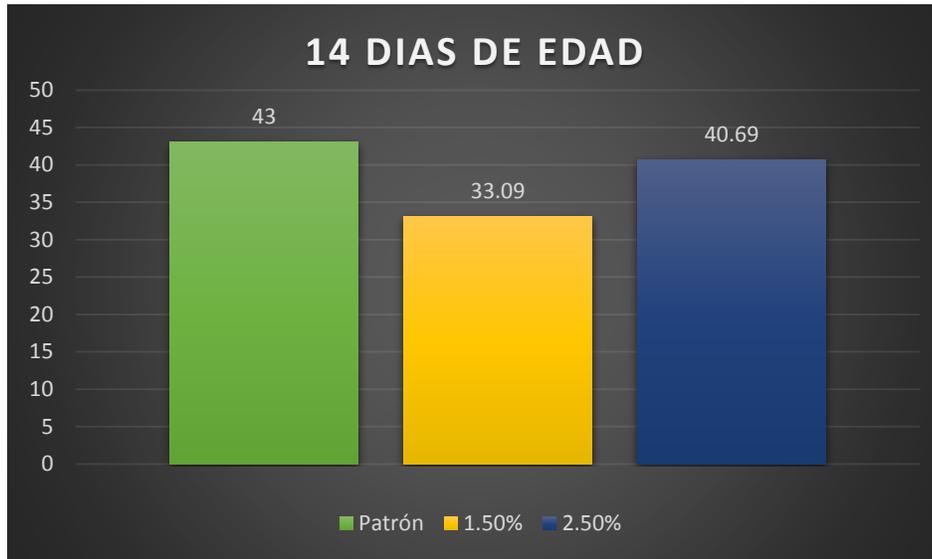


Figura 18: Resistencia a la flexión (Kg/cm²) a los 14 días
Fuente: el autor

Ensayos de flexión (kg/cm²) de concreto patrón y experimentales con 1.5% y 2.5% adicionando a los 28 días de edad.

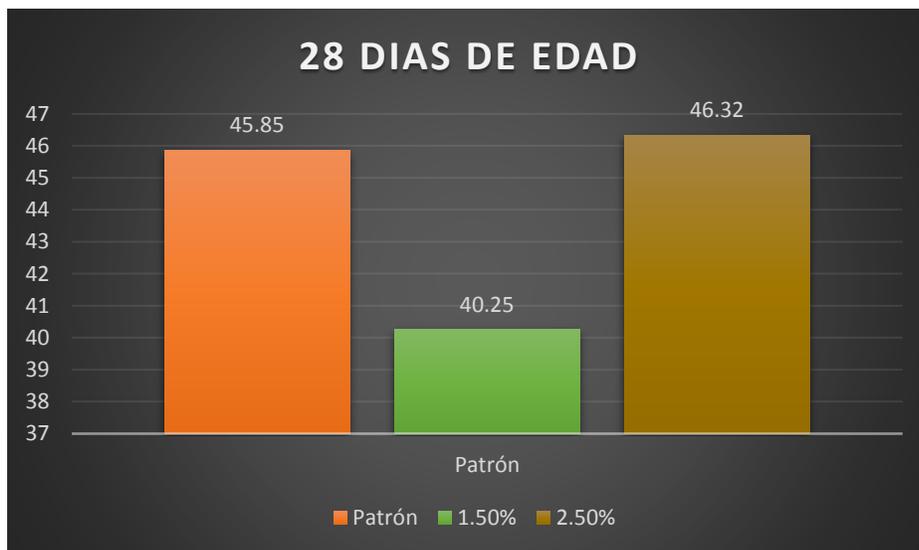


Figura 19: Resistencia a la flexión (Kg/cm²) a los 28 días
Fuente: el autor

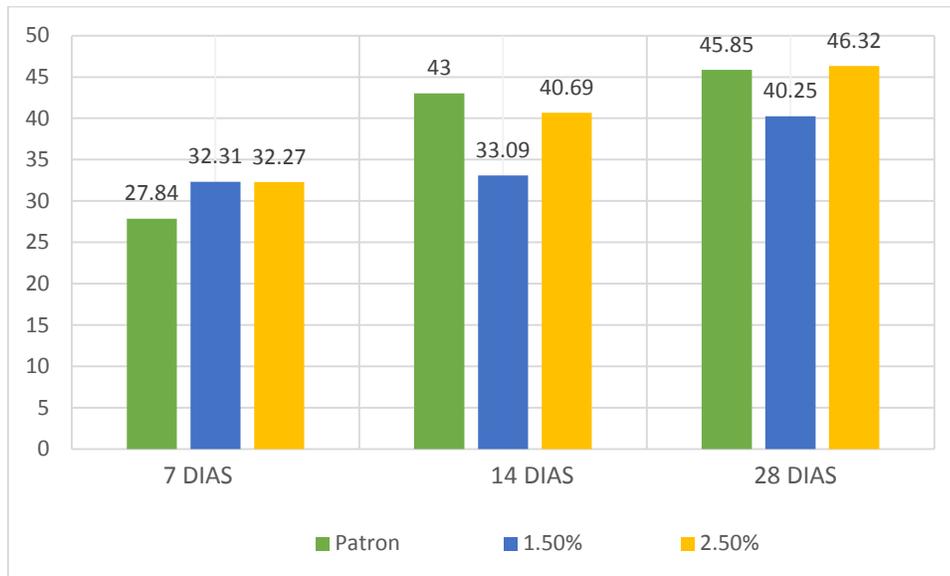


Figura 20: Resistencia a la flexión (Kg/cm²)
Fuente: el autor

TABLA 33
Resistencias a la flexión promedio de los alambres circular N°16

Días de curado	Resistencia a la flexión con porcentaje de alambre		
	Patrón	1.5%	2.5%
7	27,84	32,3	32,27
14	43,00	33,09	40,69
28	45,85	40,58	46,32

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio, USP

En la tabla 33 se puede apreciar que las resistencias a la flexión de las vigas de concreto 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 (con un $p > 0.05$ para cada tratamiento) y homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene ($p = 0.350$ y $p > 0.05$) de las resistencias medias obtenidas en las vigas de concreto en cada tratamiento (adición de un porcentaje de alambre redondo N° 16) se procedió a realizar la prueba ANOVA

Tabla 34:

Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a flexión de las vigas de concreto.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Adición de un porcentaje alambre	33,198	2	16,599	1,228	,384
Días de curado	275,139	2	137,570	10,180	,027
Error	54,056	4	13,514		
Total	362,394	8			

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio, USP.

En la tabla 34 se puede visualizar que para la adición de un porcentaje de alambre redondo N° 16 (en 0%, 1.5% y 2.5%) el $p\text{-value} > \alpha$ ($p = 0.384$, $p > 0.05$) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para aceptar la hipótesis nula (H_0 : resistencias a la flexión iguales). Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia las resistencias medias de flexión (en kg/cm²) logradas en las vigas de concreto, con adición de alambre redondo N° 16 en 0%, 1.5%, y 2.5%, son iguales. Es decir, no existe una diferencia significativa entre las resistencias medias de flexión de las vigas de concreto.

También se tienen que para los días de curado $p\text{-value} < \alpha$ ($p=0.027$, $p < 0.05$) entonces podemos decir que las resistencias medias de flexión de las vigas de concreto son diferentes a consecuencia de los días de curado (existe un efecto significativo de los días de curado en las resistencias medias de flexión).

Por lo tanto, la hipótesis planteada fue: “Cuando se adiciona 1.5 y 2.5% alambre N°16 a un concreto $f'c= 210$ mejoraría su resistencia a flexión.”

Luego de analizar los resultados obtenidos en los diferentes ensayos de laboratorio se verifica que las vigas con alambre N°16 dispersas mejoran su comportamiento a la flexión, cuando la mezcla tenga en su composición la adición del 2.5% a los 28 días llega a obtener una resistencia a la flexión en 46.32 kg/cm^2 .

Por tanto, nuestra hipótesis se cumple parcialmente.

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

En la relación con antecedentes, lo siguiente:

Arriola (2013), en su investigación “análisis y evaluación del revenimiento y parámetros resistentes a compresión del concreto adicionado con clavos de acero tipo grapas tridimensionales” en la Universidad Andina del Cusco.

- Se logró determinar que el porcentaje de adición del 1.5% es el más óptimo encontrado ya que nos dan las resistencias a compresión más altas que en los tres casos de estudio para los concretos patrón, se verifico que al seguir aumentando el porcentaje de adición de clavos que a partir del 1.5% la resistencia a la compresión disminuye debido a que se empobrece la pasta del concreto como también no hay una buena distribución de los clavos de acero lo que implica que se entrelacen entre ellos los que se forma zonas más rígidas y zona más frágiles por donde falla el concreto.

Si comparamos con respecto a mi estudio se pude apreciar que el testigo patrón sobrepaso el porcentaje de resistencia estándar requerida a los 7, 14 y 28 días, el porcentaje de adición del 2.5% es el más óptimo cuanto más alambre la resistencia a flexión aumenta debido que los alambres cumplen la función concreto reforzado.

De los ensayos realizados, se puede mencionar:

En las tablas N°14, 16, y 18 se puede observar que el agregado con alambre tiene mayor peso unitario en comparación con el agregado grueso, también tiene mayor porcentaje de absorción, se puede decir que por esta razón es que con la sustitución del 2.5% de alambre tiene un aumento de resistencia ya que de acuerdo al peso unitario del alambre tiene mayor porosidad lo cual esto conlleva a tener mayor resistencia.

En la figura N°20, se observa cómo va aumentando la resistencia del patrón y los experimentales de acuerdo a los días de curado, el patrón tiene un aumento de 15.16 Kg/cm² respecto a los 7 días y 2.85 Kg/cm² con los 28 días el experimental del 2.5% de adición tiene un aumento de 8.42 Kg/cm² con los 7 días, de la misma manera un 5.63% con los 28 días.

En la tabla N° 33, Ensayos de flexión del concreto patrón y experimentales en porcentajes, se observa como incrementa la resistencia a medida que los días de curado son mayores, alcanzando la mayor resistencia con la adición del 2.5% (46.32 a 28 días) el concreto patrón alcanzo una resistencia de (45.85 a 28 días).

De la tabla N° 44, podemos decir que estadísticamente por el ensayo de ANOVA las adición al 0%, 1.5% y 2.5% son diferentes. Es decir, no existe una diferencia significativa entre las resistencias medias de flexión de las vigas de concreto.

V. CONCLUSIONES

En la presente investigación llego a las siguientes conclusiones:

La relación agua cemento para el patrón, sustitución del 1.5%, 2.5% fueron $A/C = 0.67$ y 0.684 , respectivamente, siendo el factor más importante en el diseño de mezclas del concreto, se tomó en cuenta el tamaño máximo nominal que fue de $3/4$ y tipo de agregado: piedra, perfil angular

La relación agua cemento para un metro cubico de la viga patrón y para las vigas al 1.50% y 2.50% con la adición de alambre fueron: cemento 299.709 kg/m^3 , agua efectiva 207.898 lt/cm^3 , agregado fino 790.149 kg/m^3 , arena gruesa 1110.160 kg/m^3 con las adiciones de alambre n° 16 todas estas vigas fueron curadas a los 7, 14 y 28 días, con muestras de ensayos 9 por cada viga, haciendo un total de 27 vigas.

Los resultados favorables obtenidos fueron las pruebas de la resistencia a la flexión en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con la adición de alambre al 2.5% a los 28 días de curado, teniéndose una resistencia de 46.32 kg/cm^2 con respecto a la viga patrón que sólo alcanzo la resistencia a 45.85 kg/cm^2 , obteniéndose un incrementó en su resistencia a la flexión en 0.47%. Los alambres tienen significativas propiedades físico-mecánicas, tal como su resistencia última a tracción, que les permite ser consideradas como refuerzo en el concreto.

El concreto experimental que más resistencia obtuvo fue a los 28 días, fue el de la adición del 2.5% de alambres reciclados

VI. RECOMENDACIONES

Para comprobar si el material sigue ganando resistencia, se debe alargar las edades de curado en 60, 120 y 180 días, para así poder tener una mejor visión sobre la resistencia.

Continuar con estudios e investigaciones donde se incorporen diferentes porcentajes de adición de alambres de diferentes tamaños y números por ejemplo 3% y 5% para así tener un panorama más amplio en el estudio de este material y optimizar su porcentaje de adición.

El uso de concreto con una proporción del 2.5% de alambres y una resistencia a la compresión de $f_c=210\text{Kg/cm}^2$, puede ser utilizados en concretos estructurales como vigas chatas, columnas, etc. Por otra parte se puede aplicar en pavimentos rígidos

Continuar con estudios e investigaciones donde se incorporen diferentes porcentajes con alambres en el concreto al ser usado en el presente trabajo para conocer la influencia que puedan tener en la resistencia a flexión del concreto.

Desarrollar una mayor variedad de relación agua / cemento, para crear tablas con diferentes diseños en la adición del alambre en el concreto para vigas

AGRADECIMIENTOS

Mi eterno agradecimiento a mi madre Maruja Ocaña Alejo, por la oportunidad de ser alguien en esta vida otorgándome una educación de calidad por su apoyo en la conducción de mi vida profesional basado en los principios morales; su gran amor de madre que tanto he necesitado y que siempre necesitare en mi vida profesional.

A mis hermanas: Anali y Medalith por su apoyo incondicional y sus mejores deseos para lograr lo que me propuse alcanzar.

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a los distinguidos maestros de la escuela de Ingeniería Civil de la San Pedro Huaraz, quienes con sus sabias enseñanzas y ejemplos me guiaron y orientaron durante el tiempo que tuve la condición de estudiante a mi desarrollo profesional y personal, sobre todo mi reconocimiento a mi asesor ING. Castañeda Gamboa, Rogelio Fermín

Finalmente, a todas aquellas personas que de una u otra forma me brindaron su colaboración y apoyo para la realización y culminación del presente trabajo de investigación. Gracias.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abanto Castillo, F. (1995). Tecnología del concreto, Perú: Universidad Mayor de San Marcos.

Amziane (2008). Estimación del tiempo de fraguado

Apraiz, José (1961). Aceros Especiales - Editorial Dossat. Madrid

ASTM C7 Y INTINTEC 339.07. Procedimiento de ensayo

German (2010), "influencia del sistema de sujeción con alambre para armadura en concreto armado".

Pasquel, (1992). Tópicos de tecnología del concreto en el Perú.

Gonzales, M. (2004), "Tecnología Del Concreto Diseño De Mezclas"

Harmsem, (2005). Curado del concreto

Harzen, T. (2002), "Diseño de Estructuras de Concreto Armado" (Tercera Edición)

ITINTEC 341.130. Alambres de Acero, Método de ensayo enrollado.

Macaferri, empresa en proyectos de ingeniería civil aplicando doble tensión, muros de suelo reforzado y geosintéticos.

Neville, Adam M. (1999). Tecnología del Concreto. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. México.

NTP 400.012. (2001). Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

NTP 400.037. (2001). Agregados. Análisis granulométrico del agregado grueso.

Norma Internacional ISO 6892 (1999), Metal/k Materials- Tensile testing at Ambient Temperature

Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción (2006), tiempo de fraguado del concreto.

Parker, M. Charles (1968). Metalurgia de Aceros de Calidad Editorial AguiJar S.A. Madrid

Paolo (2017), “EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y REVENIMIENTO DE UN CONCRETO F'C=210 KG/CM² ADICIONADO CON FIBRAS DE ALAMBRE GALVANIZADO EN FORMA DE PÚAS VS RECTILÍNEAS CON GANCHOS, EN PORCENTAJES DE 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% Y 2.5%”.

Garcés (2011), en su investigación “INCIDENCIA DE LA FIBRA METÁLICA DRAMIX 65/35-B EN PAVIMENTOS RÍGIDOS DE TEMPRANA EDAD”

Pinto y Hover, (2001). Dosificación de una mezcla de concreto

Powers, S. (1932) y Scanlon, M. (1994). Del American Concrete Institute (ACI)

Rivva López, Enrique. (2007). Tecnología del Concreto. Diseño de mezclas. Segunda Edición.

Sika, (2010). Manual de productos

ANEXOS

ANEXO N° 01

Certificados de laboratorio de Mecánica de Suelos y

Ensayo de Materiales



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO (ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH. AMANCIO OCAÑA CLINTON
TESIS : RESISTENCIA A LA FLEXION DE UN CONCRETO F'c=210 KG/CM2 ADICIONANDO
1.5% Y 2.5% ALAMBRES CIRCULARES N° 16
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 21/05/2017

PRUEBA N°	01	02	03
TARA N°			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	1175.8	1055.9	1115.85
TARA + SUELO SECO (gr)	1172.8	1053.1	1112.85
PESO DEL AGUA (gr)	3	2.8	3
PESO DE LA TARA (gr)	208.4	166.4	187.4
PESO DEL SUELO SECO (gr)	964.4	886.7	925.45
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.31	0.32	0.32
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		0.32	


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
DEHE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



**CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO
(ASTM D-2216)**

SOLICITA : BACH. AMANCIO OCAÑA CLINTON
TESIS : RESISTENCIA A LA FLEXION DE UN CONCRETO FC=210 KG/CM2 ADICIONANDO
1.5% Y 2.5% ALAMBRES CIRCULARES N° 16
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 21/05/2017

PRUEBA N°	01	02	03
TARA N°			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	940.8	946.6	964.05
TARA + SUELO SECO (gr)	937.8	943.4	960.9
PESO DEL AGUA (gr)	3.0	3.2	3.1
PESO DE LA TARA (gr)	206	204	205
PESO DEL SUELO SECO (gr)	731.8	739.4	755.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.41	0.43	0.42
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		0.42	

 **UNIVERSIDAD SAN PEDRO**
FACULTAD DE INGENIERÍA
Lab. Mecánica de Suelos / Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE



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

SOLICITA : BACH. AMANCIO OCAÑA CLINTON
TESIS : RESISTENCIA A LA FLEXION DE UN CONCRETO F'C=210 KG/CM2 ADICIONANDO
1.5% Y 2.5% ALAMBRES CIRCULARES N° 16
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 21/05/2017

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	880.40	947.10
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	571.20	616.30
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A-B)	309.20	330.80
D	Peso de material seco en estufa	878.50	945.20
E	Volumen de masa (C-(A-D))	307.30	328.90
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.841	2.857
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.847	2.863
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.859	2.874
F	Absorción (%) ((D-A)/A)x100	0.22	0.20

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.849
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.855
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.866
Absorción (%) : 0.21


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE



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

SOLICITA : BACH. AMANCIO OCAÑA CLINTON
 TESIS : RESISTENCIA A LA FLEXION DE UN CONCRETO F'C=210 KG/CM2 ADICIONANDO
 1.5% Y 2.5% ALAMBRES CIRCULARES Nº 16
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 21/05/2017

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire) gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua gr.	666.60	666.60
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B) cm ³	966.60	966.60
D	Peso de picnometro + agua + material gr.	857.10	857.10
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D) cm ³	109.50	109.50
F	Peso de material seco en estufa gr.	297.20	297.20
G	Volumen de masa (E-(A-F))	106.70	106.70
H	P.e. Bulk (Base Seca) F/E	2.714	2.714
I	P.e. Bulk (Base Saturada) A/E	2.740	2.740
J	P.e. Aparente (Base Seca) F/E	2.785	2.785
K	Absorción (%) ((D-A)/A)x100	0.94	0.94

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.714
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.740
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.785
 Absorción (%) : 0.94


 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE



PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : BACH. AMANCIO OCAÑA CLINTON
TESIS : RESISTENCIA A LA FLEXION DE UN CONCRETO FC=210 KG/CM2 ADICIONANDO
1.5% Y 2.5% ALAMBRES CIRCULARES N° 16
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 21/05/2017

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	18900	18850	18875
Peso de molde	5050	5050	5050
Peso de muestra	13850	13800	13825
Volumen de molde	9300	9300	9300
Peso unitario (Kg/m ³)	1489	1484	1487
Peso unitario prom. (Kg/m³)		1487	
CORREGIDO POR HUMEDAD		1482	

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19700	19900	19800
Peso de molde	5050	5050	5050
Peso de muestra	14650	14850	14750
Volumen de molde	9300	9300	9300
Peso unitario (Kg/m ³)	1575	1597	1586
Peso unitario prom. (Kg/m³)		1586	
CORREGIDO POR HUMEDAD		1581	

 **UNIVERSIDAD SAN PEDRO**
FACULTAD DE INGENIERIA
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE



PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : BACH. AMANCIO OCAÑA CLINTON
TESIS : RESISTENCIA A LA FLEXION DE UN CONCRETO FC=210 KG/CM2 ADICIONANDO
1.5% Y 2.5% ALAMBRES CIRCULARES N° 16
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 21/05/2017

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7702	7720	7711
Peso de molde	3300	3300	3300
Peso de muestra	4402	4420	4411
Volumen de molde	2750	2750	2750
Peso unitario (Kg/m3)	1601	1607	1604
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1604		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1597		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8248	8220	8234
Peso de molde	3300	3300	3300
Peso de muestra	4948	4920	4934
Volumen de molde	2750	2750	2750
Peso unitario (Kg/m3)	1799	1789	1794
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1794		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1787		


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE



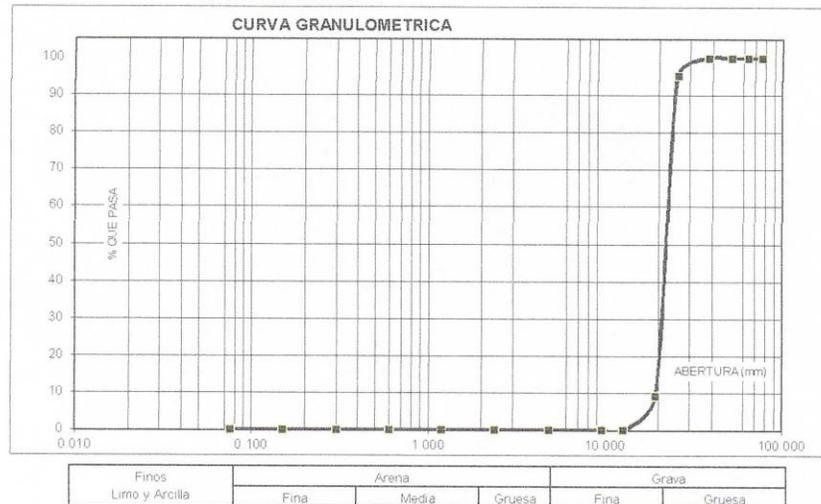
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO
(ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH. AMANCIO OCAÑA CLINTON
 TESIS : RESISTENCIA A LA FLEXION DE UN CONCRETO F'c=210 KG/CM2 ADICIONANDO
 1.5% Y 2.5% ALAMBRES CIRCULARES Nº 16
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 21/05/2017

TAMIZ	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumu (%)	% Que pasa (gr.)	
Nº	Abert. (mm)	(gr.)	(%)	(%)	(gr.)
3"	76.200	0.0	0.0	100.0	0.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	100.0	0.0
2"	50.800	0.0	0.0	100.0	0.0
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	100.0	0.0
1"	25.400	48.5	4.8	95.2	9.2
3/4"	19.100	872.6	86.0	90.8	9.2
1/2"	12.500	93.3	9.2	100.0	0.0
3/8"	9.520	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 4	4.760	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 8	2.360	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 16	1.180	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 30	0.600	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 200	0.075	0.0	0.0	100.0	0.0
PLATO ASTM C-117-04	0	0.0	100.0	0.0	0.0
TOTAL		1014.4	100.0		

PROPIEDADES FÍSICAS	
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Huso	Nº 5 Ref. (ASTM C-33)

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante



Finos Limo y Arcilla	Arena			Grava	
	Fina	Media	Gruesa	Fina	Gruesa

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Lab. Mecánica de Suelos y Grupos de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE



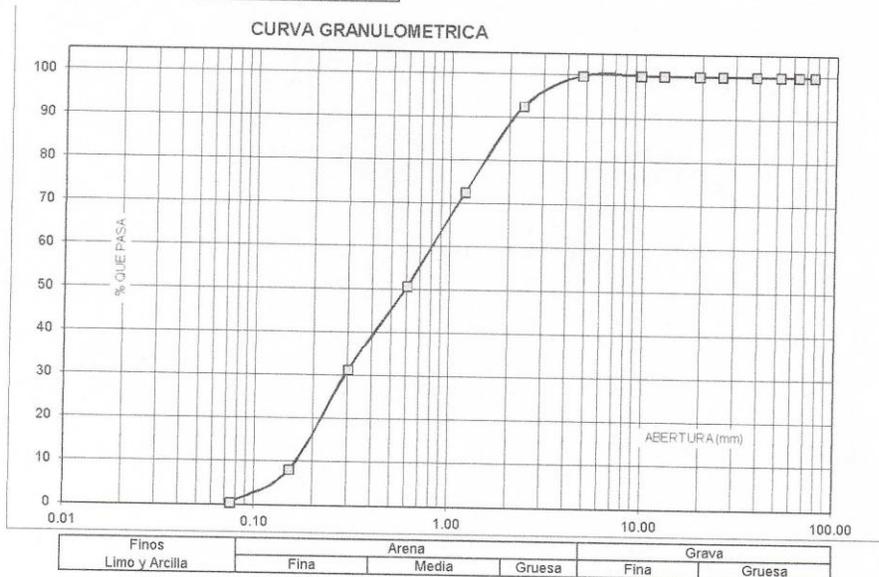
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO
(ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH. AMANCIO OCAÑA CLINTON
 TESIS : RESISTENCIA A LA FLEXION DE UN CONCRETO F'c=210 KG/CM2 ADICIONANDO
 1.5% Y 2.5% ALAMBRES CIRCULARES N° 16
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 21/05/2017

TAMIZ	Abert. (mm)	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. 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	4.76	0.5	0.1	0.1	99.9
N° 8	2.36	63.8	7.2	7.3	92.7
N° 16	1.18	177.9	20.1	27.3	72.7
N° 30	0.60	193.0	21.8	49.1	50.9
N° 50	0.30	173.0	19.5	68.6	31.4
N° 100	0.15	206.0	23.2	91.9	8.1
N° 200	0.08	67.1	7.6	99.5	0.5
PLATO ASTM C-117-04		4.8	0.5	100.0	0.0
TOTAL		886.1	100.0		

PROPIEDADES FISICAS	
Módulo de Fineza	2.44

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE



DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : BACH. AMANCIO OCAÑA CLINTON
 TESIS : RESISTENCIA A LA FLEXION DE UN CONCRETO F'C=210 KG/CM2 ADICIONANDO
 1.5% Y 2.5% ALAMBRES CIRCULARES N° 16
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 FECHA : 21/05/2019

ESPECIFICACIONES

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

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico 3.10

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANtera : RUBEN

- Peso especifico de masa 2.71
- Peso unitario suelto 1597 kg/m³
- Peso unitario compactado 1787 kg/m³
- Contenido de humedad 0.42 %
- Absorción 0.94 %
- Módulo de fineza 2.44

D.- Agregado grueso

CANtera : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso especifico de masa 2.85
- Peso unitario suelto 1482 kg/m³
- Peso unitario compactado 1581 kg/m³
- Contenido de humedad 0.32 %
- Absorción 0.21 %

 **UNIVERSIDAD SAN PEDRO**
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE



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 0.684

FACTOR DE CEMENTO

F.C. : 205 / 0.684 = 299.71 kg/m³ = 7.05 bolsas / m³

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	299.708	kg/m ³
Agua efectiva.....	207.898	lts/m ³
Agregado fino.....	790.149	kg/m ³
Agregado grueso.....	1110.160	kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{299.71}{299.71} : \frac{790.149}{299.71} : \frac{1110.16}{299.71}$$

1 : 2.64 : 3.70 : 29.48 lts / bolsa

PROPORCIONES EN VOLUMEN

1 : 2.47 : 3.74 : 29.48 lts / bolsa


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE



DISEÑO DE MEZCLA
(1.5 % ADICION)

SOLICITA : BACH. AMANCIO OCAÑA CLINTON
 TESIS : RESISTENCIA A LA FLEXION DE UN CONCRETO F'c=210 KG/CM2 ADICIONANDO
 1.5% Y 2.5% ALAMBRES CIRCULARES Nº 16
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 FECHA : 21/05/2019

ESPECIFICACIONES

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

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico 3.10

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.- Agregado Fino :

CANTERA : RUBEN

- Peso especifico de masa 2.71
- Peso unitario suelto 1597 kg/m³
- Peso unitario compactado 1787 kg/m³
- Contenido de humedad 0.42 %
- Absorción 0.94 %
- Módulo de fineza 2.44

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso especifico de masa 2.85
- Peso unitario suelto 1482 kg/m³
- Peso unitario compactado 1581 kg/m³
- Contenido de humedad 0.32 %
- Absorción 0.21 %


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE



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 0.684

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0.097
1.5 % ALAMBRES CIRCULARES N° 16.....	(m ³)	0.015
Agua efectiva.....	(m ³)	0.205
Agregado fino.....	(m ³)	0.290
Agregado grueso.....	(m ³)	0.388
Aire.....	(m ³)	0.020
		<u>1.015</u> m ³

PESOS SECOS

Cemento.....	299.71	kg/m ³
1.5 % ALAMBRES CIRCULARES N° 16.....	35.973	kg/m ³
Agua efectiva.....	205.00	lts/m ³
Agregado fino.....	786.83	kg/m ³
Agregado grueso.....	1106.65	kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	299.71	kg/m ³
1.5 % ALAMBRES CIRCULARES N° 16.....	36.119	kg/m ³
Agua efectiva.....	220.10	lts/m ³
Agregado fino.....	790.15	kg/m ³
Agregado grueso.....	1110.16	kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{299.71}{299.71} : \frac{790.149}{299.71} : \frac{1110.16}{299.71} : \frac{36.12}{299.71}$$

$$1 : 2.64 : 3.70 : 0.12 \quad 31.21 \text{ lts / bolsa}$$


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE



DISEÑO DE MEZCLA

(2.5 % ADICION)

SOLICITA : BACH. AMANCIO OCAÑA CLINTON
TESIS : RESISTENCIA A LA FLEXION DE UN CONCRETO F'C=210 KG/CM2 ADICIONANDO
1.5% Y 2.5% ALAMBRES CIRCULARES N° 16
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 21/05/2019

ESPECIFICACIONES

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

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico 3.10

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : RUBEN

- Peso especifico de masa 2.71
- Peso unitario suelto 1597 kg/m³
- Peso unitario compactado 1787 kg/m³
- Contenido de humedad 0.42 %
- Absorción 0.94 %
- Módulo de fineza 2.44

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso especifico de masa 2.85
- Peso unitario suelto 1482 kg/m³
- Peso unitario compactado 1581 kg/m³
- Contenido de humedad 0.32 %
- Absorción 0.21 %


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE



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 0.684

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0.097
2.5 % ALAMBRES CIRCULARES N° 16.....	(m ³)	0.025
Agua efectiva.....	(m ³)	0.205
Agregado fino.....	(m ³)	0.290
Agregado grueso.....	(m ³)	0.388
Aire.....	(m ³)	0.020
		<u>1.025</u> m ³

PESOS SECOS

Cemento.....	299.71	kg/m ³
2.5 % ALAMBRES CIRCULARES N° 16.....	59.955	kg/m ³
Agua efectiva.....	205.00	lts/m ³
Agregado fino.....	786.83	kg/m ³
Agregado grueso.....	1106.65	kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	299.71	kg/m ³
2.5 % ALAMBRES CIRCULARES N° 16.....	60.198	kg/m ³
Agua efectiva.....	220.10	lts/m ³
Agregado fino.....	790.15	kg/m ³
Agregado grueso.....	1110.16	kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{299.71}{299.71} : \frac{790.149}{299.71} : \frac{1110.16}{299.71} : \frac{60.20}{299.71}$$

$$1 : 2.64 : 3.70 : 0.20 \quad 31.21 \text{ lts / bolsa}$$

 **UNIVERSIDAD SAN PEDRO**
FACULTAD DE INGENIERÍA
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE



**RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO - PATRON
MÉTODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN EL TERCIO DE LA LUZ**
(ASTM C-78, MTC E-709-2000)

SOLICITA : BACH: AMANCIO OCAÑA CLINTON
 TESIS : RESISTENCIA A LA FLEXION DE UN CONCRETO F'C=210 KG/CM2 ADICIONANDO
 1.5% Y 2.5% ALAMBRES CIRCULARES N° 16
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 FECHA : 21/05/2019

R = Módulo de rotura
 P = Máxima carga aplicada indicada por la maquina de ensayo
 L = Longitud libre de apoyos
 b = Ancho promedio de viga
 d = Altura promedio de viga

$R = PL/bd^2$ Dentro del tercio medio de la luz libre

N°	ESPECIMEN ELEMENTO	MOLDEO	FECHA			Ancho b(cm)	Altura d(cm)	Longitud L(cm)	Carga P(kg)	Módulo Rotura R(kg/cm ²)
			ROTURA	EDAD						
01	PATRON VA-1	26/02/2019	5/03/2019	7	15.3	15.5	45	2192.0	26.83	
02	PATRON VA-2	26/02/2019	5/03/2019	7	15.5	15.5	45	2365.0	28.58	
03	PATRON VA-3	26/02/2019	5/03/2019	7	15.3	15.5	45	2295.0	28.10	
04	PATRON VA-4	26/02/2019	12/03/2019	14	15.6	15.5	45	3797.0	45.59	
05	PATRON VA-5	26/02/2019	12/03/2019	14	16.1	15.3	45	3742.0	44.68	
06	PATRON VA-6	26/02/2019	12/03/2019	14	15.8	16	45	3481.0	38.73	
07	PATRON VA-7	26/02/2019	26/03/2019	28	15.6	15.5	45	3250.0	39.02	
08	PATRON VA-8	26/02/2019	26/03/2019	28	16	15.8	45	4399.0	49.56	
09	PATRON VA-9	26/02/2019	26/03/2019	28	15.5	15.9	45	4265.0	48.98	


 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE



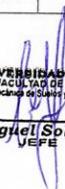
**RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO - EXPERIMENTAL 1.5%
MÉTODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN EL TERCIO DE LA LUZ**
(ASTM C-78, MTC E-709-2000)

SOLICITA : BACH: AMANCIO OCAÑA CLINTON
TESIS : RESISTENCIA A LA FLEXION DE UN CONCRETO F'C=210 KG/CM2 ADICIONANDO
1.5% Y 2.5% ALAMBRES CIRCULARES N° 16
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 21/05/2019

R = Módulo de rotura
P = Máxima carga aplicada indicada por la maquina de ensayo
L = Longitud libre de apoyos
b = Ancho promedio de viga
d = Altura promedio de viga

$$R = PL/bd^2 \text{ Dentro del tercio medio de la luz libre}$$

N°	ESPECIMEN ELEMENTO	FECHA			Ancho b(cm)	Altura d(cm)	Longitud L(cm)	Carga P(kg)	Módulo Rotura R(kg/cm ²)
		MOLDEO	ROTURA	EDAD					
01	EXPERIMENTAL VA-1	2/04/2019	9/04/2019	7	16	15.5	45	2761.0	32.32
02	EXPERIMENTAL VA-2	2/04/2019	9/04/2019	7	15.6	15.8	45	2759.0	31.88
03	EXPERIMENTAL VA-3	2/04/2019	9/04/2019	7	15.4	16	45	2866.0	32.71
04	EXPERIMENTAL VA-4	2/04/2019	16/04/2019	14	15.3	15.1	45	3042.0	39.24
05	EXPERIMENTAL VA-5	2/04/2019	16/04/2019	14	15.2	15.3	45	2291.0	28.97
06	EXPERIMENTAL VA-6	2/04/2019	16/04/2019	14	15.2	15.2	45	2424.0	31.06
07	EXPERIMENTAL VA-7	2/04/2019	30/04/2019	28	15.04	15.4	45	3356.0	42.34
08	EXPERIMENTAL VA-8	2/04/2019	30/04/2019	28	15.3	15.5	45	3259.0	39.90
09	EXPERIMENTAL VA-9	2/04/2019	30/04/2019	28	15.3	15.05	45	3042.0	39.50


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
L.S. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

Mg. Miguel Solar Jara
VEFE



**RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO - EXPERIMENTAL 2.5%
MÉTODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN EL TERCIO DE LA LUZ
(ASTM C-78, MTC E-709-2000)**

SOLICITA : BACH: AMANCIO OCAÑA CLINTON
 TESIS : RESISTENCIA A LA FLEXION DE UN CONCRETO F'C=210 KG/CM2 ADICIONANDO
 1.5% Y 2.5% ALAMBRES CIRCULARES N° 16
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 FECHA : 21/05/2019

R = Módulo de rotura
 P = Máxima carga aplicada indicada por la maquina de ensayo
 L = Longitud libre de apoyos
 b = Ancho promedio de viga
 d = Altura promedio de viga

$$R = PL/bd^2$$

Dentro del tercio medio de la luz libre

N°	ESPECIMEN ELEMENTO	FECHA			Ancho b(cm)	Altura d(cm)	Longitud L(cm)	Carga P(kg)	Módulo Rotura R(kg/cm²)
		MOLDEO	ROTURA	EDAD					
01	EXPERIMENTAL VA-1	2/04/2019	9/04/2019	7	15.8	16	45	2823.0	31.41
02	EXPERIMENTAL VA-2	2/04/2019	9/04/2019	7	15.5	15.7	45	2522.0	29.70
03	EXPERIMENTAL VA-3	2/04/2019	9/04/2019	7	15.4	15.4	45	2898.0	35.71
04	EXPERIMENTAL VA-4	2/04/2019	16/04/2019	14	15.1	15	45	3026.0	40.08
05	EXPERIMENTAL VA-5	2/04/2019	16/04/2019	14	15.5	15.2	45	3283.0	41.25
06	EXPERIMENTAL VA-6	2/04/2019	16/04/2019	14	15.3	15.02	45	3124.0	40.73
07	EXPERIMENTAL VA-7	2/04/2019	30/04/2019	28	15	15	45	3423.0	45.64
08	EXPERIMENTAL VA-8	2/04/2019	30/04/2019	28	15.04	15.03	45	3505.0	46.42
09	EXPERIMENTAL VA-9	2/04/2019	30/04/2019	28	15.01	15.02	45	3529.0	46.90


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE

ANEXO N° 02

Panel fotográfico



Foto 1: Adquisición de los agregados a utilizar.

Fuente: El Autor.



Foto 2: cuarteando el agregado grueso para los ensayos de granulometría

Fuente: El Autor.



Foto 3: cuarteando el agregado fino para los ensayos de granulometría

Fuente: El Autor.



Foto 4: Tamizado de los agregados gruesos

Fuente: El Autor.



Foto 5: Peso de las muestras

Fuente: El Autor.



Foto 6: obteniendo datos del agregado grueso para hallar el contenido de humedad.

Fuente: El Autor.



Foto 7: Secado de agregados 24h en el horno

Fuente: El Autor.



Foto 8: introduciendo agua destilada en la fiola

Fuente: El Autor.



Foto 9: agitando el agregado fino en la fiola

Fuente: El Autor.



Foto 10: compactación molde cónico

Fuente: El Autor.



Foto 11: Ensayo de sentamiento del slum 3.5pulg

Fuente: El Autor.



Foto 12: diseño de mezcla con alambres

Fuente: El Autor.



Foto 13: baseado de mezcla 1ra capa

Fuente: El Autor.



Foto 14: baseado de mezcla 2da capa

Fuente: El Autor.



Foto 15: desencofrado de viguetas

Fuente: El Autor.



Foto 16: cortas de alambres n°16 10cm

Fuente: El Autor.



Foto 17: cortas de alambres n°16 5cm

Fuente: El Autor.



Foto 18: toma de medidas

Fuente: El Autor.



Foto 19: ensayo de rotura viga Patrón 7 días

Fuente: El Autor.



Foto 20: ensayo de rotura viga Patrón 28 días

Fuente: El Autor.



Foto 21: ensayo de rotura experimental

Fuente: El Autor.

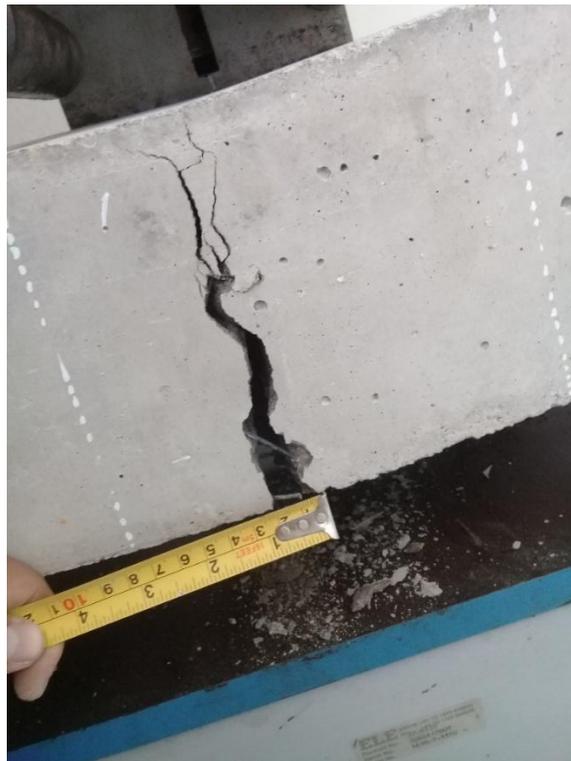


Foto 22: tipo de rotura

Fuente: El Autor