

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



**Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas del concreto
convencional con la adición de residuos de alambre negro**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR

Nayra Leydi Soto Flores

ASESOR

Justo David Pedraza Franco

<https://orcid.org/0000-0002-1027-2267>

Chiclayo, 2025

**Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas del concreto
convencional con la adición de residuos de alambre negro**

PRESENTADA POR

Nayra Leydi Soto Flores

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR

José Alberto Acero Martínez

PRESIDENTE

Cesar Eduardo Cachay Lazo

SECRETARIO

Franco Justo David Pedraza

VOCAL

Dedicatoria

Quiero dedicar este trabajo de investigación a Dios Todopoderoso, quien me brinda su sabiduría y comprensión para lograr los objetivos que he establecido.

A mi madre Yalú Flores Mondragón, por su constante presencia y confianza durante esta etapa de mi carrera, así como por su incansable esfuerzo para apoyarme y superar juntas los desafíos que se presentan.

Agradecimientos

Quiero agradecer en primer lugar a Dios por darme la sabiduría para culminar mi proyecto de investigación. A mi familia por haberme apoyado en cada paso de mi carrera. A PRONABEC por darme la oportunidad de estudiar en esta ilustre casa de estudios. A mi compañero de vida por su apoyo incondicional.

19%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

8%

2

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

2%

3

tesis.usat.edu.pe

Fuente de Internet

1%

4

repositorio.uss.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

repositorio.urp.edu.pe

Fuente de Internet

1%

6

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

1%

7

Submitted to Universidad Andina del Cusco

Trabajo del estudiante

<1%

8

docplayer.es

Fuente de Internet

<1%

Índice

Resumen	6
Abstrac.....	7
Introducción.....	8
Revisión de la literatura.....	11
Materiales y métodos.....	28
Resultados y discusión	37
Recomendaciones	82
Referencias	83
Anexos	85

Resumen

Con el paso del tiempo y el avance tecnológico, los conocimientos y técnicas constructivas han ido cambiando, innovándose en la incorporación de nuevos materiales para darle al concreto nuevas propiedades o mejorarlas. En la actualidad, existe una búsqueda activa para reciclar todos los desechos que generan la contaminación ambiental. Por aquella razón con esta investigación se busca analizar a influencia de residuos de alambre, en la incorporación del concreto de 210 kg/cm^2 , con los porcentajes de 3, 5 y 7 %. Para llevar a cabo este estudio fue necesario encontrar una medida adecuada para el alambre; que fue de 6 cm de longitud. Según su diseño, es un proyecto experimental. Para obtener los resultados de la influencia del alambre en el concreto se ha empleado los ensayos de resistencia a la compresión, flexión, tracción, módulo de elasticidad y potencial de fisuración, se hizo las comparaciones de un concreto sin adiciones y con adiciones. Obteniendo como resultado en el ensayo de compresión una resistencia más alta en el concreto con 3% de alambre a comparación del concreto patrón; en el ensayo de flexión se pudo obtener una mayor resistencia de rotura con el 7% de alambre; con respecto al ensayo de potencial de fisuración se logró obtener fisuras de 0.55 mm en la muestra patrón a diferencia de la muestra con alambre donde no se encontraron fisuras. Finalmente obteniendo estos resultados se logró obtener el porcentaje óptimo de 3% de alambre negro al concreto.

Palabras Clave: Alambre negro, Influencia, concreto

Abstrac

With the passage of time and technological progress, knowledge and construction techniques have been changing, innovating in the incorporation of new materials to give concrete new properties or improve them. Nowadays, the aim is to recycle all those residues that pollute the environment. For that reason, this research has sought to evaluate the influence of wire residues in the incorporation of concrete of 210 kg/cm², with percentages of 3, 5 and 7%. For the development of this research, it was necessary to find a length for the wire, which was 6 cm long. According to its design, it is an experimental project. To obtain the results of the influence of the wire in the concrete, the tests of resistance to compression, flexion, traction, elasticity modulus and cracking potential were used, and comparisons were made of a concrete without additions and with additions. As a result, in the compression test, a higher resistance was obtained in the concrete with 3% wire compared to the standard concrete; in the flexural test, a higher breaking resistance was obtained with 7% wire; with respect to the cracking potential test, cracks of 0.55 mm were obtained in the standard sample as opposed to the sample with wire where no cracks were found. Finally, obtaining these results, it was possible to obtain the optimum percentage of 3% of black wire to the concrete.

Keywords: Black wire, Influence, concrete.

Introducción

En las últimas décadas el concreto ha sido el material más usado en la construcción de edificaciones a nivel mundial, debido a sus propiedades de resistencia y durabilidad [1]. Con el pasar de los años y el avance de la tecnología, los conocimientos y técnicas constructivas han ido cambiando, innovándose en la incorporación de nuevos materiales para darle al concreto nuevas propiedades o mejorarlas. El proceso de agregar materiales duros, como alambre negro en este caso, el concreto está diseñado con la finalidad de optimizar propiedades como de la resistencia a la flexión, considerado nueva tecnología de esta industria, se suele utilizar alambre negro en construcciones campestres como medio de protección, y el sobrante se desecha, lo que aportaremos al medio ambiente en reutilizar estos desechos.

La generación de restos de alambres negros genera grandes desechos en nuestra ciudad de Chiclayo, se ha transformado en un problema local por su gran efecto negativo que repercute en el entorno. Se propuso que el alambre negro sea reciclado y reutilizado como una adición a la mezcla tradicional del concreto en diferentes proporciones. Con esta solución se investigará para que exista una relación equilibrada entre el medioambiente, calidad de materiales de construcción, mejorando la calidad de vida de los habitantes de la provincia de Chiclayo. En esta investigación se estudiará los efectos de la adición en un 3%, 5% y 7% de alambre negro reciclado que puedan optimizar las características físicas y mecánicas del hormigón. Se realizarán ensayos con especímenes de concreto (probetas) incorporados con porcentajes de alambre negro reciclado, teniendo en cuenta la selección de la muestra y de la cantera extraída. Estos datos serán obtenidos y tomados en hojas de cálculo del programa Excel para que de dicha manera hacer un seguimiento y mostrar los resultados de los ensayos.

La preocupación ambiental es muy evidente en nuestro entorno y ocupan gran importancia en las nuevas políticas de desarrollo, cada acción de edificación tiene un impacto en el medio ambiente, desde los materiales que elegimos hasta las tecnologías que usamos y el trabajo que construimos, todo crea dióxido de carbono, que causa el calentamiento global, hoy por hoy existe la necesidad de ir en busca de nuevas tecnologías que pueda aminorar estos impactos y que a la vez logren el uso masivo de los materiales, dentro de estos están los desechos de materiales de construcción como el alambre negro, los cuales en su mayoría tienen el mayor porcentaje de desechos en pocas palabras para que se logre el desarrollo sostenible es fundamental reciclar los residuos[2]. Para mitigar el impacto ambiental se requiere de diferentes desafíos logísticos y

tecnológicos logrando alcanzar la mejoría de desechos compatibles en las pruebas [3]. Se busca avances con materiales que podamos reutilizar, haciendo disposiciones o tratamientos adecuados para no afectar el medio ambiente [4]. El material como el alambre negro se esté implementando sea por su resistencia a la flexión sea de valor superiores a los del concreto patrón. Es por ello que nos formulamos lo siguiente: ¿Cómo afecta la adición de residuos de alambre negro a las propiedades mecánicas y físicas del concreto convencional?

Con esta investigación se intenta reducir el problema de contaminación ambiental de la ciudad de Chiclayo a causa de los desechos que se dan en las construcciones civiles como el caso de los alambres, en lo que destruye la imagen de nuestra ciudad, ya que usualmente una vez utilizados son desechados a las vías públicas, ríos, acequias. Si logramos reutilizar el alambre desechado podemos lograr la disminución del consumo de energía. Esto se refiere a reducir las emisiones de (CO₂) al aire. El peso de un kilogramo de plástico reciclado es equivalente a 1,5 kg de CO₂ menos expulsado al medio ambiente. Y así contribuimos a reducir el efecto invernadero, utilizando estos residuos en nuestras obras de construcción.

Se propone que el alambre negro sea reciclado y reutilizado como una adición a la mezcla tradicional del concreto; contribuyendo de esta manera a que disminuya la sobreexplotación de esas materias primas. Con esta solución se investigará para que exista una relación equilibrada entre el medioambiente, calidad de materiales de construcción, mejorando el modo de vida de los pobladores del distrito de Chiclayo, así mismo combatiendo el problema medioambiental sobre la contaminación causada por el hombre, y contribuyendo en los beneficios en la construcción. En lo económico beneficia con la adición del alambre reciclado en los agregados, donde la mezcla del concreto será más económica.

Por último, para la ejecución de este proyecto, fue esencial definir una serie de objetivos que facilitarán la respuesta a las preguntas planteadas durante el planteamiento del problema. Tenemos a continuación:

Objetivo General

- Comparar las propiedades físicas y mecánicas del concreto convencional con el concreto trabajado a base de alambre negro.

Objetivos Específicos

- Caracterizar el alambre negro a emplear.

- Elaborar un diseño de mezcla para el concreto que sea de manera óptima bajo las especificaciones de la norma ACI 211.
- Realizar la comparación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto patrón con el concreto trabajado a base de alambre negro reciclado con los porcentajes respectivos de 3%, 5% y 7%.
- Evaluar el aumento de resistencia a la compresión y flexión del concreto empleando fragmentos de alambre negro reciclado y así poder determinando el porcentaje óptimo.
- Realizar una comparación de costos y de factibilidad del concreto patrón y el concreto con la adicción de alambre negro reciclado.

Revisión de la literatura

Antecedentes

Antecedentes Internacionales

Li et al [5] realizaron el estudio con el propósito de examinar las características mecánicas y los patrones de falla de FRC (hormigón reforzado con fibras) que incluyen diferentes tipos y dosificaciones de fibras de acero. Los resultados principales son los siguientes: Para contenidos de fibra que van del 0 % al 3,5 %, la resistencia de FRC muestra dos tendencias: inicialmente aumenta de manera continua y luego decrece. En condiciones de carga estática, la ductilidad del hormigón reforzado con hebra de acero con extremo en gancho (HFRC) supera a la del hormigón híbrido reforzado con fibra de acero (HSFRC) y al concreto fortalecido con fibra de acero recto (SFRC), mientras que, bajo cargas dinámicas, la ductilidad del HSFRC es superior a la del SFRC y HFRC. Las fibras de acero rectas (SF) son más efectivas que las fibras de acero con extremo en gancho (HF) para mejorar la resistencia a la tracción, pero menos efectivas que las HF para aumentar la tenacidad a la compresión. En términos de la severidad del fallo, el NFRC y el HFRC muestran una fragmentación más severa, mientras que el SFRC y el HSFRC conservan mejor su integridad. Por último, se propone un enfoque integral de evaluación del rendimiento de FRC basado en múltiples indicadores mecánicos, junto con sugerencias para la optimización del FRC. Este enfoque ofrece un respaldo teórico para la utilización de FRC como materiales resistentes a terremotos en estructuras reforzadas, como pilotes antideslizantes, muros de contención y vigas, en zonas sísmicas fuertes, lo que reviste gran importancia en ingeniería.

Verapathran et al [6] tuvieron como finalidad proponer la inclusión de dos tipos diferentes de fibras en el hormigón, el acero y el propileno, ambos con propiedades distintivas. La investigación experimental se enfocó principalmente en una proporción del 1,5% de fibras en relación al volumen de hormigón, variando la proporción de acero a propileno en porcentajes de C1:(100:0), C2:(75:25), C3:(50:50), C4:(25:75) y C5:(0:100). De este modo, se buscaba responder a la interrogante básica sobre si otro estilo de construcción podría prevenir fallas estructurales catastróficas en casos donde la sensibilidad al fuego es un factor importante. Se llevaron a cabo experimentos para investigar el efecto de agregar fibras en la resistencia a la compresión, tracción y flexión del material. La combinación óptima de fibras híbridas fue encontrada en una concentración de 0,45% de fibra de basalto de 12 mm de longitud, 1% de fibras de CaCO₃ y 0,35%

de fibra de acero. Los hallazgos del estudio demostraron que el hormigón alcanza una resistencia máxima a la tracción de 9,28 MPa cuando las muestras contienen un 75% de hebra de acero y un 25% de fibra de polipropileno.

Meza *et al* [7] analizaron la viabilidad de producir láminas de acero con ganchos a través de los diferentes materiales de manera comercial que comúnmente son utilizados en el ámbito industrial, como es el caso de las líneas recubiertas de zinc y recocidas. La productividad de los componentes de soporte se realiza por medio del proceso de estampación del movimiento de dados. Los efectos de añadir láminas galvanizadas y recocidas sobre las distintas características mecánicas de la matriz del aglomerante se investigaron de manera experimental por medio de los ensayos de tres puntos. Se analizaron las respuestas de parámetros como material y dosis de fibras ante la carga máxima en la zona de fractura, resistencia residual y número de fibras. Los productos de esta investigación revelaron que los especímenes de hormigón reforzado con láminas de alambre galvanizado y alambres recocidos poseen mejores propiedades post-fisuración que el concreto patrón, y el desempeño que ejerce el hormigón reforzado con láminas galvanizadas es mejor que el de las láminas recocidas.

Antecedentes Nacionales

Mendizabal [8] tuvo como propósito fundamental esta investigación fue examinar cómo la incorporación de fibra de polipropileno influye en las propiedades mecánicas del hormigón cuya resistencia nominal de $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. El estudio fue de carácter experimental, manipulando la variable independiente mediante dos dosificaciones diferentes: 300 g/m^3 y 600 g/m^3 . Para preparar las muestras, se analizaron las características y atributos estructurales del concreto, y se realizaron pruebas en 18 probetas, donde 6 son para las dosificaciones determinadas, para evaluar la resistencia a la compresión en 27 probetas, donde 9 de ellas se usaran para las diferentes dosificaciones; para medir la resistencia a la flexión, se determinó en los días respectivos de 7, 14 y 28. Se obtuvo como resultado un incremento del 2.66% en la resistencia a la compresión con una dosificación de 300 g/m^3 y un incremento del 7.32% con una dosificación de 600 g/m^3 . Respecto a la resistencia a la flexión, se observó un crecimiento del 9.90% con 300 g/m^3 de fibra y el incremento del 20.62% con 600 g/m^3 de fibra, medidos a los 28 días.

Calle y Gonzales [9] estudiaron la adición de los desechos de alambre a las diferentes propiedades mecánicas como el de flexión, compresión y tracción del hormigón para las losas de vivienda, ya

que se ha realizado este ensayo, nos permite comparación de hormigón estándar (hormigón simple) con hormigón con trazas añadidas con porcentaje (0,50%, 1,00%, 1,50%). Para muestras cilíndricas con Medidas de 30 cm de alto y 15 cm de diámetro establecido después de 28 días con una resistencia a la compresión, cuyos resultados que fueron obtenidos de manera que se determina la dosis de una dosificación de 0,01 de desechos de alambre, en lo que se logró alcanzar un valor significativo producido (219,9 kg/cm²) que fue aumento del 6,00% sobre el hormigón estándar.

Barturen [10] propuso incluir residuos de alambre recubierto de zinc N° 16 en el diseño de pavimentos rígidos. Por consiguiente, se llevó a cabo una investigación aplicada, de tipo y diseño experimental ya que pasará pruebas de laboratorio, contenido de humedad, determinación del tamaño de partícula, peso unitario y compresión de núcleos cilíndricos de hormigón, en una población de 24 controles cilíndricos. Se utilizaron fichas técnicas normalizadas como herramientas. Cuyos resultados dados de los 4 diseños de hormigón durante 28 días mostraron que se agregó FAG N°. 16 en porcentajes de 0, 0.2, 0.6 y el 1.2% al concreto de diseño de mezcla con una resistencia de 217.5 f'c = 210 kg/cm², 221 kg/cm², 223,1 kg/cm² y 225,6 kg/cm², en ese mismo orden.

Antecedentes Locales

Montero [11] tiene como propósito examinar las características del concreto en estados fresco y endurecido al sustituir parte del aglomerante Portland con ceniza de cascarilla de arroz, buscando alternativas para mejorar con ello las distintas propiedades físicas y mecánicas del hormigón mediante el uso de Puzolana Artificial. Con este fin, se evaluaron la capacidad del concreto para resistir fuerzas de compresión y su trabajabilidad, como es el slump del hormigón correspondiente al estado fresco. Se prepararon concretos convencionales con resistencias nominales de f'c = 175 kg/cm², de 210 kg/cm² y por último de 280 kg/cm², así como diseños de concreto con agregados de ceniza de cascarilla de arroz con las perspectivas proporciones de 10, 15 y 20% en peso del aglomerante. Se emplearon probetas cuyas dimensiones son de 6" x 12", que se evaluaron a edades respectivas de 7, 14 y 28 días, llevando a cabo lo recomendado por el comité 211 del ACI. Como resultado se mostró que las la sustitución de ceniza de pajilla de arroz mejoraron la capacidad de resistencia a las cargas axiales, pero, no obstante, disminuyó la trabajabilidad a medida que aumentaba la sustitución. Por lo que el porcentaje del 10% demostró una significativa creciente de resistencia a la compresión y de trabajabilidad cuyo asentamiento oscila entre 4" y 3.6" en

comparación con el diseño convencional, descartando los otros porcentajes. Además, se realizaron la factibilidad de costos con la incorporación de la puzolana artificial. En resumen, esta investigación sienta las bases para futuros diseños y estudios en el amplio campo de la construcción con concreto.

Vega [12] el propósito que empleo fue examinar los atributos, tanto en términos mecánicos y de durabilidad del hormigón al incorporar residuos de alambón procedentes de las diferentes fábricas donde proporcionan clavos y alambres. Se prepararon mezclas de hormigón cuya resistencia nominal de 210 kg/cm², con diferentes proporciones de residuos del alambón, a incorporar respectivamente con los porcentajes 5, 10 y 15 del peso del cemento. Estas mezclas estuvieron sometidas a diferentes pruebas cuyas características mecánicas fueron la resistencia del concreto a la compresión, el módulo de elasticidad y la resistencia del concreto a la flexión, así como también las propiedades de durabilidad, como el caso de la penetración de iones cloruro y la expansión por sulfatos. Se empleo una muestra estándar para comparar los resultados y determinar si la incorporación de residuos de alambón mejoraba las determinadas características del concreto. Los hallazgos indicaron que la resistencia a la compresión mejoró con las proporciones respectivas de 5 y 10% de alambón, pero disminuyó con un 15%; la resistencia a la flexión aumentó con los dos primeros porcentajes, pero disminuyó con un 15%; en cuanto al módulo de elasticidad, el 5% y 10% se asemejaron al concreto estándar, pero el 15% mostró diferencias significativas. En términos de durabilidad, la resistencia a la entrada de iones cloruro fue baja en general, y la expansión por sulfatos mejoró solo con un 5% de residuo, mientras que los otros porcentajes no mostraron mejoras. En resumen, se concluyó que la integración de residuo de alambón potencia las cualidades del hormigón únicamente cuando se añade en un 5% del peso del cemento.

Bases Teóricas

Definición del Concreto

El hormigón es una mezcla que consiste en la interconexión de varios elementos, es decir, cemento, agua, agregado grueso y fino. De igual manera, incluye un pequeño volumen de aire atrapado, y en algunos casos se le agrega aire intencionalmente con algunos aditivos, como se mencionó en Rivva [13].

Concreto Convencional

Es un diseño de combinación de componentes como cemento, arena, agregado, agua y aditivo que permite fraguar con el tiempo, alcanza mejores características que lo distinguen especialmente en la construcción, es de uso general para elementos con bajos requerimientos estructurales y resistencia mecánica [14].

El concreto convencional se debe utilizar en muchos proyectos de construcción, abarca muchas ventajas: sólido y perdurable con paso de los años, pero vulnerable al agua y temperaturas bajas, lo que a da a conocer que el agua al introducirse por las grietas puede dañar a la estructura. No requieren características especiales de transporte, manipulación y colocación, tales como:

- Cimientos con pocas profundidades
- Columnas de estructuras convencionales
- Vigas de estructuras convencionales

Este diseño es muy utilizado en referencia a las estructuras de los hormigones más empleados como es el caso de los cimientos, columnas, placas, macizas, muros de contención.

Prevención:

- Este concreto obtiene una resistencia de diseño a los 28 días.
- Cualquier dosificación de agua, cemento o aditivo, variar su diseño y puede ser dañino para la calidad de concreto.
- Cuando ya se empezó el tiempo de fraguado no debe vibrarse, ni mezclarse.
- También para no tener contracciones por secado se debe mantener húmeda la superficie.

Características destacables de este tipo de concreto incluyen:

- Revenimiento a partir de 10, 14 y 18 cm.
- Masa volumétrica de 2,100 a 2,400 kg/m³.
- Resistencias aseguradas a 28 días.

Componentes del Concreto

La heterogeneidad en la composición del concreto se muestra en su estado inicial, compuesta de hormigón portland, agregados finos y grueso o piedra chancada, agua y la incorporación de aditivo. Las partículas del cemento mediante una reacción química con el agua forman un material endurecido y durable llamado concreto.

Agregado fino o arena

Aquel agregado es considerado un componente inerte del hormigón, lo que significa que no participa durante la reacción química del agua con el cemento. Este material debe ser robusto, limpio, duradero y libre de contaminantes como el polvo.

Agregado grueso o piedra

Este material está compuesto por rocas de granito, diorita y sienita. También puede emplear piedra triturada o con ello grava extraída de los lechos de ríos o también de depósitos.

El agua

El componente H₂O incorporada en la mezcla del hormigón debe estar en buen estado, limpia, que esté libre de aceites, como en el caso de ácidos, los álcalis, las sales y aquellas sustancias orgánicas, por lo que es recomendable a emplear agua potable; donde su principal función es poder hidratar el cemento, pero a la vez lograr facilitar el trabajo de la mezcla.

Aditivos

Los aditamentos son aquellos componentes que se añaden al hormigón para así transformar sus propiedades, tanto fresco como curado. Esta sustancia se llega a clasificar como aditivos químicos y aditivos minerales. Los primeros incluyen plastificantes y superplastificantes, inclusores de aire y reguladores de forja. Los aditivos minerales incluyen aditivos naturales, cenizas volantes, micro sílice y escoria de acero.

Tipos de Concreto

- Concreto ordinario. Es conocido generalmente como simplemente concreto, esta mezcla se genera a través de la combinación de portland(cemento), agua y agregados de diferentes proporciones, superiores e inferiores a 5mm.
- Concreto en masa. Es el concreto no estructural, es decir no contiene en su composición interna acero estructural, esto es apto para estructuras que resistan cargas de compresión.
- Concreto armado. Es el mencionado concreto armado, es decir contiene en su componente interna acero estructural, esto es apto para estructuras que resistan cargas tanto de compresión como también de tracción.

- Concreto pretensado. Hormigón en cuya composición interna está incorporada acero estructural especial, y ésta a su vez está sometida a tracción. Así mismo, se clasifica como pretensado o postensado, si se pudo tensar la armadura de manera anticipada al situar el hormigón fresco o si la estructura se estira una vez adquirida resistencia el concreto respectivamente.
- Concreto ciclópeo. Es un concreto que solamente contiene en su interior como elemento básico a piedras grandes denominadas ciclópeos, es decir es un concreto simple, dado que no contiene armadura en su interior.

Fibras agregadas al concreto

El desarrollo de la tecnología en la industria de la construcción ha hecho posible que el hormigón utilice la producción de las fibras de diversos materiales, ya sea de paja, fibras de acero, plásticos, etc. Cuyo propósito sea mejorar las características del concreto, incluyendo su resistencia a la compresión, tensión, flexión y otras afines.

Fibra de Acero

Las fibras utilizadas en el rubro de la construcción poseen sin fin de beneficios, incluida la protección contra grietas, una mayor capacidad resistente a la tracción, al impacto, así como también la flexión. Las fibras pueden darle al concreto la flexibilidad que necesita para absorber grandes cantidades de energía antes de fallar [15].

Ensayos de los Agregados

Granulometría de Agregados

La granulometría es la distribución de partículas dentro de un agregado. Su estudio implica tomar muestras de diferentes fracciones que contienen elementos del mismo tamaño, de acuerdo con los tamices utilizados.

Esta prueba nos permitió asegurarnos de que la granulometría de cada agregado es adecuada o no para la producción de hormigón y así jugar un documento más efectivo en la edificación según la regla fijada NTP 400.012.

Elementos a emplear: Pesadora, cucharón de metal, pincel, peso vacío, regla metálica, ejemplos de agregado fino y grueso, se usaron tamices conforme al tipo de agregado a examinar y en concordancia con las instrucciones de la NTP 400.012.

Pasos: Inicialmente, cuando se examina el agregado grueso, se precisa verter el material en manera cónica y uniforme para efectuar la separación y seleccionar la muestra que mejor represente; de lo contrario, si no se realiza el ensayo del agregado grueso, ya no se requiere y simplemente se elige la muestra. Esta debe estar completamente seca para realizar el análisis.

Medimos la cantidad exacta de árido según norma, para árido fino al menos 500 gr, para árido grueso al menos 5000 gr. Y de esta manera también podemos determinar el porcentaje de reducción para verificar si se encuentra dentro de los requisitos.

El árido se coloca sobre tamices diseñados según el material ensayado y según el estándar

Se pesa la muestra atrapada en cada tamiz usando una balanza para obtener el peso retenido. Luego, se registran estos valores en tablas facilitan la elaboración de la curva granulométrica. Estándar ASTM C-136, que señala los porcentajes de retención a lograr en cada agregado. Principalmente, la NTP 400.012 funciona como punto de comparación para este estándar.

Contenido de humedad de los agregados

La determinación de la cantidad total de H₂O en el agregado afecta en la composición de la mezcla y a las características físicas y mecánicas del hormigón. Por lo tanto, es necesario verificar su contenido ya que cuando los aditivos se encuentran saturados y ligeramente secos en la superficie, no pueden asimilar ni botar agua durante el proceso de mezclado. Es decir, el agregado seco de manera parcial extrae agua de la mezcla, mientras que el agregado húmedo o mojado en la superficie introduce un exceso de agua al hormigón.

Por ello, esta prueba se debe realizar en una cantidad que permita ajustar el contenido de agua añadiendo restando de la cantidad real de agua durante la combinación, para que su contenido sea el adecuado y prevenir problemas potenciales como la plasticidad calculada.

Por lo tanto, esta prueba debe realizarse en una cantidad que permita ajustar el contenido de agua agregando o quitando la cantidad efectiva de agua en el proceso del mezclado, para que su contenido sea el adecuado y evitando así posibles problemas como el asentamiento plástico.

Elementos a emplear: pesadora, horno, contenedor, agregado fino o grueso.

Pasos: En primer lugar, se debe pesar una muestra de 500 g del árido tal cual se tiene. Luego de ello, la muestra a analizar se coloca en un recipiente. Luego se pesa la tara y se coloca en el horno a $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ en un tiempo aproximado de 1 día. Finalmente se extrae dicha muestra del horno y otra vez se pesa.

Masa unitaria volumétrica suelta de los agregados

Esta prueba tiene como objetivo medir el volumen unitario de los áridos, el cual cambia según el tamaño de sus partículas; se determina a través de la vinculación entre volumen y peso, dejando caer el árido desde aproximada de 5 cm de altura en un contenedor con un volumen conocido y constante.

Elementos: Pesadora, bandeja, pincel, varilla lisa de diámetro 5/8" con extremos redondeados, agregado y moldes con conocido volumen.

Pasos: Inicialmente es necesario calcular la masa del molde sin contenido. Posteriormente se coloca el árido en el molde, permitiendo que caiga desde una altura de alrededor de 5 cm. La varilla se debe verter hasta el nivel del molde. Se alisa la pieza sobrante con una varilla lisa y luego se limpia con un cepillo que quede fuera totalmente del molde. Por último, se procede a pesar el árido junto con el molde; es importante destacar que para obtener valores más precisos se recomienda realizar este procedimiento tres veces.

Masa unitaria volumétrica compactada de los agregados

Se halla por medio de la relación entre peso y volumen en estado compactado.

Elementos: pesadora, bandeja, pincel, varilla lisa de diámetro 5/8" con extremos redondeados, agregado, moldes de volumen conocido.

Pasos: Primero, es necesario medir la masa del molde vacío que se va a usar. Luego, llenar con el agregado a utilizar un tercio de la altura del molde, compactarlo 25 veces con la varilla evitando que golpee el fondo. Después de eso, completando $2/3$ del mismo llenando así el molde. Se debe nivelar la pieza sobrante con la varilla lisa, luego se debe limpiar con el cepillo el agregado empleado que sobresalga del molde. Por último, se mide la masa del árido junto con el molde. Es importante destacar que se recomienda realizar este procedimiento tres veces para obtener resultados más precisos.

Peso específico de los agregados

Esta correspondencia se da en una específica temperatura de la masa en el ambiente por unidad de volumen, cuya densidad es equivalente a la de un volumen igual de agua purificada desgasificada. En síntesis, el peso concreto es la proporción entre el volumen y peso del material a emplear.

Elementos: pesadora, matraz de 500 cm^3 , utilizado para el agregado fino, mientras la canastilla es empleada para el material añadido grueso; una bandeja, el cono de absorción, un horno, los áridos.

Pasos para el agregado fino: Se deben medir 500 g y también registrar la masa del matraz. Luego, el árido se coloca en el matraz y el agua destilada es añadida hasta llegar a los 400 cm^3 . Si aparecen burbujas, debe agitarse cuidadosamente para eliminar los vacíos, y dejar reposar por un período de 24 horas. Después de ello, se retira esta agua del matraz, dejando solamente el árido. Al final, se pesa el exceso de agregado en el matraz y se coloca en la estufa a una temperatura de $110 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ durante un lapso de 24 horas.

Pasos para el agregado grueso: Inicialmente, la muestra es lavada para eliminar los residuos de polvo y se remoja en agua durante un lapso de un día. Posteriormente, esta muestra es retirada del recipiente y se seca la superficie del agregado grueso con una toalla, dejándola saturada y superficialmente seca. A continuación, se pesa la muestra es ubicada en una canasta con agujeros, donde se determina su peso mientras está sumergida en el agua a la temperatura que prevalece en el ambiente. Por consiguiente, se introduce la muestra en el horno a la temperatura de 105 grados Celcius en un periodo de 24 horas y se vuelve a medir su peso. El peso exacto se calculará previo uso de la fórmula.

Grado de absorción

Este es la cantidad de agua que el material absorbe en un día, y esto se presenta como un valor porcentual. El nivel de asimilación del determinado material facilita la elaboración de una mezcla para el hormigón, teniendo en cuenta la absorción de los agregados de manera individual.

Ensayos del concreto en estado Endurecido

El hormigón se vuelve rígido, es decir, en estado sólido por fraguado, luego del vaciado. Tenemos los diferentes ensayos para el estado endurecido:

Resistencia a la compresión

Determina el máximo nivel que el material puede aguantar, es decir, fuerza máxima, sometiendo el concreto a una fuerza de compresión hasta que se rompa, proporcionando datos muy precisos para la ejecución de diversos cálculos. Estas pruebas se realizan en intervalos de 7, 14 y 28 días, según la norma NTP 339.034, con un tiempo determinado de entrega aproximadamente 3 espécimen por día. Las pruebas se efectúan en cilindros moldeados, es decir, probetas, que cumplen con pruebas de aceptación y registros de calidad, siguiendo la norma ASTM C39. Los cilindros de curado utilizados serán de (150x300 mm) o (100x200 mm), basándose en el estándar E 060.

La resistencia a compresión que obtiene el hormigón, es decir, f_c , depende de la proporción agua-cemento en la mezcla, de la granulometría de los áridos y como también de su tamaño máximo del árido, así como de la edad del concreto.

Resistencia a la Tracción

Se llevará a cabo el desarrollo de una muestra destinada al estudio del empuje hacia delante, en paralelo al ensayo de compresión. Según NTP 339.084 y ASTM C 496.

Resistencia a la Flexión

Se puede determinar como una deficiencia al instante de una losa o también viga en un concreto de manera que no es estructural, el ensayo se realiza sobre una viga rectangular de concreto (150x150x500 mm) y se determina por el método ASTM C78, donde se da una terminación hasta el centro.

Módulo de Elasticidad

Durante el ensayo se rompen cilindros de manera estándar, cuyas dimensiones son de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura hasta romperlos y se mide la deformación a 0,45 f'c, que es la zona elástica. No obstante, esta prueba depende de múltiples variables, ya que es una prueba destructiva, entre ellas la dimensión de la muestra, el lugar de medición de la deformación, es decir, en la superficie o tanto en la mitad de dicho cilindro, como también la velocidad de carga, su esbeltez del espécimen, el tipo de revestimiento y el método de curado en el laboratorio, y otros aspectos, variando según el tipo de concreto.

Propiedades en estado fresco del concreto

Hablamos del estado fresco, a lo que avanza entre que el cemento se liga con el agua. Por otro lado, las propiedades básicas y vitales que requieren un buen hormigón dependen más de las propiedades que se encuentran en estado fresco.

Consistencia

La consistencia es la facilidad que se muestra en el concreto fresco mientras se mezcla, coloca, compacta y finaliza sin separaciones ni desprendimientos después de estos procesos [16].

Segregación

- Segregación interna: cuando los átomos grandes se van a dividir, esto se da por asentamiento o descohesión, también es el caso que la pasta se divide de los compuestos.
- Segregación externa: Se da en las fuerzas externas aplicadas al concreto fresco son mayores que las fuerzas interiores de unión de la mezcla. Estas acciones se producen durante el transporte, colocación y vibrado. Una vez ubicado directamente en su posición final el concreto no se debe mover, ni dejarlo que se movilice sobre los encofrados, tampoco es recomendable aplicarle un vibrado constante. Así mismo, dicho vibrado se dejará de aplicar una vez que desaparezcan las burbujas superficiales de agua.

Estabilidad

Se da el traslado del hormigón sin calcular las fuerzas que se aplican como las externas en ella. Esta cuantificación se genera mediante la exudación y la segregación de fuerzas externas, es decir

por el método Estándar, permitiendo comparar las características mencionadas entre varios diseños, siendo lo más coherente buscar concluir con estimaciones mínimas.

Compactabilidad

Determinación de la fluidez para compactar el hormigón reciente. En la actualidad la metodología para calcular el mencionado “Factor de compactación” es amplia, valorar el trabajo necesario para la condensación final.

Exudación

Este proceso es un tipo particular de segregación, donde la porción del agua utilizada en la aglomeración se va extendiendo al área de la mezcla (concreto) recién empleado, esto se da por ser el componente inferior en densidad de la combinación es decir de la mezcla y a la inferior del fondo de la composición granular para impedirla. Una de las consecuencias de la exudación es que genera una mayor relación a/c esto hace que sea más porosa, frágil al roce y al impacto del frío. Por otro lado, el proceso de la exudación genera capilares en las estructuras, constituidos hacia una igual orientación que la mayoría, la permeabilidad favorece a la prevención de agentes agresivos como son ejemplo los cloruros y los sulfatos. Hay dos tipos:

- Exudación uniforme: el evento avanza en el espacio libre de concreto.
- Exudación canalizada: Aquí las partículas finas de cemento y de agregado se partan por el agua.

Ensayos del concreto en estado fresco

Prueba de asentamiento

Este procedimiento evalúa la consistencia y fluidez del hormigón cuando está recién mezclado. Según las directrices del método ACI para el diseño de mezcla, se sugieren estos niveles de asentamiento: tanto para zapatas y muros de cimentación reforzada, un asentamiento de 1” a 3”; para cimentaciones simples y calzaduras, 1” a 3”; para columnas, vigas y muros armados, 1” a 4”; y para losas y pavimentos, 1”-4” [17].

Temperatura.

Para llevar a cabo este ensayo, se ubica un termómetro digital en la mezcla fresca de concreto y se contrasta la diferencia de temperatura con la del ambiente circundante.

Peso Unitario

Este ensayo busca calcular el peso unitario del concreto cuando está recién mezclado. Esto se consigue al dividir el peso del concreto, sin considerar el peso del recipiente, por el volumen del recipiente. Para realizar la medición, se vierte el concreto en el recipiente y se compacta 25 veces con una varilla, luego se nivelado hasta el borde.

Contenido de aire

Para calcular la cantidad de aire presente en la combinación del hormigón recién preparada, se sigue un procedimiento que implica varillar la mezcla, nivelarla, limpiar el borde del recipiente y sellarlo herméticamente con una tapa. Luego, se llena de agua y se bombea para crear un vacío hasta que el indicador de presión inicial del manómetro marque, momento en el que se abre la válvula principal. Finalmente, el porcentaje de aire contenido se lee en el manómetro.

Prueba de Potencial de Fisuración

Siguiendo las pautas de la norma ASTM C1579-06 [18], este procedimiento evalúa las grietas superficiales en el hormigón reforzado con fibras en comparación con el concreto no adicionado con fibras, bajo condiciones específicas de retención y como también pérdida de humedad lo bastante rigurosas como para provocar agrietamiento antes de que el concreto termine de fraguar. Después de un lapso de 24 horas desde la mezcla inicial, se medirá el grosor promedio de las grietas.

Elementos:

Molde:

La producción del molde puede ser elaborado tanto de metal, madera contrachapada o también de plástico.

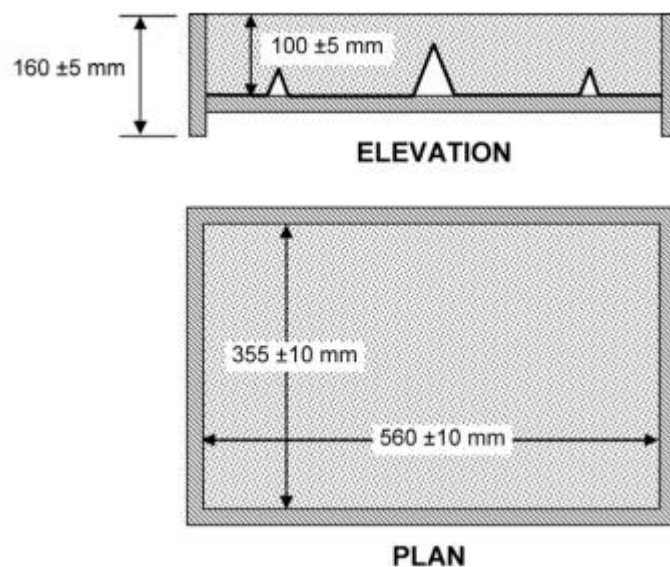


Ilustración 1: Molde para el ensayo de fisuración. Fuente. ASTM C1579-06.

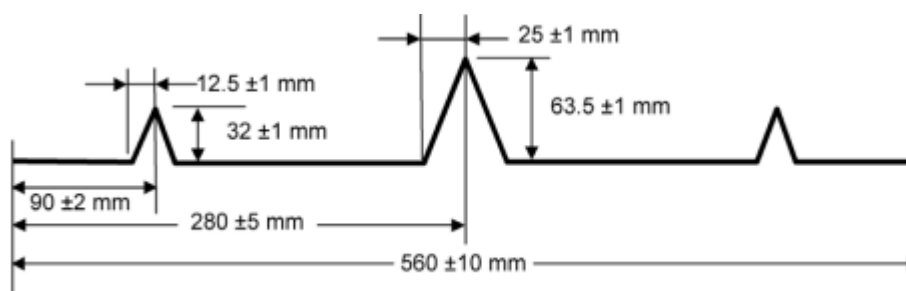


Ilustración 2: Perfil del molde. Fuente. ASTM C1579-06.

Sensores:

Se necesitarán dispositivos para detectar la temperatura, la humedad y velocidad del viento con el fin de evaluar la temperatura del aire circundante y de la superficie del concreto. con una precisión de $0,5$ °C, la humedad relativa con una precisión de 1 °C la rapidez del viento con una precisión cercana a $0,1$ m/s.

Vibrador:

Deberá emplearse cualquier aparato capaz de compactar el panel de ensayo y satisfacer los estándares mínimos de ASTM C192.

Contenedores de supervisión:

Será necesario un envase con agua, el cual esté expuesto al flujo de aire para cada panel de ensayo.

Medidor de ancho de fisuras:

Necesitará utilizar un medidor de grietas diseñado para medir el ancho de las grietas.

Ventilador:

Necesitará un ventilador capaz de estimar velocidades del viento superiores a 4,7 m/s.

Procedimiento: Primero, se preparan probetas para determinar el tiempo de fraguado del hormigón. Luego, los encofrados se rellenan en una sola capa y el concreto se vibra hasta que alcanza aproximadamente la zona superior del molde, eliminando cualquier residuo de concreto que quede en el exterior del molde.

El ventilador preestablecido se enciende para alcanzar las condiciones para una velocidad de evaporación superior a $1 \text{ kg/m}^2\cdot\text{h}$. La inspección de la fisura comienza a partir de este momento.

Luego de ello, la temperatura, como el nivel de humedad relativa y la rapidez del flujo deben registrarse cada 30 minutos. Esto se debe ajustar hasta que el concreto finalmente endurezca.

La velocidad de evaporación debe ser evaluada en cada momento de medición de los contenedores de referencia, al comienzo de la prueba y después de un lapsus de 30 minutos repetitivamente. Para calcular la velocidad de evaporación para cada período de tiempo, se debe dividir el cambio de masa entre los pesos medidos sucesivamente por la superficie del agua en el recipiente y el lapso de tiempo entre las mediciones consecutivas. Se debe tener en cuenta que la prueba carece de validez si la velocidad de evaporación es menor a $1 \text{ kg/m}^2\cdot\text{h}$.

Después de realizar los ajustes finales, se toman registros de las condiciones atmosféricas, el ventilador se detiene, se toma nota del tiempo y se calcula la cantidad total de agua perdida de los tanques. Los paneles se guardan en el laboratorio a una temperatura controlada de $23\pm 2^\circ\text{C}$ y se cubren con láminas

plásticas para reducir la evaporación hasta que se realice la medición del ancho de las grietas.

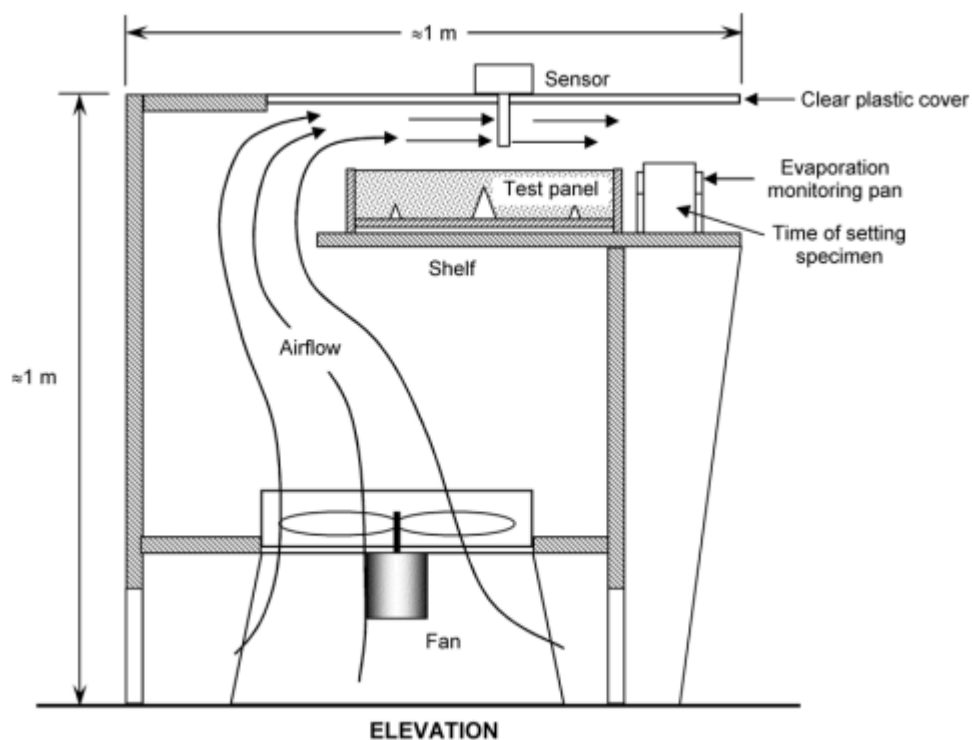


Ilustración 3: Elevación de la cámara de ensayo. Fuente. ASTM C1579-06.

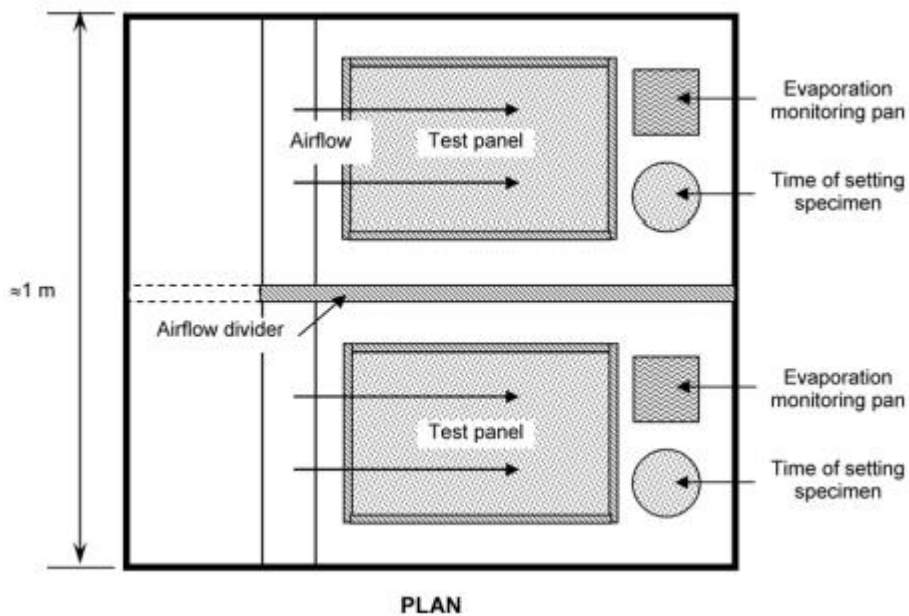


Ilustración 4: Vista en planta de la cámara de ensayo. Fuente. ASTM C1579-06.

Materiales y métodos

Tipo y nivel de Investigación:

De acuerdo con el tipo de investigación, este proyecto primero según su propósito es aplicada y experimental, se basó en la captación de conocimientos adquiridos (fórmulas, teorías y normas técnicas), con el fin de obtener una respuesta verídica [19], mostrando un largo procedimiento para determinar el efecto del uso del alambre en el concreto, como adiconante en los agregados. Se realizaron múltiples ensayos de materiales y diseños de concreto con el fin de alcanzar resultados prácticos. Según su diseño, es un proyecto experimental establecido, vamos a tener la variable independiente (% de alambre negro) y la variable dependiente del concreto en estado endurecido y fresco, para así poder analizar las consecuencias de tal proceso. Por último, según su alcance, se evaluará ciertas propiedades del concreto convencional ante la inclusión del alambre negro en su composición.

Diseño de Investigación:

Para este procedimiento del presente trabajo de investigación la estrategia elegida con la cual se ha formulado desde un pisto de vista cuantitativo, debido a que el plan de acción y proceso de datos se da con la anotación de hechos mensurables como la resistencia a la comprensión; también los ensayos realizados se ejecutarán de acuerdo con métodos y técnicas normados en los códigos nacionales e internacionales con la intención de obtener los datos para cumplir los objetivos planteados en esta investigación. Además, se utilizará una metodología experimental ya que a partir de esta se elaborará los ensayos en laboratorio que permitirán determinar el comportamiento mecánico de las muestras de concreto, se compara una mezcla patrón de concreto y otra mezcla donde se adicionará el alambre negro en la mezcla de concreto.

Formulación de la Hipótesis

La adición de residuos de alambre negro mejorará las propiedades mecánicas y físicas del concreto.

Población de Estudio

En la población de este estudio de investigación son todas las probetas de concreto, donde se adicionó el alambre negro reciclado.

Muestra

Se elegirá una prueba no probatoria, ya que la población está conformada por la voluntad y criterio del investigador, para lograr cálculos muy puntuales de las pruebas se tomaron como alusión a la norma NTP 339.034, donde se indica el número de probetas y ensayos a realizar.

El número de réplicas elaboradas por conveniencia serán 3 por cada porcentaje de adición de alambre negro que se emplee en la mezcla, esto debido a que la norma NTP 339.034 (ASTM C39) señala que como mínimo se deben elaborar 2 réplicas para probetas cilíndricas cuyas dimensiones serán de 15 cm x 30 cm y para las de dimensiones de 10 cm x 20 cm serán 3 réplicas.

Se han aplicado criterios muestrales, se ha evaluado mediante la elaboración de testigos de concreto, adicionados con alambre negro para poderlos someter a las diversas pruebas de ensayos.

El muestreo es experimental ya que se elaboraron los elementos de estudio (testigos), se utilizaron todos los elementos fabricados.

Para la investigación se realizarán muestras por un concreto $F'c$ 210kg/cm², fabricado con agregados de la cantera La Victoria- Pátapo, adicionando porcentajes de alambre negro.

Se ha considerado evaluar aplicando criterios muestrales, en base a elementos fabricados con concreto, incorporando alambre negro reciclado en cierto porcentaje de los agregados, para luego someterlos a ciertos ensayos que se han tenido en cuenta en esta investigación.

La cantidad de probetas designadas se determinaron mediante las variables, que se mostraran en las siguientes tablas. Se han ensayado probetas con el concreto con la incorporación de alambre negro cierto porcentaje en relación con el concreto en relación de 3%,5%, y 7% para la resistencia de 210 kg/cm² y el concreto patrón, con el propósito de obtener el porcentaje óptimo de alambre negro.

Concreto patrón

Tipo de Cemento	Cemento Portland Tipo I		
Resistencia (F'c)	210 kg/cm ²		
Tiempo de curado	7 días	14 días	28 días
Dosificación	0%	0%	0%

Ensayos			
Resistencia a compresión	3	3	3
Resistencia por tracción	...	...	3
Resistencia a la flexión	...	...	2
Módulo de elasticidad	...	...	3
Sub Total	3	3	11
Total	17		

Tabla N° 1: Probetas para el concreto patrón. Fuente. Propia.

Concreto adicionado en porcentajes de 3%,5% y 7% de Alambre negro

Tipo de Cemento	Cemento Portland Tipo I								
Resistencia (F'c)	210 kg/cm2								
Tiempo de curado	7 días			14 días			28 días		
Dosificación	3%	5%	7%	3%	5%	7%	3%	5%	7%
Ensayos									
Resistencia a compresión	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Resistencia por tracción	...	...	...	...	...	...	3	3	3
Resistencia a la flexión	...	...	...	...	...	...	2	2	2
Módulo de elasticidad	...	...	...	...	...	...	3	3	3
Sub Total	3	3	3	3	3	3	11	11	11
Total	51								

Tabla N° 2: Probetas con adición de alambre. Fuente. Propia.

Ensayo de potencial de fisuración

ENSAYO DE POTENCIAL DE FISURACIÓN	
Muestra patrón	2
Muestra con alambre negro	2
Total	4

Tabla N° 3: Especímenes para el ensayo de fisuración. Fuente. Propia.

Criterios de selección

Para la presente investigación los criterios de selección fueron:

- El alambre negro será reciclado de las diferentes obras del distrito de Chiclayo que arrojan dicho alambre una vez de darle utilidad. La longitud de alambre será de 6 cm.

- El cemento empleado fue el cemento Portland tipo I Cemex, es un cemento ideal para producir hormigón de alto rendimiento, donde tiene una excelente manejabilidad y trabajabilidad en la elaboración del concreto.
- Los agregados deben cumplir con la norma NTP 400.012 y fueron provenientes de la cantera La Victoria del distrito de Pátapo.
- El molde de la viga debe cumplir con la NTP 339.078, en la que describe dicho ensayo de flexión, se realizó en moldes de 15 x 15 x 55 cm.

Operacionalización De Variables

VARIABLE	DESCRIPCIÓN	INDICADOR	RANGO DE APLICACIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO DE MEDICIÓN(Instrumento, ensayo, NTP)
INDEPENDIENTE	Alambre negro recidado	Porcentaje en peso (%)	3%, 5%, 7%	Porcentaje	Balanza digital
VARIABLE	DESCRIPCIÓN	INDICADOR		UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO DE MEDICIÓN(Instrumento, ensayo, NTP)
DEPENDIENTE	Propiedades del estado fresco	Asentamiento		cm	Asentamiento del concreto según NTP 339.035
		Temperatura		Cº	Ensayo para determinar la temperatura según la norma ASTM 1064 Y NTP 339.184
		Peso Unitario		kg/m ³	Peso Unitario del concreto según ASTM C138 y NTP 339.080
		Fisuras por contracción plástica		mm	ASTM C 1579-06
	Propiedades del estado endurecido	Resistencia a la flexión		kg/cm ²	Ensayo para la determinación a resistencia a la flexión de vigas según NTP 339.078
		Resistencia a la compresión		kg/cm ²	Ensayo a la compresión según la norma ASTM C39 Y NTP 339.034
		Resistencia a la tracción		kg/cm ²	Ensayo de resistencia por tracción diametral según la norma ASTM C496 y NTP 339.084.
		Módulo de elasticidad		kg/cm ²	Determinación de modulo de elasticidad a través de la norma ASTM C469.

Tabla N° 4: Operacionalización de variables. Fuente. Propia

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas para la recolección de datos

Técnica la recopilación de información donde se desarrollará este proyecto a bases de experimento y análisis de contenido, asimismo la técnica para procesamiento de datos donde se realizará mediante formatos obtenidos del laboratorio de acuerdo con los ensayos.

Instrumentos De Recolección De Datos:

Fuentes: para la recolección de datos se darán mediante la utilización de normas y procedimientos estandarizados.

- La American Society for Testing and Materials (ASTM)
- Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)
- Normas Técnicas Peruana (NTP), Norma E-60
- Manual de diseño de mezclas de concreto ACI 211
- Bibliografías referentes para el concreto de alto desempeño

Ensayos: los diseños se realizan en los laboratorios de la facultad de ingeniería civil ambiental de la Universidad Santo Toribio de Mogrovejo. Esta recolección de datos se realizó mediante la observación directa en la ejecución de los diversos ensayos realizados.

Plan de Procesamiento:

Fase I: Recopilación de información

- Exploración de las diferentes bibliografías como búsqueda de antecedentes.

Se examinó los diferentes temas que tengan relación con respecto a la incorporación de alambre negro como adición y los efectos que pueden causar en el concreto.

- Procesamiento de la información y trabajo de gabinete.

Fase II: Obtención de los materiales

- Adquisición del alambre negro reciclado.
- Adquisición de los agregados grueso, finos, cemento portland tipo I.
- Trabajo de gabinete.

Fase III: Ensayos

- Ensayos para los agregados.

Las propiedades de los agregados se determinarán en el laboratorio de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, teniendo como bases las normas técnicas peruanas en relación con la humedad, granulometría, peso específico, absorción, pesos unitarios sueltos y compactados.

- Diseño de mezcla.

Para el método de diseño se utilizó el ACI.

- Se elabora testigos.

Los testigos de concreto se van a elaborar con la incorporación de distintos porcentajes de alambre negro, estos serán sometidos a ensayos, se debe tener en cuenta el procedimiento de elaboración evitando fallas y aire atrapado en las muestras, tener en cuenta los procedimientos a seguir dados por las normas técnicas.

- Curado de los testigos.

Los testigos se elaborarán y se ponen en posas como lo establece la norma E-060 (RNE). El agua de curado debe ser agua potable, limpia, libre de impurezas.

- Ensayo de resistencia a la compresión.
- Ensayo de resistencia por tracción.
- Ensayo de resistencia de la flexión.
- Ensayo para la determinación del módulo de elasticidad.
- Ensayo de potencial de fisuración.

Estos ensayos se realizarán en el laboratorio de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo en donde estos testigos se someterán a pruebas de tracción. Estas pruebas se evaluarán bajo un régimen de las normas técnicas establecidas. Cumpliendo implementos de seguridad.

Fase IV: Análisis de resultados obtenidos

- Obtención de los diferentes resultados de los ensayos
- Procesamiento de resultados
- Conclusiones y recomendaciones

Fase V: Culminación de la investigación

- Presentación del proyecto al jurado
- Levantamiento de observaciones
- Revisión Final por parte del jurado

Procedimientos

En primer lugar, se recolectó el alambre negro N° 16 de las diferentes obras de construcción del distrito de Chiclayo, que estaban en botados en desuso.



Ilustración 5: Recolección de alambre negro N°16

Por consiguiente, se realizó el ensayo granulométrico para los agregados, donde el objetivo fue cumplir con los requerimientos que nos brinda la NTP 400.012.



Ilustración 6: Ensayo de granulometría de agregados

Posteriormente se realizaron los diferentes ensayos como son: contenido de humedad, absorción, peso unitario suelto y compactado, y peso específico. Con el objetivo de efectuar el diseño de mezcla con asentamiento de 3”.



Ilustración 7: Ensayo de contenido de humedad, absorción.

Seguidamente se hizo el llenado de probetas cilíndricas y de vigas, para los diferentes ensayos.

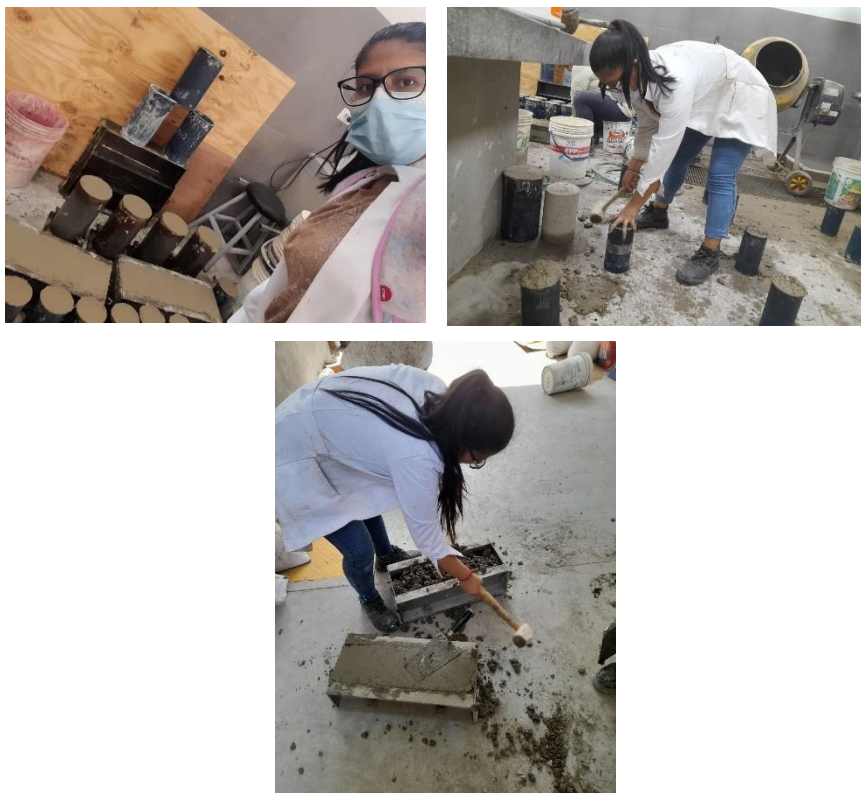


Ilustración 8: Llenado de probetas y vigas.

Se procedió a cortar el alambre negro cada 6 cm donde se adicionó a la mezcla de concreto con diferentes porcentajes 3%, 5%, y 7%.



Ilustración 9: Corte de alambre negro.

Luego se realizó ensayos de compresión, tracción, flexión y módulo con un diseño de concreto patrón, de un concreto con alambre negro.



Ilustración 10: Rotura de muestras.

Por último, se realizó el ensayo de potencial de fisuración, con muestra de concreto patrón y muestra del 3% de alambre.



Ilustración 11: Ensayo de potencial de fisuración.

Resultados y discusión

Resultados

Descripción del alambre negro

El alambre N° 16 es un cable de acero con bajo contenido de carbono, producido mediante el proceso de trefilado y luego sometido a un tratamiento térmico de recocido. Esto le proporciona una notable maleabilidad, al tiempo que mantiene una resistencia mecánica adecuada para desempeñarse eficientemente en las aplicaciones dadas. Con longitud de 60 mm de corte, en el cuál será reciclado, recogiendo, como desechos de las diferentes obras de construcción de la región de Lambayeque. Por su bajo contenido de carbono y su recocido a altas temperaturas, tiene gran trabajabilidad y ductilidad.



Ilustración 12: Corte del alambre.

Matriz de Consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	POBLACIÓN Y MUESTRA	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
¿La adición del alambre negro reciclado mejorará las propiedades físicas y mecánicas del concreto?	<p>GENERAL: Comparar las propiedades físicas y mecánicas del concreto patrón con el concreto trabajado a base de alambre negro.</p>	Los efectos de la adición de alambre negro reciclado mejoran las propiedades físicas y mecánicas del concreto en la ciudad de Chiclayo.	<p>VARIABLE DEPENDIENTE:</p> <p>Propiedades físicas y propiedades mecánicas de una mezcla de concreto sumando fragmentos de alambre negro reciclado.</p>	Resistencia a la compresión	Relación agua-cemento	Técnica: Observación Directa. Instrumento: Ficha de recolección de datos. Ensayos de laboratorio	<p>POBLACIÓN :</p> <p>Muestras cilíndricas de concreto (probetas)</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN N:</p> <p>Investigación de tipo experimental.</p>
	Granulometría del agregado							
	Tamaño máximo del agregado							
	<p>ESPECÍFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caracterizar el alambre negro a emplear • Elaborar un diseño de mezcla para el concreto que sea de manera óptima bajo las especificaciones de la norma ACI 211. • Realizar la comparación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto patrón con el concreto trabajado a base de alambre negro reciclado con los porcentajes respectivos de 3%, 5% y 7%. • Evaluar el aumento de resistencia a la compresión y flexión del concreto empleando fragmentos de alambre negro reciclado y así poder determinar el porcentaje óptimo. • Realizar una comparación de costos y de factibilidad del concreto patrón y el concreto con la adición de alambre negro. 			Trabajabilidad	Capacidad del moldeo	Técnica: Observación Directa. Instrumento: Ficha de recolección de datos.		
Cohesividad								
		Plasticidad	Características del agregado	Consistencia	<ul style="list-style-type: none"> • Cono de Abrams, • Cantidad de agua 	Técnica: Observación Directa. Instrumento: Ficha de recolección de datos.	<p>MUESTRA:</p> <p>Concreto con adición de alambre negro reciclado en los porcentajes respectivos de 3%, 5% y 7%</p>	<p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN N:</p> <p>Diseño Experimental.</p>
		<p>VARIABLE INDEPENDIENTE:</p> <p>Porcentaje de adición del alambre negro reciclado en el concreto (3%, 5% y 7%)</p>			Cantidad	Técnica: Observación Directa. Instrumento: Ficha de recolección de datos.		

Tabla N° 5: Matriz de consistencia. Fuente. Propia

Consideraciones Éticas

CONSIDERACIÓN	ANTECEDENTE		DATOS
	AUTOR	TÍTULO	
PROPUESTA DE ADICIÓN DE ALAMBRE	Barturen Montenegro Carlos	Incorporación de Fragmentos de Alambre Galvanizado N°16 para Aumentar la Resistencia a Compresión del Pavimento Rígido	Propuso incluir residuos de alambre galvanizado N° 16 en el diseño de pavimentos rígidos
ELECCIÓN DE LA LONGITUD DEL ALAMBRE A ADICIONAR	SIKA	Sika Fiber CHO 80/60 NB	Longitud: 60 mm
DISEÑO DE MEZCLA	ACI-211	Diseño de mezcla para el concreto	Pasos para el diseño de mezcla y así obtener la resistencia requerida
ENSAYO DE POTENCIAL DE FISURACIÓN	ASTM C1579-06	Ensayo de potencial de fisuración	Pasos para la elaboración del ensayo con los materiales requeridos

Tabla N° 6: Consideraciones éticas. Fuente. Propia.

Ensayo de los materiales

Para obtener el diseño de mezcla del respectivo concreto, por medio del ACI 211; se llevó a cabo los ensayos de los agregados siguientes:

Granulometría de los agregados

Se puede observar que el agregado fino proveniente de la cantera Pátapo - La Victoria tiene una adecuada distribución granulométrica, dando como resultado un módulo de finura de 2.918.

Cantera : La Victoria - Pátapo P. Inicial H. 500.0
 P. Inicial S. 500.0 % = 0.0

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)						
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
Nº 04	4.750	25.98	5.2	5.2	94.8	95	100
Nº 08	2.360	75.7	15.1	20.3	79.7	80	100
Nº 16	1.180	93.81	18.8	39.1	60.9	50	85
Nº 30	0.600	106.9	21.4	60.5	39.5	25	60
Nº 50	0.300	85.09	17.0	77.5	22.5	10	30
Nº 100	0.150	58.7	11.7	89.2	10.8	2	10
Fondo		16.51	3.3	92.5	7.5		
Módulo de Fineza				2.918			
Abertura de malla de referencia				9.500			

Tabla Nº 7: Granulometría del agregado fino. Fuente. Propia

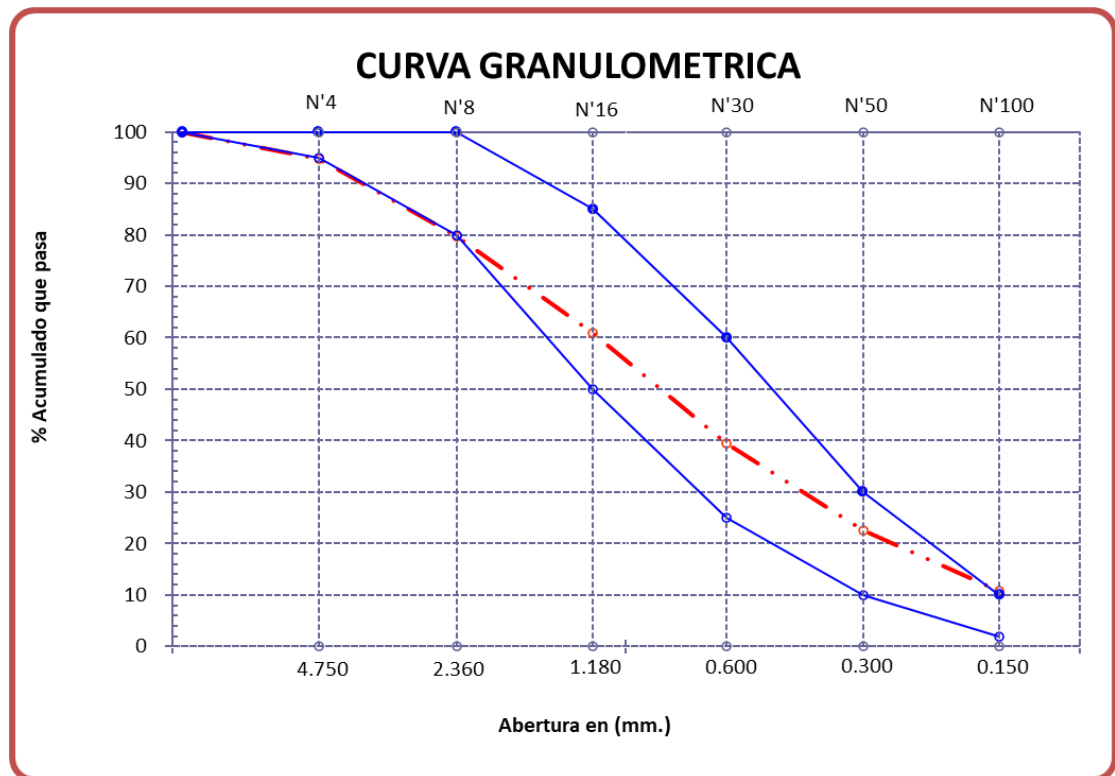


Gráfico 1: Curva Granulométrica del agregado fino.



Ilustración 13: Granulometría de agregado fino.

Se puede observar que el agregado grueso proveniente de la cantera Pátapo - La Victoria tiene una adecuada distribución granulométrica con piedra de $\frac{3}{4}$.

Cantera **La Victoria - Pátapo**

P. Inicial H. **5725**

P. Inicial S. **5725**

% = 0.00

Malla		Peso	(%)	(%) Acum.	(%) Acum.	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Ret.	Que Pasa		
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1"	25.00	375.0	6.6	6.6	93.4		
3/4"	19.00	2892.0	50.5	57.1	42.9		
1/2"	12.70	843.0	14.7	71.8	28.2		
3/8"	9.52	734.0	12.8	84.6	15.4		
Nº 04	4.75	598.0	10.4	95.1	4.9		
Nº 08	2.36	75.0	1.3	96.4	3.6		
Nº 16	1.19	4.8	0.1	96.5	3.5		
Fondo		40.2	0.7	97.2	2.8		
Tamaño Maximo			1"	38.00			
Tamaño Maximo Nominal			3/4"	25.00			

Tabla Nº 8: Granulometría del agregado grueso. Fuente. Propia.

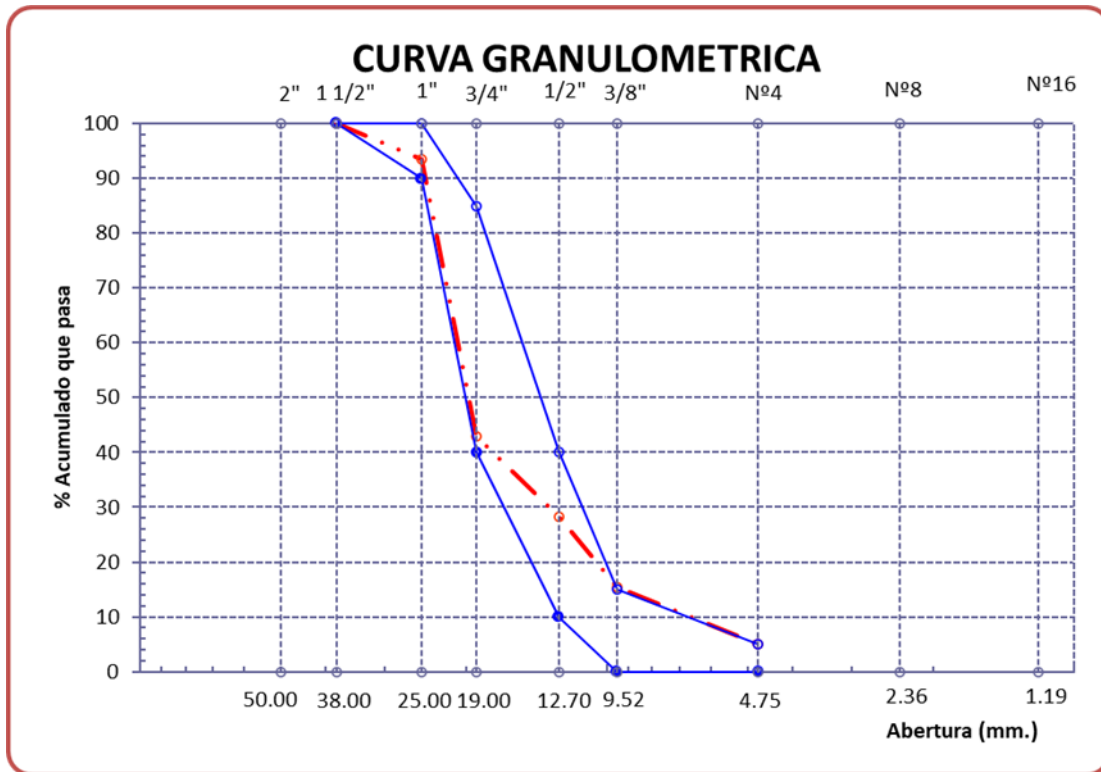


Gráfico 2: Curva granulométrica del agregado grueso.



Ilustración14: Granulometría agregado grueso.

Contenido de humedad de los agregados

Se colocó 3 kilos de agregado fino al horno durante 24 horas para obtener el contenido de humedad del agregado.

CONTENIDO DE HUMEDAD : N.T.P. 339.185

Arena $((A+B)/2)/(1+(C.H./100))$

1.- Peso de la muestr. húmeda	3000	3000
2.- Peso de la muestra seca	2928	2928
3.- Cont. Humedad	2.46	2.46
4.- Promedio		2.46

Tabla N° 9: Contenido de humedad del agregado fino. Fuente. Propia.



Ilustración 15: Contenido de humedad de agregado fino.

Se colocó 6 kilos de agregado grueso al horno durante 24 horas para obtener el contenido de humedad del agregado.

Grava

1.- Peso de la muestr. húmeda	6000	6000
2.- Peso de la muestra seca	5952	5952
3.- Cont. Humedad	0.81	0.81
4.- Promedio		0.81

Tabla N° 10: Contenido de humedad del agregado grueso. Fuente. Propia.



Ilustración 16: Contenido de humedad del agregado grueso.

Peso unitario volumétrico suelto de los agregados

Para el agregado grueso, proveniente de la cantera La Victoria – Pátapo, se obtuvo que el peso unitario suelto seco del agregado grueso es de 1365 kg/m³.

A.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7492	7490
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		7492	7490
4.- Constante o Volumen	(m ³)	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1376	1376
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1365	

Tabla N° 11: Peso unitario volumétrico suelto del agregado grueso. Fuente. Propia.

Para el agregado fino, proveniente de la cantera La Victoria – Pátapo, se obtuvo que el peso unitario suelto seco del agregado fino es de 1474 kg/m³.

1.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8277	8281
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		8277	8281
4.- Constante o Volumen	(m ³)	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1510	1511
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1474	

Tabla N° 12: Peso unitario volumétrico suelto del agregado fino. Fuente. Propia.

Peso unitario volumétrico compactado de los agregados

Para el agregado grueso, proveniente de la cantera La Victoria – Pátapo, se obtuvo que el peso unitario compactado es de 1551 kg/m³.

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8507	8520
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		8507.0	8520.0
4.- Constante o Volumen	(m ³)	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1563	1565
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1551	

Tabla N° 13: Peso unitario volumétrico compactado del agregado grueso. Fuente. Propia.

Para el agregado fino, proveniente de la cantera La Victoria – Pátapo, se obtuvo que el peso unitario compactado es de 1725 kg/m³.

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	9699	9675
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		9699	9675
4.- Constante o Volumen	(m ³)	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1770	1765
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1725	

Tabla N° 14: Peso unitario volumétrico compactado del agregado fino. Fuente. Propia.



Ilustración 17: Peso unitario compactado del agregado fino

Peso específico de los agregados

El peso específico del agregado grueso es de 2708 kg/cm³.

I.- Datos.

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	2410	2410
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	2430	2430
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canas	(g)	2420	2420
4.- Peso de la canastilla	(g)	880	880
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	1540	1540

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.708
-----------------------------	----------------------	--------------

Tabla N° 15: Peso específico del agregado grueso. Fuente. Propia.



Ilustración 18: Peso específico del agregado grueso.

El peso específico del agregado fino es de 2677 kg/cm^3

I. - Datos.

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Pes	(g)	957.7	957.7
2.- Pesc Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	642.9	642.9
3.- Peso del Agua	(g)	314.8	314.8
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	638.6	638.6
5.- Peso del Frasco	(g)	142.9	142.9
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	496	496
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

II. - Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm3)	2.677
-----------------------------	---------	--------------

Tabla N° 16: Peso específico del agregado fino. Fuente. Propia.



Ilustración 19: Peso específico del agregado fino.

Grado de absorción

Se obtuvo que la absorción del agregado grueso es de 0.83% y la del agregado fino es de 0.87%.

GRADO DE ABSORCIÓN		
AGREGADO	CANTERA	% ABSORCIÓN
A. GRUESO	La Victoria - Pátapo	0.83
A. FINO	La Victoria - Pátapo	0.87

Tabla N° 17: Grado de absorción de los agregados. Fuente. Propia

Diseño de mezcla

Se realizó el diseño de mezcla por el método ACI-211, con los pasos respectivos.

Paso 1: Determinación de la resistencia requerida (f'_{cr})

Se utiliza la siguiente tabla:

Tabla 18: Resistencia promedio requerida

Resistencia especificada a la Compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la Compresión, MPa
$f_c < 21$	$f_{cr} = f_c + 7.0$
$21 \leq f_c \leq 35$	$f_{cr} = f_c + 8.5$
$f_c > 35$	$f_{cr} = 1.1 f_c + 5.0$

Como el f'_c es de 210, se utiliza el segundo criterio:

$$f'_{cr} = 210 + 85$$

$$f'_{cr} = 295 \text{ kg/cm}^2$$

Paso 2: Selección del TMN de agregado grueso

$$TMN = 3/4''$$

Paso 3: Selección del asentamiento

Tabla 19: Asentamiento recomendado por el ACI 211.1

Tipos de construcción	Asentamiento	
	Máximo	Mínimo
Muros y zapatas de cimentación de concreto reforzado	3"	1"
Cimentaciones simples, cajones y subestructuras	3"	1"
Vigas y muros de concreto reforzado	4"	1"
Columnas	4"	1"
Pavimentos y losas	3"	1"
Concreto Ciclópeo	2"	1"

Entonces, como el tipo de construcción son vigas, el asentamiento máximo será:

$$slump = 4''$$

Paso 4: Contenido de aire

Tabla 20: Requisitos del contenido de aire para diferentes asentamientos por el ACI 211.1

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

Se utilizará solo el aire atrapado y no incorporado, ya que el diseño no lo amerita.

Entonces, como el TMN es de 3/4", se obtiene lo siguiente:

$$\text{Aire} = 2\%$$

Paso 5: Contenido de agua

Tabla 21: Requisitos de agua de mezclado para diferentes asentamientos por el ACI 211.1

Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concretos Sin Aire Incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
Concretos Con Aire Incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---

Entonces, como el TMN es de 3/4", el slump va de 3" a 4" y no se utiliza aire incorporado, se obtiene lo siguiente:

$$\text{Agua} = 205 \text{ lt/m}^3$$

Paso 6: Relación agua/cemento (a/c)

Tabla 22: Relación de agua y cemento por la resistencia requerida.

RELACION AGUA CEMENTO POR RESISTENCIA		
f'cr (28 días) kg/cm²	Relación agua cemento de diseño por peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
210	0.68	0.59
250	0.62	0.53
280	0.57	0.48
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	---
420	0.41	
450	0.38	

Entonces, como el f'cr se encuentra entre 280 y 300, se tendrá lo siguiente:

$$20 \left\{ \begin{array}{l} 280 \rightarrow 0.57 \\ 300 \rightarrow 0.55 \end{array} \right\} 0.02$$

$$20 \rightarrow 0.02$$

$$15 \rightarrow x$$

$$x = 0.015$$

$$a/c = 0.555$$

Paso 7: Contenido de cemento

Para determinar la cantidad de cemento en peso, se realiza lo siguiente:

$$C = \frac{\textit{Agua}}{a/c}$$

$$C = \frac{205}{0.555}$$

$$C = 369.37 \text{ kg/m}^3$$

Para determinar la cantidad de cemento en bolsas, se realiza lo siguiente:

$$C = \frac{\textit{Peso del cemento}}{\textit{Peso de una bolsa de cemento}}$$

$$C = \frac{369.37}{42.5}$$

$$C = 8.69 \text{ bls/m}^3$$

Paso 8: Pesos de los agregados

Tabla 23: Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto con relación al TMN.

PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO					
Tamaño máximo nominal del Agregado grueso (pulg)	Tamaño máximo nominal del Agregado grueso (mm)	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino			
		2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	9.5	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	12.5	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	19	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	25	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	37.5	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	50	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	75	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	150	0.87	0.85	0.83	0.81

Entonces, como el TMN del agregado grueso es 3/4" y el MF del agregado fino es

2.92, se tendrá lo siguiente:

$$\begin{array}{r}
 0.20 \left\{ \begin{array}{l} 2.80 \rightarrow 0.62 \\ 3.00 \rightarrow 0.6 \end{array} \right\} 0.02 \\
 0.2 \rightarrow 0.02 \\
 0.12 \rightarrow x
 \end{array}$$

$$b/b_o = 0.608$$

Entonces, el peso seco del agregado grueso será:

$$PS_{Ag} = PUCS_{Ag} * b/b_o$$

$$PS_{Ag} = 1551 * 0.608$$

$$PS_{Ag} = 943.008 \text{ kg/m}^3$$

Volúmenes Absolutos

Se tiene lo siguiente:

✓ *Cemento*

$$C = \frac{\text{cantidad de cemento}}{\gamma_{\text{cemento}}}$$

$$C = \frac{369.37}{3150}$$

$$C = 0.117 \text{ m}^3$$

✓ *Agua*

$$\text{Agua} = \frac{\text{cantidad de agua}}{\gamma_{\text{agua}}}$$

$$\text{Agua} = \frac{205}{1000}$$

$$\text{Agua} = 0.205 \text{ m}^3$$

✓ *Aire*

$$\text{Aire} = \frac{\text{contenido de aire}}{100}$$

$$\text{Aire} = \frac{2}{100}$$

$$\text{Aire} = 0.020 \text{ m}^3$$

✓ *Agregado grueso*

$$AG = \frac{PS_{Ag}}{\gamma_{Ag}}$$

$$AG = \frac{943.008}{2708}$$

$$AG = 0.348 \text{ m}^3$$

✓ *Agregado fino*

$$AF = 1 - \sum \text{volúmenes}$$

$$AF = 1 - 0.69$$

$$AF = 0.31 \text{ m}^3$$

$$PS_{Af} = AF * \gamma_{Af}$$

$$PS_{Af} = 0.31 * 2677$$

$$PS_{Af} = 829.87 \text{ kg/m}^3$$

Paso 9: Condiciones secas

Se tendría lo siguiente:

$$C = 369.37 \text{ kg/m}^3$$

$$AF = 829.87 \text{ kg/m}^3$$

$$AG = 943.008 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua} = 205 \text{ lt/m}^3$$

Paso 10: Corrección por humedad del agregado

Se tendría lo siguiente:

✓ Cálculo del PH_{Af}

$$PH_{AF} = PS_{AF} * \left(1 + \frac{\%H_{AF}}{100}\right)$$

$$PH_{AF} = 829.87 * \left(1 + \frac{2.46}{100}\right)$$

$$PH_{AF} = 850.28 \text{ kg/m}^3$$

✓ Cálculo del PH_{AG}

$$PH_{AG} = PS_{AG} * \left(1 + \frac{\%H_{AG}}{100}\right)$$

$$PH_{AG} = 943.008 * \left(1 + \frac{0.81}{100}\right)$$

$$PH_{AG} = 950.64 \text{ kg/m}^3$$

Paso 11: Cálculo de agua efectiva

Aportes de humedad

✓ Cálculo del AP_{AF}

$$AP_{AF} = PS_{AF} * \left(\frac{\%H_{AF} - \%A_{AF}}{100}\right)$$

$$AP_{AF} = 829.87 * \left(\frac{2.46 - 0.87}{100}\right)$$

$$AP_{AF} = 13.19 \text{ lt/m}^3$$

✓ Cálculo del AP_{AG}

$$AP_{AG} = PS_{AG} * \left(\frac{\%H_{AG} - \%A_{AG}}{100}\right)$$

$$AP_{AG} = 950.64 * \left(\frac{0.81 - 0.83}{100}\right)$$

$$AP_{AG} = -0.19 \text{ lt/m}^3$$

✓ Cálculo del AP_T

$$AP_T = AP_{AF} + AP_{AG}$$

$$AP_T = 13.19 - 0.19$$

$$AP_T = 13 \text{ lt/m}^3$$

✓ Agua efectiva

$$A_{ef} = Agua - AP_T$$

$$A_{ef} = 205 - (13)$$

$$A_{ef} = 192 \text{ lt/m}^3$$

Paso 12: Condiciones húmedas

Se tendría lo siguiente:

$$C = 369.37 \text{ kg/m}^3$$

$$AF = 850.28 \text{ kg/m}^3$$

$$AG = 960.64 \text{ kg/m}^3$$

$$Agua = 192 \text{ lt/m}^3$$

Paso 13: Dosificación en peso

Cemento : Agregado fino : Agregado grueso / Agua

$$\frac{C}{C} : \frac{PH_{AF}}{C} : \frac{PH_{AG}}{C} / Agua$$

$$\frac{369.37}{369.37} : \frac{850.28}{369.37} : \frac{950.64}{369.37} : \frac{192}{369.37} * 42.5$$

$$1 : 2.30 : 2.57 / 22.09 \text{ (lts/bls)}$$

Al momento de la práctica se obtuvo un slump de 2", es por ello que se procede con el reajuste de proporción:

Paso 14: Agua aumentada

$$Agua \text{ aumentada} = (\text{Slump de diseño} - \text{Slump obtenido}) * 5 \frac{\text{lt}}{\text{pulg} * \text{m}^3}$$

$$Agua \text{ aumentada} = (3" - 2") * 5 \frac{\text{lt}}{\text{pulg} * \text{m}^3}$$

$$Agua \text{ aumentada} = 5 \text{ lt/m}^3$$

Paso 15: Nueva agua

$$N_{agua} = Agua + Agua aumentada$$

$$N_{agua} = 192 + 5$$

$$N_{agua} = 197 \text{ lt}/m^3$$

Paso 16: Nuevo cemento

$$N_c = \frac{N_{agua}}{a/c}$$

$$N_c = \frac{197}{0.555}$$

$$N_c = 354.95 \text{ kg}/m^3$$

En bls/m^3

$$N_c = \frac{N_c}{42.5}$$

$$N_c = \frac{354.95}{42.5}$$

$$N_c = 8.35 \text{ bls}/m^3$$

Paso 17: Volúmenes absolutos

✓ Cemento

$$C = \frac{N_c}{\gamma_{cemento}}$$

$$C = \frac{354.95}{3150}$$

$$C = 0.112 \text{ m}^3$$

✓ Agua

$$Agua = \frac{N_{agua}}{\gamma_{agua}}$$

$$Agua = \frac{197}{1000}$$

$$Agua = 0.197 \text{ m}^3$$

✓ Aire

$$Aire = \frac{\text{contenido de aire}}{100}$$

$$Aire = \frac{2}{100}$$

$$C = 0.020 \text{ m}^3$$

✓ Agregados

El nuevo volumen de agregados sería:

$$V_{AF+AG} = 1 - \sum \text{volúmenes}$$

$$V_{AF+AG} = 1 - 0.329$$

$$V_{AF+AG} = 0.671 \text{ m}^3$$

El antiguo volumen de agregados sería:

$$V_{AF+AG} = 0.31 + 0.348$$

$$V_{AF+AG} = 0.658 \text{ m}^3$$

Se aprecia que los volúmenes varían.

Paso 18: Variación proporcional

✓ Porcentajes de agregados

Agregado grueso

$$\%AG = \frac{V_{AG}}{V_{AF+AG \text{ antiguo}}} * 100$$

$$\%AG = \frac{0.348}{0.658} * 100$$

$$\%AG = 52.88 \%$$

Agregado fino

$$\%AF = 100 - \%AG$$

$$\%AF = 100 - 52.88$$

$$\%AF = 47.12 \%$$

✓ Volúmenes de agregados

Agregado grueso

$$V_{AG} = \frac{\%AG * V_{AF+AG}}{100}$$

$$V_{AG} = \frac{52.88 * 0.671}{100}$$

$$V_{AG} = 0.354 \text{ m}^3$$

Agregado fino

$$V_{AF} = \frac{\%AF * V_{AF+AG}}{100}$$

$$V_{AF} = \frac{47.12 * 0.671}{100}$$

$$V_{AF} = 0.316 \text{ m}^3$$

✓ Peso seco de agregados

Agregado grueso

$$PS_{AG} = V_{AG} * \gamma_{AG}$$

$$PS_{AG} = 0.354 * 2708$$

$$PS_{AG} = 958.632 \text{ kg/m}^3$$

Agregado fino

$$PS_{AF} = V_{AF} * \gamma_{AF}$$

$$PS_{AF} = 0.316 * 2677$$

$$PS_{AF} = 845.932 \text{ kg/m}^3$$

Paso 20: Corrección por humedad del agregado

Se tendría lo siguiente:

✓ Cálculo del PH_{AF}

$$PH_{AF} = PS_{AF} * \left(1 + \frac{\%H_{AF}}{100}\right)$$

$$PH_{AF} = 845.932 * \left(1 + \frac{2.46}{100}\right)$$

$$PH_{AF} = 866.74 \text{ kg/m}^3$$

✓ Cálculo del PH_{AG}

$$PH_{AG} = PS_{AG} * \left(1 + \frac{\%H_{AG}}{100}\right)$$

$$PH_{AG} = 958.632 * \left(1 + \frac{0.81}{100}\right)$$

$$PH_{AG} = 966.39 \text{ kg/m}^3$$

Paso 21: Cálculo de agua efectiva

Aportes de humedad

✓ Cálculo del AP_{AF}

$$AP_{AF} = PS_{AF} * \left(\frac{\%H_{AF} - \%A_{AF}}{100} \right)$$

$$AP_{AF} = 866.74 * \left(\frac{2.46 - 0.87}{100} \right)$$

$$AP_{AF} = 13.78 \text{ lt/m}^3$$

✓ Cálculo del AP_{AG}

$$AP_{AG} = PS_{AG} * \left(\frac{\%H_{AG} - \%A_{AG}}{100} \right)$$

$$AP_{AG} = 966.39 * \left(\frac{0.81 - 0.83}{100} \right)$$

$$AP_{AG} = -0.19 \text{ lt/m}^3$$

✓ Cálculo del AP_T

$$AP_T = AP_{AF} + AP_{AG}$$

$$AP_T = 13.78 - 0.19$$

$$AP_T = 13.59 \text{ lt/m}^3$$

✓ Agua efectiva

$$A_{ef} = Agua + AP_T$$

$$A_{ef} = 197 + 13.59$$

$$A_{ef} = 210.59 \text{ lt/m}^3$$

Paso 22: Condiciones húmedas

Se tendría lo siguiente:

$$C = 354.95 \text{ kg/m}^3$$

$$AF = 866.74 \text{ kg/m}^3$$

$$AG = 966.39 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua} = 210.59 \text{ lt/m}^3$$

Paso 23: Dosificación en peso

Cemento : Agregado fino : Agregado grueso / Agua

$$\frac{C}{C} : \frac{PH_{AF}}{C} : \frac{PH_{AG}}{C} / \text{Agua}$$

$$\frac{354.95}{354.95} : \frac{866.74}{354.95} : \frac{966.39}{354.95} : \frac{210.59}{354.95} * 42.5$$

$$1 : 2.44 : 2.72 : 25.21$$

Paso 24: Dosificación en volumen:

$$1 : 2.48 : 2.99 : 25.21$$

Cálculo de la cantidad de alambre requerido para m³ de concreto para el 3%, 5% y 7% respectivamente.

Para el 3%: 71kg.

Para el 5%: 119 kg.

Para el 7%: 167 kg.

Dosificación en peso por m³

MUESTRA	CEMENTO	A.F	A.G	AGUA	ALAMBRE
210	354.95	866.74	966.39	210.59	0
210 + 3%	354.95	866.74	966.39	210.59	71
210 + 5%	354.95	866.74	966.39	210.59	119
210 + 7%	354.95	866.74	966.39	210.59	167

Tabla N° 24: Dosificación en peso por m³. Propia

Prueba del cono de Abrams

CONCRETO	SLUMP
Concreto Patrón	3.5"
Concreto con 3% de alambre	3.5"
Concreto con 5% de alambre	3"
Concreto con 7% de alambre	0"

Tabla N° 25: Slump del concreto. Fuente. Propia

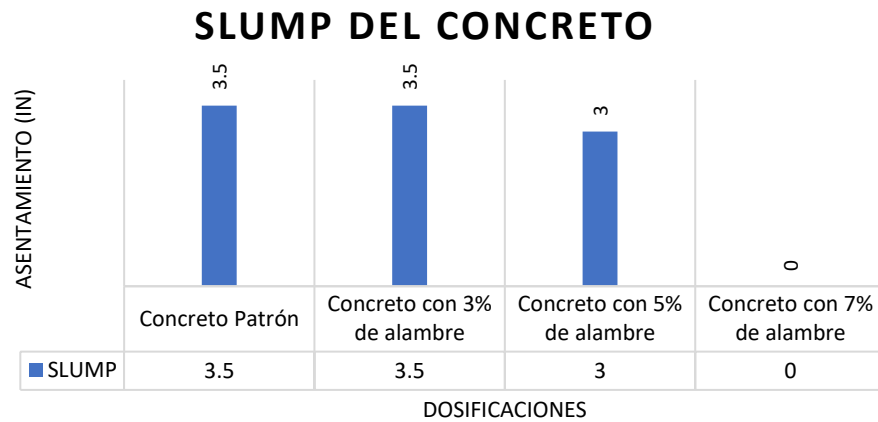


Gráfico 3: Slump del concreto con dosificaciones de alambre.



Ilustración 20: Slump del concreto.

Para el Slump del concreto patrón se obtuvo 3.5", para el Slump de la adición del 3% se obtuvo 3.5", para el Slump de la adición del 5% se obtuvo 3" y para el Slump de la adición del 7% se obtuvo 0". Donde se puede visualizar que la del 3% es más trabajable la mezcla.

Temperatura

TEMPERATURA	
Patrón	26.7°
3%	25.9°
5%	24.8°
7%	24.7°

Tabla 26: Temperatura del concreto.

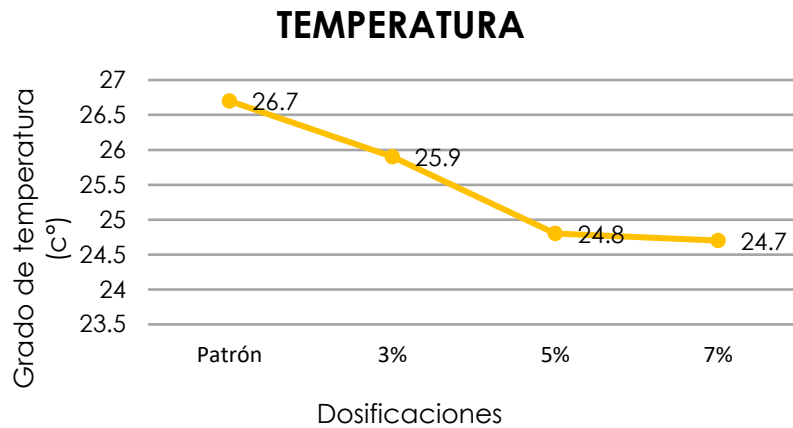


Gráfico 4: Temperatura con diferentes dosificaciones de alambre.



Ilustración 21: Temperatura del concreto patrón y 3% de alambre.

En la temperatura del concreto se puede reflejar que el concreto patrón es el que tiene mayor temperatura de 26.7 C°, conforme se adiciona el alambre negro en los diferentes porcentajes va bajando la temperatura, donde en el 7% tiene una temperatura menor de 24.7°. Las condiciones de la temperatura son dentro del laboratorio de la universidad en tiempo de invierno.

Peso Unitario

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Peso Unitario del Concreto			
Nº		F'c		Masa Concreto + Masa del Recipiente (kg)	Masa Recipiente (kg)	Volumen del Recipiente (m3)	Densidad (kg/m3)
DM-01	M.P - f'c= 210 kg/cm2	210	15/09/2023	4.007	0.220	0.002	2411
DM-02	M.P - f'c= 210 kg/cm2 + 3%ALAMBRE NEGRO	210	15/09/2023	4.160	0.220	0.002	2508
DM-03	M.P - f'c= 210 kg/cm2 + 5%ALAMBRE NEGRO	210	15/09/2023	4.193	0.220	0.002	2530
DM-04	M.P - f'c= 210 kg/cm2 + 7%ALAMBRE NEGRO	210	15/09/2023	4.327	0.220	0.002	2614

Tabla 27: Resultados del peso unitario.

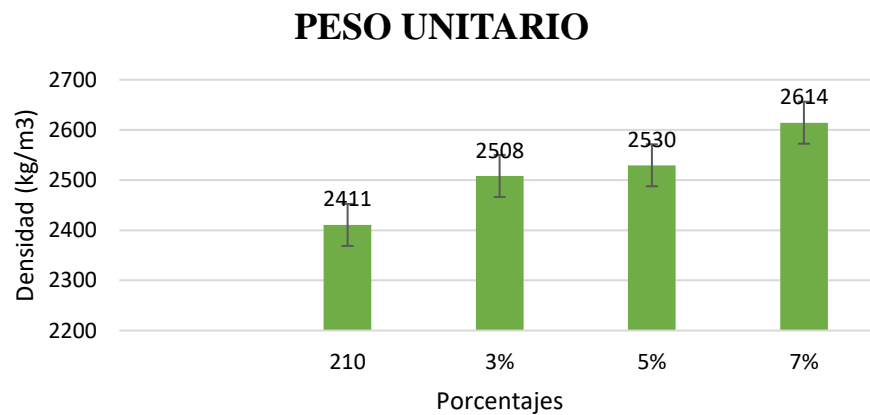


Gráfico 5: Resultados estadístico del peso unitario.

Ensayo de Resistencia a la Compresión

		7 días			
		Muestra Patrón	3%	5%	7%
Probeta 1	121.7 kgf/cm ²	233.7	212.1	202.9	
Probeta 2	144.1	219.8	211.1	205.2	
Probeta 3	175.7	220.6	207.7	206.1	
		14 días			
		Muestra Patrón	3%	5%	7%
Probeta 1	232 kgf/cm ²	244.4	239.1	232.2	
Probeta 2	218	256	245.8	235.9	

Probeta 3	228.4	257.3	238.5	239.8
	28 días			
	Muestra Patrón	3%	5%	7%
Probeta 1	270.9 kgf/cm ²	315.9	272.3	256.8
Probeta 2	280.8	317.9	264.6	254.8
Probeta 3	262	318.7	268.2	245.6

Tabla N° 28: Resultados de ensayo de Compresión. Fuente. Propia.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

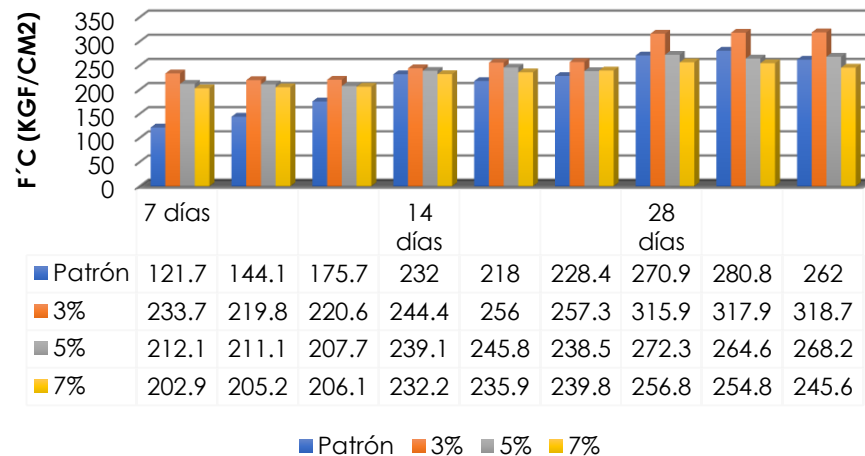


Gráfico 6: Comparación de los resultados a compresión. Fuente. Propia.

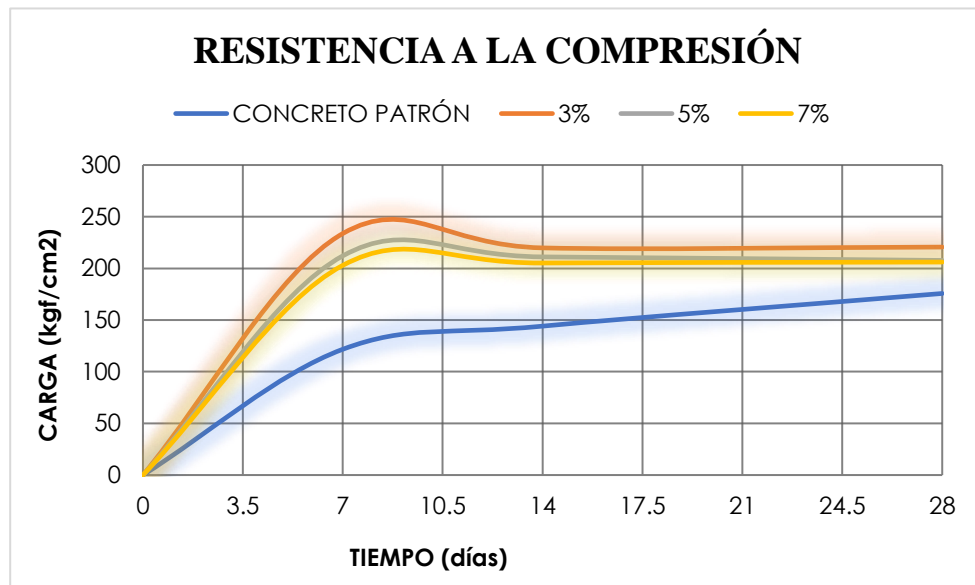


Gráfico 7: Curva de los resultados a compresión.



Ilustración 22: Ensayo de compresión.

Se puede visualizar que para el concreto con 3% de alambre obtiene la mayor resistencia a los 28 días, con una resistencia de 318.7 kg/cm², siendo la resistencia más alta de todas las adiciones y la más baja de las adiciones es del 7%, con una resistencia de 245.6 kg/cm². Donde el porcentaje óptimo según los resultados del ensayo de compresión es del 3%.

Ensayo de Resistencia a la Tracción

Nº Muestra	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de ensayo	Días	f'c (kg/cm ²)
1	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE ALAMBRE	20/10/2023	18/11/2023	28	26.6
2	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE ALAMBRE	20/10/2023	18/11/2023	28	27.9
3	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE ALAMBRE	20/10/2023	18/11/2023	28	26.4
4	CONCRETO 210 kg/cm ² +3% DE ALAMBRE	20/10/2023	18/11/2023	28	34.3
5	CONCRETO 210 kg/cm ² +3% DE ALAMBRE	20/10/2023	18/11/2023	28	29.8
6	CONCRETO 210 kg/cm ² +3% DE ALAMBRE	20/10/2023	18/11/2023	28	31
7	CONCRETO 210 kg/cm ² +5% DE ALAMBRE	20/10/2023	18/11/2023	28	31.1
8	CONCRETO 210 kg/cm ² +5% DE ALAMBRE	20/10/2023	18/11/2023	28	30.9
9	CONCRETO 210 kg/cm ² +5% DE ALAMBRE	20/10/2023	18/11/2023	28	32.2
10	CONCRETO 210 kg/cm ² +7% DE ALAMBRE	20/10/2023	18/11/2023	28	33.7
11	CONCRETO 210 kg/cm ² +7% DE ALAMBRE	20/10/2023	18/11/2023	28	38.4
12	CONCRETO 210 kg/cm ² +7% DE ALAMBRE	20/10/2023	18/11/2023	28	48.8

Tabla 29: Resultados de ensayo de tracción

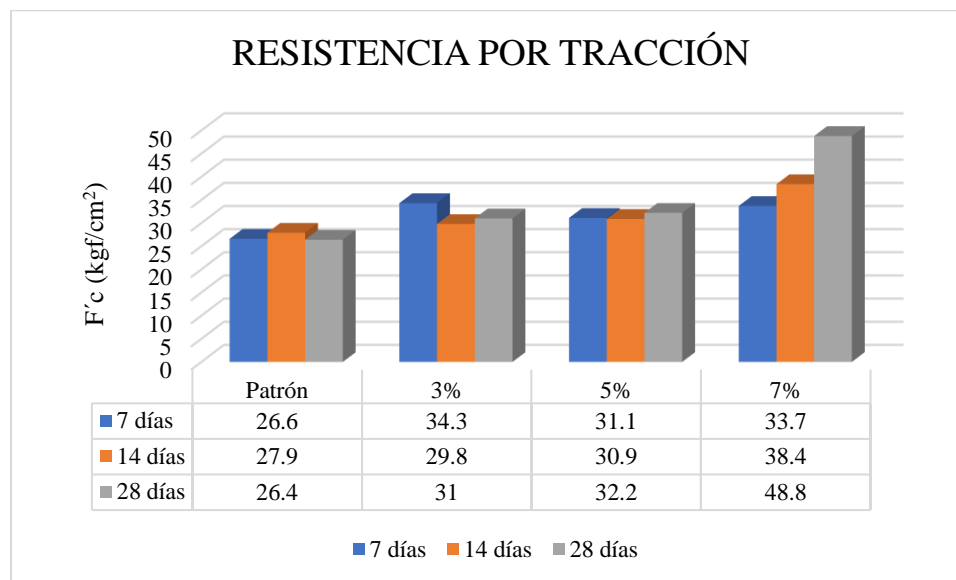


Gráfico 8: Resultados estadístico del ensayo de tracción.



Ilustración 23: Ensayo de tracción.

Se puede apreciar que mientras más fibra se le incorpora al concreto más alto sale su resistencia a la tracción, a diferencia del concreto sin fibra. Donde la mayor resistencia obtenida es del 7% con una resistencia de 48.8 kg/cm^2 .

Ensayo de Resistencia a la flexión

Muestra	Denominación de Espécimen	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Días	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)
1	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE ALAMBRE	23/10/2023	22/11/2023	28	19.4
2	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE ALAMBRE	23/10/2023	22/11/2023	28	21.6
3	CONCRETO 210 kg/cm ² +3% DE ALAMBRE	23/10/2023	22/11/2023	28	19.7
4	CONCRETO 210 kg/cm ² +3% DE ALAMBRE	23/10/2023	22/11/2023	28	21.1
5	CONCRETO 210 kg/cm ² +5% DE ALAMBRE	23/10/2023	22/11/2023	28	16.3
6	CONCRETO 210 kg/cm ² +5% DE ALAMBRE	23/10/2023	22/11/2023	28	19.6
7	CONCRETO 210 kg/cm ² +7% DE ALAMBRE	23/10/2023	22/11/2023	28	25.9
8	CONCRETO 210 kg/cm ² +7% DE ALAMBRE	23/10/2023	22/11/2023	28	24.3

Tabla 30: Resultados del ensayo de flexión.

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

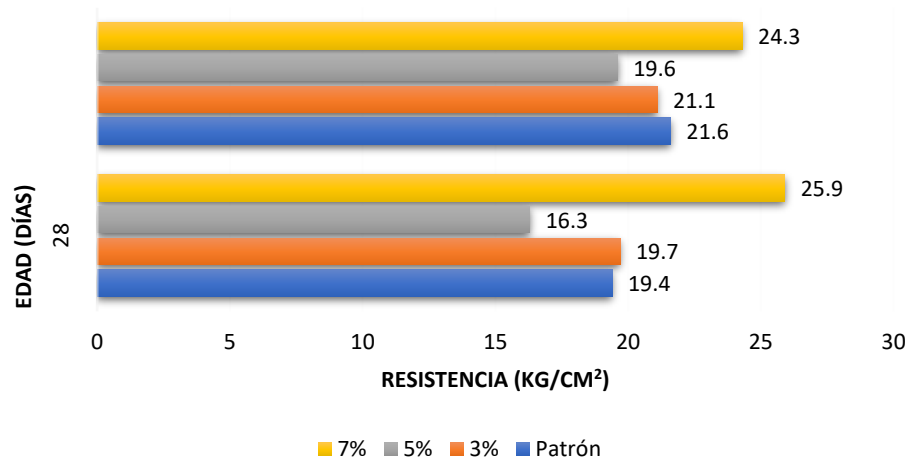


Gráfico 9: Resultados estadísticos del ensayo de flexión.



Ilustración 24: Ensayo de flexión.

Para el ensayo de flexión se realizó 2 vigas por cada porcentaje, obteniendo el resultado más alto el 7% de alambre negro, con un módulo de rotura de 25.9 kg/cm², el más alto de todas las adiciones.

Módulo de elasticidad

EDAD	PC - $f'c= 210$ kg/cm ²	PC - $f'c= 210$ kg/cm ² + 3% ALAMBRE NEGRO	PC - $f'c= 210$ kg/cm ² + 5% ALAMBRE NEGRO	PC - $f'c= 210$ kg/cm ² + 7% ALAMBRE NEGRO
28	254589.67	266777.31	247071.32	239604.02

Tabla 31: Resultados del ensayo de módulo de elasticidad.

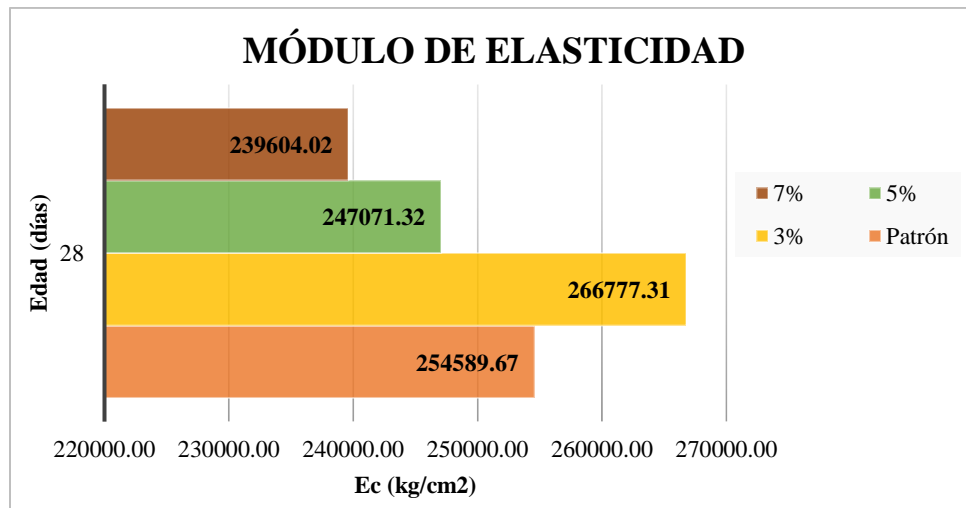


Gráfico 10: Resultado estadístico del módulo de elasticidad.



Ilustración 25: Ensayo de módulo de elasticidad.

Conforme a los resultados del ensayo del módulo de elasticidad se puede apreciar que el 3% de alambre negro presenta mayor módulo con $266777.31 \text{ kg/cm}^2$.

Potencial de fisuración

PANEL DE CONTROL N° 01										
Tiempo transcurrido				Dimensiones del Panel			Área de evaporación (m ²)	Código de Grieta	Ancho de Fisura (mm)	Ancho de Fisura Promedio (mm)
Fecha	Hora de Registro	Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)				
24/04/2024	12:30	12.00	720	560	350	100	0.196	A-A	0.50	0.55
24/04/2024	12:30	12.00	720	560	350	100	0.196	B-B	0.60	
									Ancho de fisura Promedio en el Panel (mm)	0.55

PANEL DE CONTROL N° 02										
Tiempo transcurrido				Dimensiones del Panel			Área de evaporación (m ²)	Código de Grieta	Ancho de Fisura (mm)	Ancho de Fisura Promedio (mm)
Fecha	Hora de Registro	Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)				
24/04/2024	14:00	12.00	720	560	350	100	0.196	A-A	0.50	0.50
24/04/2024	14:00	12.00	720	560	350	100	0.196	B-B	0.50	
									Ancho de fisura Promedio en el Panel (mm)	0.50

Promedio de ancho de fisuras en dos Paneles 0.53 mm

Tabla 32: Resultados del ensayo de fisuración del concreto patrón.

PANEL DE CONTROL N° 01										
Tiempo transcurrido				Dimensiones del Panel			Área de evaporación (m ²)	Código de Grieta	Ancho de Fisura (mm)	Ancho de Fisura Promedio (mm)
Fecha	Hora de Registro	Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)				
26/04/2024	12:00	12.00	720	560	350	100	0.196	A-A	0.00	0.00
26/04/2024	12:00	12.00	720	560	350	100	0.196	B-B	0.00	
									Ancho de fisura Promedio en el Panel (mm)	0.00

PANEL DE CONTROL N° 02										
Tiempo transcurrido				Dimensiones del Panel			Área de evaporación (m ²)	Código de Grieta	Ancho de Fisura (mm)	Ancho de Fisura Promedio (mm)
Fecha	Hora de Registro	Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)				
26/04/2024	14:00	12.00	720	560	350	100	0.196	A-A	0.00	0.00
26/04/2024	14:00	12.00	720	560	350	100	0.196	B-B	0.00	
									Ancho de fisura Promedio en el Panel (mm)	0.00

Promedio de ancho de fisuras en dos Paneles NP*

Tabla 33: Resultados del ensayo de fisuración del concreto de 3% de alambre.

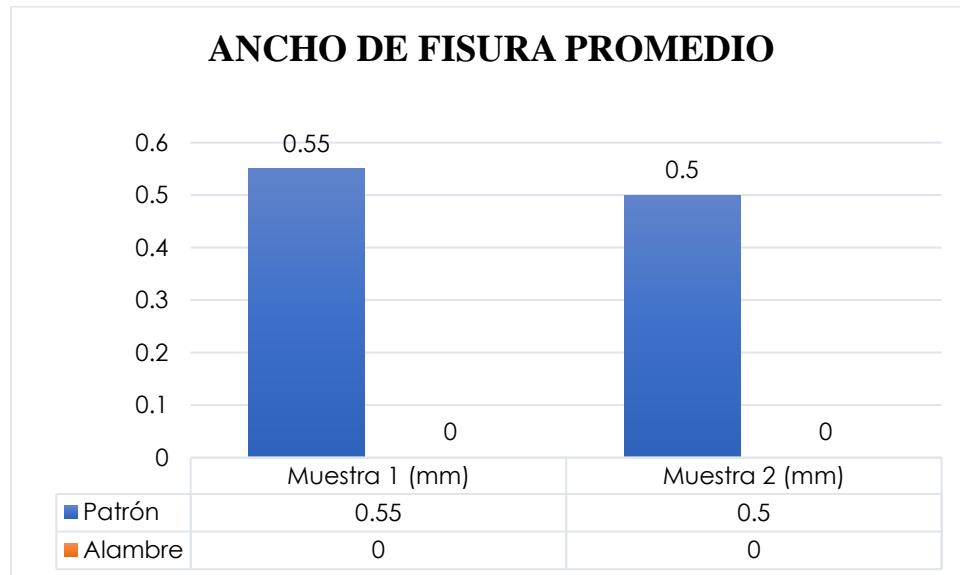


Gráfico 11: Resultado estadístico del ensayo de fisuración.

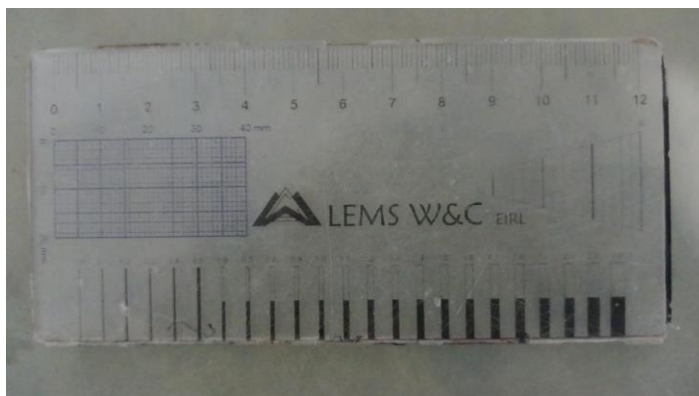


Ilustración 26: Ensayo potencial de fisuración

En el ensayo de potencial de fisuración se realizaron 4 muestras, 2 de ellas del concreto patrón y 2 con incorporación del 3% de alambre negro, donde con la muestra patrón presentó fisuras con promedio de 0.55mm, a diferencia de la de alambre que no presentó fisuras como se ve en el cuadro.

Comparación de costos y de factibilidad del concreto patrón y el concreto con la adicción de alambre negro reciclado

El análisis de costos y factibilidad del concreto estándar y del concreto con adición de alambre negro reciclado se llevó a cabo siguiendo los procesos previamente mencionados. Los precios de los materiales utilizados corresponden a valores actualizados del mercado. En cuanto a las cuadrillas, se tomaron de acuerdo con el libro CAPECO según la partida correspondiente.

Costo de la obtención de 1 kg de tiras de 6cm de alambre negro reciclado					
Subpartida	Und.	Cant.	P. Unit.	Unidad: Subtotal	kg Total S/
A) Recolección y transporte de alambre negro reciclado	kg	1.000	0.0017	0.00	
B) Cortado de alambre negro en lugar de almacenamiento	kg	1.000	8.7600	8.76	
					8.76
COSTO DIRECTO:					8.76

Tabla 34: Costo de obtención de 1kg de alambre de 6cm de corte

Subpartida: A) Recolección y transporte de alambre negro reciclado						
Descripción del recurso	Cuadrilla	Und.	Cant.	Rdmtto: 200.00 m3/día	Unidad:	m3
				P. Unit.	Subtotal	Total S/
Equipo Camión volquete 10 m3	1	hm	0.040	343.34	13.73	
						13.73
COSTO DIRECTO:						13.73

Tabla 35: Recolección y transporte del alambre

Subpartida: B) Cortado de alambre negro en lugar de almacenamiento						
Descripción del recurso	Cuadrilla	Und.	Cant.	Rdmtto: 0.0023 m3/día	Unidad:	m3
				P. Unit.	Subtotal	Total S/
Mano de obra Peón	1	hm	3488.889	19.71	68766.00	
Equipo Desgaste de herramientas	1	%MO	0.030	68,766.00	2062.98	
						68766.00
COSTO DIRECTO:						68766.00

Tabla 36: Costo del cortado de alambre

Posteriormente a ello, se efectuó el análisis del costo unitario para un concreto convencional con una resistencia nominal de f_c 210 kg/cm², destinado específicamente para columnas, empleando la dosificación del diseño de mezcla.

CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ² EN COLUMNAS (0%ANR)						
Descripción del recurso	Cuadrilla	Unidad	Rdmto: 10.00 m ³ /día	P. Unit.	Unidad:	m ³
			Cantidad		Subtotal	Total S/
Mano de obra						
Operario	1	hh	0.800	27.71	22.17	
Oficial	2	hh	1.600	21.79	34.86	
Peón	6	hh	4.800	19.71	94.61	
Materiales						
Cemento Cemex Tipo I		bls	8.352	25.85	215.87	
Arena gruesa		m ³	0.588	38.14	22.42	
Piedra chancada		m ³	0.708	50.85	36.00	
Alambre negro reciclado		kg	0.000	8.76	0.00	
Agua		m ³	0.211	5.00	1.05	
Gasolina		gal	0.480	15.44	7.41	
Equipos						
Mezcladora de concreto de 18HP 11 p3	1	hm	0.800	10.00	8.00	
Vibrador de concreto 4HP 1.25"	1	hm	0.800	7.50	6.00	
Desgaste de herramientas		%MO	0.030	151.64	4.55	
						452.95
COSTO DIRECTO:						452.95

Tabla 37: Análisis de costo unitario del concreto patrón

Por siguiente, se realizó el costo unitario de los tres porcentajes trabajados; 3%, 5% y 7%

CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ² EN COLUMNAS (3%ANR)						
Descripción del recurso	Cuadrilla	Unidad	Rdmto: 10.00 m ³ /día	P. Unit.	Unidad:	m ³
			Cantidad		Subtotal	Total S/
Mano de obra						
Operario	1	hh	0.800	27.71	22.17	
Oficial	2	hh	1.600	21.79	34.86	
Peón	6	hh	4.800	19.71	94.61	
Materiales						
Cemento Cemex Tipo I		bls	8.352	25.85	215.87	
Arena gruesa		m ³	0.588	38.14	22.42	
Piedra chancada		m ³	0.708	50.85	36.00	
Alambre negro reciclado		kg	71.000	8.76	622.08	
Agua		m ³	0.211	5.00	1.05	
Gasolina		gal	0.480	15.44	7.41	
Equipos						
Mezcladora de concreto de 18HP 11 p3	1	hm	0.800	10.00	8.00	
Vibrador de concreto 4HP 1.25"	1	hm	0.800	7.50	6.00	
Desgaste de herramientas		%MO	0.030	151.64	4.55	
						1075.03
COSTO DIRECTO:						1075.03

Tabla 38: Análisis de costo unitario del concreto con 3% de alambre negro

CONCRETO f'c=210 kg/cm2 EN COLUMNAS (5%ANR)						
Descripción del recurso	Cuadrilla	Unidad	Rdmto:	10.00 m3/día	Unidad:	m3
			Cantidad	P. Unit.	Subtotal	Total S/
Mano de obra						
Operario	1	hh	0.800	27.71	22.17	
Oficial	2	hh	1.600	21.79	34.86	
Peón	6	hh	4.800	19.71	94.61	
Materiales						
Cemento Cemex Tipo I		bls	8.352	25.85	215.87	
Arena gruesa		m3	0.588	38.14	22.42	
Piedra chancada		m3	0.708	50.85	36.00	
Alambre negro reciclado		kg	119.000	8.76	1042.65	
Agua		m3	0.211	5.00	1.05	
Gasolina		gal	0.480	15.44	7.41	
Equipos						
Mezcladora de concreto de 18HP 11 p3	1	hm	0.800	10.00	8.00	
Vibrador de concreto 4HP 1.25"	1	hm	0.800	7.50	6.00	
Desgaste de herramientas		%MO	0.030	151.64	4.55	
						1495.60
COSTO DIRECTO:						1495.60

Tabla 39: Análisis de costo unitario del concreto con 5% de alambre negro

CONCRETO f'c=210 kg/cm2 EN COLUMNAS (7%ANR)						
Descripción del recurso	Cuadrilla	Unidad	Rdmto:	10.00 m3/día	Unidad:	m3
			Cantidad	P. Unit.	Subtotal	Total S/
Mano de obra						
Operario	1	hh	0.800	27.71	22.17	
Oficial	2	hh	1.600	21.79	34.86	
Peón	6	hh	4.800	19.71	94.61	
Materiales						
Cemento Cemex Tipo I		bls	8.352	25.85	215.87	
Arena gruesa		m3	0.588	38.14	22.42	
Piedra chancada		m3	0.708	50.85	36.00	
Alambre negro reciclado		kg	167.000	8.76	1463.21	
Agua		m3	0.211	5.00	1.05	
Gasolina		gal	0.480	15.44	7.41	
Equipos						
Mezcladora de concreto de 18HP 11 p3	1	hm	0.800	10.00	8.00	
Vibrador de concreto 4HP 1.25"	1	hm	0.800	7.50	6.00	
Desgaste de herramientas		%MO	0.030	151.64	4.55	
						1916.16
COSTO DIRECTO:						1916.16

Tabla 40: Análisis de costo unitario del concreto con 7% de alambre negro

Costo de 1 m3 de concreto f'c 210 kg/cm2 (S/)				
Patrón	3% ANR	5% ANR	7% ANR	
S/ 452.95	S/ 1,075.03	S/ 1,495.60	S/ 1,916.16	
Diferencia por m3 respecto al patrón				
S/ -	S/ 622.08	S/ 1,042.65	S/ 1,463.21	
0.00%	137.34%	230.19%	323.04%	

Tabla 41: Comparación de precios del concreto patrón y concreto con alambre

En la tabla 40 se puede observar que el concreto patrón su costo por m^3 es de S/.452.95, mientras del concreto con adición de 3% de alambre negro reciclado es de S/.1075.03, con una diferencia de S/.622.08, siendo este el más apto a diferencia de los demás porcentajes donde es mucho más costoso.

Discusión

Caracterización del alambre

La selección de la longitud del alambre negro reciclado, establecida en 6 cm, se basó en la disponibilidad y recolección del alambre negro N°16 en diversas obras de construcción en la región de Lambayeque. Este tipo de alambre es comúnmente empleado para amarres en columnas, encofrados y vigas. Sin embargo, se debe señalar que esta elección contrasta con los hallazgos de la investigación [10], donde se determinó que una longitud de corte de alambre galvanizado de 4 cm adicionado al concreto condujo a una mejor trabajabilidad y adherencia al concreto.

Diseño de mezcla

En el presente estudio, se diseñó la composición de la mezcla de concreto siguiendo las indicaciones fijadas por la metodología ACI 211 para un hormigón de resistencia nominal de 210 Kg/cm², y una variabilidad estándar de 85 kg/cm². Se logró un grado de asentamiento de 3.5 pulgadas, con una correspondencia agua-cemento sin aire incorporado de 0.55. Los resultados se contrastan con los logrados en la investigación [8], donde se empleó una resistencia nominal similar de 210 Kg/cm². Sin embargo, el grado de asentamiento máximo registrado fue de 4 pulgadas, y la relación agua-cemento fue ligeramente mayor, alcanzando 0.58.

Propiedades físicas y mecánicas

Al evaluar las particularidades físicas del hormigón, se observó que, al aumentar la cantidad de alambre añadido, el asentamiento (slump) disminuía, alcanzando un slump de 0" con un 7% de alambre. Además, la temperatura del concreto variaba entre 24.7 °C y 26.7 °C, y el peso unitario del concreto aumentaba. En términos de cualidades mecánicas, se registró una

cantidad resistente a la compresión de 318.7 kg/cm², una resistencia a la tracción de 48.8 kg/cm², a la flexión de 25.9 kg/cm², y un módulo de elasticidad de 266,777.31 kg/cm². Estos resultados se contrastan con la investigación [11], donde se encontró que la adición de ceniza mejoraba las características del hormigón tanto en su estado inicial como en sólido en comparativo con el concreto patrón. Específicamente, la temperatura del concreto con ceniza variaba entre 23.5 °C y 30 °C, dentro de los parámetros establecidos por ASTM C 1064 (10 °C a 32 °C), y el peso unitario del concreto se encontraba entre 2399.92 kg/m³ y 2455.09 kg/m³, dentro del rango normal. La resistencia a compresión mejoraba en un 19.20% para un f'c de 175 kg/cm², en un 2.48% para un f'c de 210 kg/cm², y en un 2.26% para un f'c de 280 kg/cm² a los 28 días, con un slump que varió entre 4" y 3.6", indicando que mejora las propiedades del concreto.

Resistencia a la compresión y a la flexión

En el análisis de las propiedades del concreto, se observaron mejoras significativas en la resistencia tanto a la compresión como a la flexión en comparación con el concreto estándar. Este aumento es notable en contraste con los hallazgos del estudio [9], donde la adición de residuos de alambre al concreto resultó en cambios en las propiedades mecánicas, ya sea en compresión o flexión, generando variaciones significativas. Sin embargo, cabe destacar que la resistencia a la tracción por compresión diametral no experimentó cambios significativos en relación con el hormigón estándar.

Análisis de costos y factibilidad

En este estudio, la valoración de costos y factibilidad reveló que el concreto con una adición del 3% de alambre negro reciclado presentó un incremento del 137.34% en costos en contraste con el hormigón patrón, lo que lo hace no rentable. Este hallazgo contrasta con los resultados de la investigación [12], donde la adición del 5% de alambre reciclado resultó en un aumento del 94.74% en los costos en relación con el concreto estándar. A pesar de que ambas investigaciones concluyen que estas adiciones no son rentables, los porcentajes de incremento en costos varían significativamente. La principal razón detrás de esta falta de rentabilidad radica en los procesos adicionales necesarios para incorporar el alambraón reciclado, como la molienda y el tamizado del material, lo que eleva considerablemente los costos de producción.

Conclusiones

- Se determinaron las propiedades mecánicas y físicas del concreto con adición del alambre negro N°16 reciclado, donde sus resultados fueron muchos más beneficiosos que el concreto patrón. Con una resistencia a compresión de 318.7 kg/cm²; resistencia a la tracción de 48.8 kg/cm²; resistencia a la flexión de 25.9 kg/cm²; módulo de elasticidad de 266777.31 kg/cm² y por último el ensayo de fisuración con incorporación de alambre no presentó fisuras.
- La composición de la mezcla fue elaborada conforme a la metodología ACI 211 para un concreto con resistencia nominal de 210 Kg/cm² y una variabilidad estándar de 85 kg/cm². El grado de asentamiento alcanzado fue de 3.5 pulgadas, y la relación agua-cemento sin aire incorporado fue de 0.55.
- Tras evaluar las pruebas de las características físicas del hormigón, se concluyó que, al incrementar la cantidad de alambre añadido al concreto, el slump disminuye, con un slump de 0” para 7% de alambre; al igual que la temperatura disminuí; mientras que el peso unitario del concreto aumentaba.
- A partir del análisis de los atributos mecánicos, se evidenció un mayor nivel de resistencia a la compresión con un 3% de alambre, logrando una resistencia de 318.7 kg/cm². Con respecto a la flexión, se observó que el 7% de alambre mostró una resistencia de 25.9 kg/cm².
- Tras analizar los resultados, se halló que el porcentaje ideal de adición de alambre fue del 3%, lo que significó un avance significativo en la capacidad de resistencia a la compresión, una mejor compactación del concreto y un módulo de elasticidad mayor. Además, en el ensayo de fisuración, se observó que el concreto con un 3% de alambre no presentó fisuras, a diferencia del concreto patrón.
- Tras realizar el análisis de costos y factibilidad entre el concreto convencional y el concreto con incorporación del 3% de fibra de alambre negro reciclado, se concluye que el costo por metro cúbico del concreto con adición equivalente a S/ 1,075.03, es considerablemente más elevado que el del concreto patrón de S/ 452.95, por lo que no resulta rentable desde un enfoque de costo unitario directo. Sin embargo, las propiedades mecánicas obtenidas, como la resistencia a compresión superior a 300 kg/cm², el incremento del módulo de elasticidad y la ausencia de fisuración,

permiten optimizar el diseño estructural para ser aplicado en pavimentos, lo que podría traducirse en una reducción del espesor de la losa, mayor espaciamiento entre juntas, menor uso de refuerzo y menores costos de mantenimiento. En ese sentido, si bien el costo inicial es más alto, el desempeño estructural superior puede justificar su uso en proyectos que prioricen la durabilidad, eficiencia estructural y sostenibilidad a largo plazo.

Recomendaciones

- Para la recolección de residuos de alambre negro, es fundamental utilizar equipos adecuados y adoptar estrictas medidas de protección. Esto garantizará la seguridad del personal involucrado y la calidad del material recolectado.
- Para futuras investigaciones relacionadas con el alambre negro, se recomienda optimizar el proceso de corte y manipulación del material. Esto puede incluir el desarrollo de técnicas más eficientes y precisas para asegurar una calidad uniforme y optimizar su costo.
- Se recomienda que investigaciones futuras se enfoquen en examinar el comportamiento del concreto al agregar alambre negro reciclado, con el objetivo de determinar si esta adición garantiza mejorar su resistencia más allá de la del concreto estándar. Además, sería beneficioso comparar estos resultados con los del concreto tradicional para evaluar si el uso de alambre negro reciclado ofrece ventajas significativas en términos de desempeño estructural y costo.
- Para mejorar la trabajabilidad del concreto con un 7% de alambre negro reciclado, se recomienda añadir un aditivo plastificante a la mezcla. Esto ayudará a mantener la consistencia y manejabilidad adecuadas del concreto durante su aplicación.
- Para contrarrestar la corrosión del acero, se sugiere a futuras investigaciones explorar aditivos inhibidores de la corrosión. Dado que este estudio se centra en el uso de residuos de alambre reciclado, investigar la eficacia de estos aditivos podría ofrecer soluciones adicionales para mejorar la resistencia a la corrosión en aplicaciones de concreto.
- Se recomienda la incorporación del 3% de fibra de alambre negro para la elaboración de concreto destinado a pavimentos, debido a que presentó una resistencia a compresión superior a 300 kg/cm^2 , un mayor módulo de elasticidad y ausencia de fisuración en estado endurecido. Por tal motivo, esta dosificación es adecuada para elementos sometidos a cargas cíclicas como losas de pavimento, donde se requiere buen desempeño estructural, mayor durabilidad y control de agrietamientos. Su uso es especialmente viable en pavimentos urbanos o de tráfico medio, donde la reducción de mantenimiento a lo largo del tiempo justifica el mayor costo inicial del material.

Referencias

- [1] D. F. Jaimes y J. J. García, “Importancia del concreto en el campo de la construcción, Formación Estratégica”, vol. 2, no. 1, pp. 1-13, 2020.
- [2] D. A. Forero Rico, “La cargotectura una alternativa modular sostenible para la ciudad de Los Ángeles”, 2023.
- [3] E. O. Benavides, “Elaboración de concreto económico utilizando cascote cerámico como reemplazo parcial del cemento,” Ingeniero, Facultad de Ingeniería, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú, 2021.
- [4] R. Machuca (2022). Influencia de la gestión de residuos de construcción y demolición de obras civiles en la conservación del medio ambiente en el distrito de Santa María del Valle provincia y departamento de Huánuco–2020, 2022.
- [5] Q. Li, Z. Shi, F. Zhao, S. Yu y K. Xie. “Mechanical performance evaluation of steel fiber-reinforced concrete (FRC) based on multi-mechanical indicators from split hopkinson pressure bar (SHPB) test, Journal of Building Engineering”, Volume 79, 2023.
- [6] M. Verapathran, S. Anbusezhian, Senthil Velmurugan Palanisamy, P. Prasath, C.R. Rajesh, S. Seenivasan, Evaluating the effects of steel and polypropylene fibers reinforced concrete using mechanical tests, Materials Today: Proceedings, 2023.
- [7] A. Meza, et al. “Evaluación experimental del alambre galvanizado y recocido para producir fibras con ganchos como refuerzo del concreto a flexión”, Pistas Educativas, 2019, vol. 41, n° 133.
- [8] L. Mendizabal. “Fibra de polipropileno y las variaciones de las propiedades mecánicas del concreto F’C= 210 KG/CM²”. 2019.
- [9] E. Calle y J. Gonzales, “Incorporación de residuos de alambre para mejorar la resistencia del concreto para losas en viviendas”, Universidad César Vallejo, Piura, 2019.
- [10] C. Barturen, “Incorporación de Fragmentos de Alambre Galvanizado N°16 para Aumentar la Resistencia a Compresión del Pavimento Rígido, Universidad César Vallejo, Chiclayo, 2020.

- [11] S. Y. Montero. “Evaluación de las propiedades del concreto empleando ceniza de cáscara de arroz como sustituto del cemento en porcentajes para las edificaciones en la ciudad de Chiclayo”. 2019.
- [12] T. Vega. “Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambón en reemplazo porcentual del cemento, Chiclayo 2021”. 2023.
- [13] C. Rivva, Naturaleza y Materiales del Concreto, Lima: Editorial Universitaria, 2000.
- [14] O. J. Cruz. “Resistencia a la compresión de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo al cemento en 15% y 25% de arcilla y cal”. 2020.
- [15] M. Santillán, “Concreto reforzado con fibras aporta beneficios a la construcción”, Universidad Nacional Autónoma de México, 2023.
- [16] W. Villarroel, “Propiedades del concreto $f'c: 210\text{kg/cm}^2$ adicionando material reciclado alambre N°8, Edificio Multifamiliar San Borja Sur”, Universidad César Vallejo, San Borja, 2021.
- [17] M. Fanzo, “Influencia de las virutas de acero en la fisuración asociada a la contracción plástica en pavimentos de concreto simple para un módulo de rotura de 34 kg/cm^2 en la provincia de Chiclayo, Lambayeque”, 2021.
- [18] ASTM INTERNATIONAL, C1579-06: Evaluating Plastic Shrinkage Cracking of Restrained Fiber Reinforced Concrete (Using a steel form insert), 2012.
- [19] L. E. Pereyra, Ed., “Metodología de la investigación. Klik”, 2020.
- [20] SIKA PERÚ. SikaFiber® CHO 80/60 NB.

Anexos

Anexo 1: Características del alambre



Ilustración 27: Características del alambre

Anexo 2: Ficha técnica del cemento



La información en el cuadro adjunto corresponde al promedio de los datos obtenidos en el periodo de ensayos de enero 2023. Los despachos individuales pueden tener variaciones. Los resultados donde los límites no son especificados por norma se reportan solo como información.

Anexo 3: Ficha técnica del alambre N°16

FICHA TÉCNICA

DENOMINACIÓN:

Fibra de Alambre Reciclado N°16

DESCRIPCIÓN:

Se trata de un hilo metálico fabricado con acero de baja concentración de carbono, producido mediante un proceso de estirado en frío y posteriormente sometido a un recocido térmico. Este tratamiento mejora significativamente su capacidad de deformación sin comprometer la resistencia estructural necesaria para un desempeño eficiente en los usos indicados.



Fuente: Reciclado de construcción

Longitud Total (mm)	Longitud Calibrada (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Área (cm ²)
60.23	50.00	0.16	0.15	0.02356

USOS:

Se emplea en el sector de la construcción para sujetar barras de acero corrugado en diversas clases de obras. También se utiliza en el armado de paquetes y el aseguramiento de cargas en procesos de embalaje en general.


PROPIEDADES FÍSICAS:

Peso Específico de Masa	(gr/cm ³)	8.476
Peso Volumétrico Suelto Seco	(kg/m ³)	912.81
Peso Volumétrico Compactado Seco	(kg/m ³)	1020.02
Contenido de Humedad	(%)	0.01

PROPIEDADES MECÁNICAS:

Longitud Calibrada Final (pulg)	Módulo Elástico (Kgf/cm/cm)	Elongación a la Fluencia (%)	Punto de Fluencia (Kg/cm ²)	Resistencia a la Tracción (Kg/cm ²)	Punto de Rotura (Kg/cm ²)
2.6	80468.31	2.0	1770.3	4248.7	4248.7

Anexo 4: Ensayos en laboratorio



USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIENTOS

INFORME N° LEM USAT 026-2024-I

FECHA: 22 de Mayo 2024


VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ESTUDIANTE: Nayra Leydi Soto Flores


TITULO DE LA TESIS: Evaluación de las Propiedades Mecánicas Y Físicas del Concreto Convencional con la Adición de Residuos de Alambre Negro.

El que suscribe, responsable del laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental, verifica y da conformidad que los siguientes ensayos de laboratorio realizados por el indicado estudiante se han efectuado en las instalaciones de la USAT, asimismo valida los ensayos realizados fuera de nuestras instalaciones siempre que no se puedan realizar en esta universidad:

- Slump
- Peso unitario
- Temperatura
- Absorción
- Contenido de humedad
- Granulometría
- Peso específico
- Compresión
- Flexión
- Tracción
- Módulo de elasticidad
- Fisuración




 TÉCNICO DE LABORATORIO



 Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

Se alcanza al interesado para los fines pertinentes.

Observación: Adjunto



 Henry Rivadeneyra Oblitas
 Responsable de Lab. Ing. Civil Ambiental

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

Tesista : Soto Flores Nayra Leydi

Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas del concreto convencional con la adición de residuos de alambre negro

Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

Fecha de emisión : Chiclayo, 05 Setiembre del 2023

Ensayo : Peso unitario del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Canetra La Victoria - Pátapo

1.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8277	8281
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		8277	8281
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1510	1511
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1474	

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	9699	9675
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		9699	9675
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1770	1765
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1725	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	512.3	512.3
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	500	500
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	2.5	2.5
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	2.46	

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

TECNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 Universidad Católica
 Lambayeque - Perú

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

Tesista : Soto Flores Nayra Leydi
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas del concreto convencional con la adición de residuos de alambre negro
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 05 Setiembre del 2023
Ensayo : Peso unitario del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Cantera La Victoria - Pátapo

A.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7492	7490
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		7492	7490
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1376	1376
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1365	

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

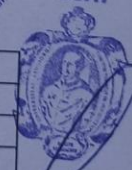
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8507	8520
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		8507.0	8520.0
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1563	1565
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1551	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	5771.5	5771.5
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	5725	5725
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.8	0.8
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.81	

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT



Henry R. Obillos
Tec. Laboratorio
USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

Tesista : Soto Flores Nayra Leydi
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas del concreto convencional con la adición de residuos de alambre negro
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 05 Setiembre del 2023
ENSAYO : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario).
REFERENCIA : N.T.P. 339.046 : 2008 (revisada el 2018)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño		Peso Unitario del Concreto			
		F'c	Fecha de vaciado	Masa Concreto + Masa del Recipiente (kg)	Masa Recipiente (kg)	Volumen del Recipiente (m ³)	Densidad (kg/m ³)
DM-01	M.P - f'c= 210 kg/cm ²	210	15/09/2023	4.007	0.220	0.002	2411
DM-02	M.P - f'c= 210 kg/cm ² + 3%ALAMBRE NEGRO	210	15/09/2023	4.160	0.220	0.002	2508
DM-03	M.P - f'c= 210 kg/cm ² + 5%ALAMBRE NEGRO	210	15/09/2023	4.193	0.220	0.002	2530
DM-04	M.P - f'c= 210 kg/cm ² + 7%ALAMBRE NEGRO	210	15/09/2023	4.327	0.220	0.002	2614


Henry
Rivadeneyra
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

Tesista : Soto Flores Nayra Leydi

Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas del concreto convencional con la adición de residuos de alambre negro

Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

Fecha de emisión : Chiclayo, 05 Setiembre del 2023

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

I.- Datos.

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del Agua	(g)	957.7	957.7
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	642.9	642.9
3.- Peso del Agua	(g)	314.8	314.8
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	638.6	638.6
5.- Peso del Frasco	(g)	142.9	142.9
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	496	496
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm3)	2.677
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm3)	2.700
C.- PESO ESPESIFICO APARENTE	(g/cm3)	2.740
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.87

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

Cantera La Victoria - Pátapo

I.- Datos.

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	2410	2410
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	2430	2430
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canastilla	(g)	2420	2420
4.- Peso de la canastilla	(g)	880	880
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	1540	1540

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm3)	2.708
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm3)	2.730
C.- PESO ESPESIFICO APARENTE	(g/cm3)	2.770
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.83



Henry
Rivadeneira
Obilitus
Tec. Laboratorio
USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

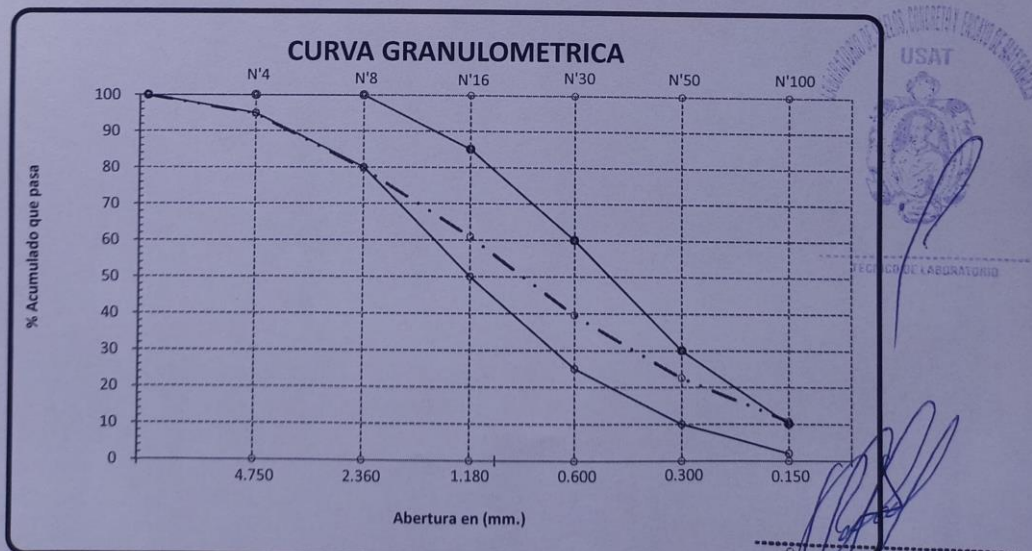


UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

Tesista : Soto Flores Nayra Leydi
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas del concreto convencional con la adición de residuos de alambre negro
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 05 Setiembre del 2023
 Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino
 Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : La Victoria - Pátapo P. Inicial H. 500.0
 P. Inicial S. 500.0 % = 0.0

Malla		Peso	(%)	(%) Acum.	(%) Acum.	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Ret.	Que Pasa		
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
Nº 04	4.750	25.98	5.2	5.2	94.8	95	100
Nº 08	2.360	75.7	15.1	20.3	79.7	80	100
Nº 16	1.180	93.81	18.8	39.1	60.9	50	85
Nº 30	0.600	106.9	21.4	60.5	39.5	25	60
Nº 50	0.300	85.09	17.0	77.5	22.5	10	30
Nº 100	0.150	58.7	11.7	89.2	10.8	2	10
Nº 200	0.074	23.1	4.6	93.8	6.2		
Fondo		16.51	3.3	92.5	7.5		
Módulo de Fineza				2.918			
Abertura de malla de referencia				9.500			



Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

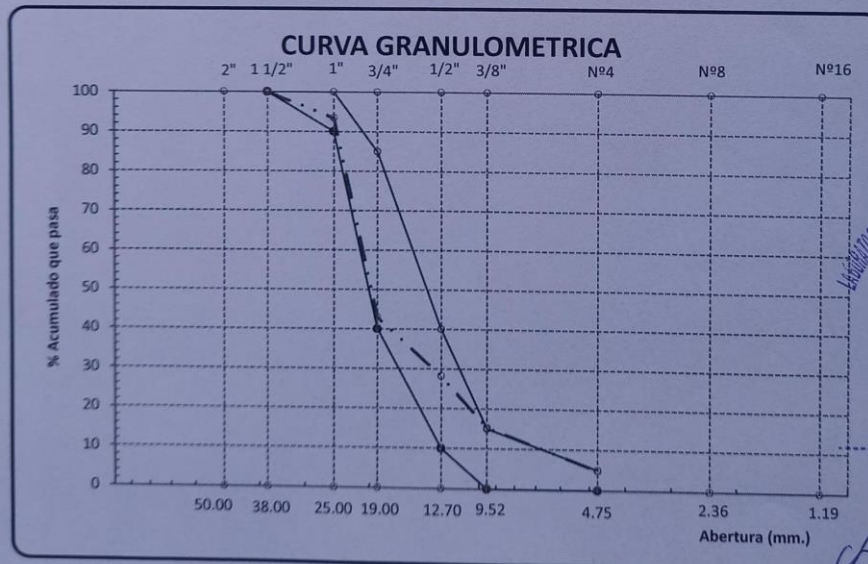
Tesista : Soto Flores Nayra Leydi
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas del concreto convencional con la adición de residuos de alambre negro
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 05 Setiembre del 2023
 Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso
 Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera La Victoria - Pátapo

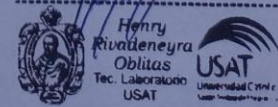
P. Inicial H. 5725

P. Inicial S. 5725 % = 0.00

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)						
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.00	375.0	6.6	6.6	93.4	95.0	100.0
3/4"	19.00	2892.0	50.5	57.1	42.9	40.0	85.0
1/2"	12.70	843.0	14.7	71.8	28.2	25.0	60.0
3/8"	9.52	734.0	12.8	84.6	15.4	0.0	15.0
Nº 04	4.75	598.0	10.4	95.1	4.9	0.0	10.0
Nº 05	2.36	75.0	1.3	96.4	3.6	0.0	0.0
Nº 16	1.19	4.8	0.1	96.5	3.5	0.0	0.0
Fondo		40.2	0.7	97.2	2.8		
Tamaño Máximo			1"	38.00			
Tamaño Máximo Nominal			3/4"	25.00			



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 Henry Rivadeneira Obilias
 Tec. Laboratorio USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE
MOGROVEJO

Tesista : Soto Flores Nayra Leydi
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas del concreto convencional con la adición de residuos de alambre negro
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 05 Setiembre del 2023
Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

N° Muestra	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de ensayo	Días	f'c (kg/cm2)
1	CONCRETO 210 kg/cm2 +0% DE ALAMBRE	18/09/2023	25/09/2023	7	121.7
2	CONCRETO 210 kg/cm2 +0% DE ALAMBRE	18/09/2023	25/09/2023	7	144.1
3	CONCRETO 210 kg/cm2 +0% DE ALAMBRE	18/09/2023	25/09/2023	7	175.7
4	CONCRETO 210 kg/cm2 +3% DE ALAMBRE	18/09/2023	25/09/2023	7	233.7
5	CONCRETO 210 kg/cm2 +3% DE ALAMBRE	18/09/2023	25/09/2023	7	219.8
6	CONCRETO 210 kg/cm2 +3% DE ALAMBRE	18/09/2023	25/09/2023	7	220.6
7	CONCRETO 210 kg/cm2 +5% DE ALAMBRE	18/09/2023	25/09/2023	7	212.1
8	CONCRETO 210 kg/cm2 +5% DE ALAMBRE	18/09/2023	25/09/2023	7	211.1
9	CONCRETO 210 kg/cm2 +5% DE ALAMBRE	18/09/2023	25/09/2023	7	207.7
10	CONCRETO 210 kg/cm2 +7% DE ALAMBRE	18/09/2023	25/09/2023	7	202.9
11	CONCRETO 210 kg/cm2 +7% DE ALAMBRE	18/09/2023	25/09/2023	7	205.2
12	CONCRETO 210 kg/cm2 +7% DE ALAMBRE	18/09/2023	25/09/2023	7	206.1
13	CONCRETO 210 kg/cm2 +0% DE ALAMBRE	2/10/2023	16/10/2023	14	232
14	CONCRETO 210 kg/cm2 +0% DE ALAMBRE	2/10/2023	16/10/2023	14	218
15	CONCRETO 210 kg/cm2 +0% DE ALAMBRE	2/10/2023	16/10/2023	14	228.4
16	CONCRETO 210 kg/cm2 +3% DE ALAMBRE	2/10/2023	16/10/2023	14	244.4
17	CONCRETO 210 kg/cm2 +3% DE ALAMBRE	2/10/2023	16/10/2023	14	256
18	CONCRETO 210 kg/cm2 +3% DE ALAMBRE	2/10/2023	16/10/2023	14	257.3
19	CONCRETO 210 kg/cm2 +5% DE ALAMBRE	2/10/2023	16/10/2023	14	239.1
20	CONCRETO 210 kg/cm2 +5% DE ALAMBRE	2/10/2023	16/10/2023	14	245.8
21	CONCRETO 210 kg/cm2 +5% DE ALAMBRE	2/10/2023	16/10/2023	14	238.5
22	CONCRETO 210 kg/cm2 +7% DE ALAMBRE	2/10/2023	16/10/2023	14	232.2
23	CONCRETO 210 kg/cm2 +7% DE ALAMBRE	2/10/2023	16/10/2023	14	235.9
24	CONCRETO 210 kg/cm2 +7% DE ALAMBRE	2/10/2023	16/10/2023	14	239.8
25	CONCRETO 210 kg/cm2 +0% DE ALAMBRE	19/10/2023	16/11/2023	28	270.9
26	CONCRETO 210 kg/cm2 +0% DE ALAMBRE	19/10/2023	16/11/2023	28	280.8
27	CONCRETO 210 kg/cm2 +0% DE ALAMBRE	19/10/2023	16/11/2023	28	262
28	CONCRETO 210 kg/cm2 +3% DE ALAMBRE	19/10/2023	16/11/2023	28	315.9
29	CONCRETO 210 kg/cm2 +3% DE ALAMBRE	19/10/2023	16/11/2023	28	317.9
30	CONCRETO 210 kg/cm2 +3% DE ALAMBRE	19/10/2023	16/11/2023	28	318.7
31	CONCRETO 210 kg/cm2 +5% DE ALAMBRE	19/10/2023	16/11/2023	28	272.3
32	CONCRETO 210 kg/cm2 +5% DE ALAMBRE	19/10/2023	16/11/2023	28	264.6
33	CONCRETO 210 kg/cm2 +5% DE ALAMBRE	19/10/2023	16/11/2023	28	268.2
34	CONCRETO 210 kg/cm2 +7% DE ALAMBRE	19/10/2023	16/11/2023	28	256.8
35	CONCRETO 210 kg/cm2 +7% DE ALAMBRE	19/10/2023	16/11/2023	28	254.8
36	CONCRETO 210 kg/cm2 +7% DE ALAMBRE	19/10/2023	16/11/2023	28	245.6

Henry
Rivadeneira
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT



TÉCNICO DE LABORATORIO,



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

Tesista : Soto Flores Nayra Leydi

Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas del concreto convencional con la adición de residuos de alambre negro

Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

Fecha de emisión : Chiclayo, 05 Setiembre del 2023

Código : ASTM C78

Título : Método de Ensayo Estándar para Resistencia a la Flexión del Concreto

Muestra	Denominación de Espécimen	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Días	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)
1	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE ALAMBRE	23/10/2023	22/11/2023	28	19.4
2	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE ALAMBRE	23/10/2023	22/11/2023	28	21.6
3	CONCRETO 210 kg/cm ² +3% DE ALAMBRE	23/10/2023	22/11/2023	28	19.7
4	CONCRETO 210 kg/cm ² +3% DE ALAMBRE	23/10/2023	22/11/2023	28	21.1
5	CONCRETO 210 kg/cm ² +5% DE ALAMBRE	23/10/2023	22/11/2023	28	16.3
6	CONCRETO 210 kg/cm ² +5% DE ALAMBRE	23/10/2023	22/11/2023	28	19.6
7	CONCRETO 210 kg/cm ² +7% DE ALAMBRE	23/10/2023	22/11/2023	28	25.9
8	CONCRETO 210 kg/cm ² +7% DE ALAMBRE	23/10/2023	22/11/2023	28	24.3

Henry Rivadeneira Obiñas
 Tec. Laboratorio
 USAT
 Universidad Católica
 Lambayeque

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 Universidad Católica
 Lambayeque
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

Tesista : Soto Flores Nayra Leydi
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas del concreto convencional con la adición de residuos de alambre negro
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 05 Setiembre del 2023
Código : ASTM C-39/39M -2004
Título : Standard Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

N° Muestra	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de ensayo	Días	f'c (kg/cm2)
1	CONCRETO 210 kg/cm2 +0% DE ALAMBRE	20/10/2023	18/11/2023	28	26.6
2	CONCRETO 210 kg/cm2 +0% DE ALAMBRE	20/10/2023	18/11/2023	28	27.9
3	CONCRETO 210 kg/cm2 +0% DE ALAMBRE	20/10/2023	18/11/2023	28	26.4
4	CONCRETO 210 kg/cm2 +3% DE ALAMBRE	20/10/2023	18/11/2023	28	34.3
5	CONCRETO 210 kg/cm2 +3% DE ALAMBRE	20/10/2023	18/11/2023	28	29.8
6	CONCRETO 210 kg/cm2 +3% DE ALAMBRE	20/10/2023	18/11/2023	28	31
7	CONCRETO 210 kg/cm2 +5% DE ALAMBRE	20/10/2023	18/11/2023	28	31.1
8	CONCRETO 210 kg/cm2 +5% DE ALAMBRE	20/10/2023	18/11/2023	28	30.9
9	CONCRETO 210 kg/cm2 +5% DE ALAMBRE	20/10/2023	18/11/2023	28	32.2
10	CONCRETO 210 kg/cm2 +7% DE ALAMBRE	20/10/2023	18/11/2023	28	33.7
11	CONCRETO 210 kg/cm2 +7% DE ALAMBRE	20/10/2023	18/11/2023	28	38.4
12	CONCRETO 210 kg/cm2 +7% DE ALAMBRE	20/10/2023	18/11/2023	28	48.8

Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT



TÉCNICO DE LABORATORIO

CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA EL RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Chiclayo, 20 de mayo del 2024

Quien suscribe:

Sr. Wilson Arturo Olaya Aguilar

Representante Legal – LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS
W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.

AUTORIZA: Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado **“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE ALAMBRE NEGRO”**.

Por el presente, el que suscribe, Wilson Arturo Olaya Aguilar representante legal de la empresa LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. **AUTORIZO** a la estudiante Nayra Leydi Soto Flores identificado (a) con DNI N° 74359656 estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil Ambiental de la UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO y autor del trabajo de investigación denominado “Evaluación de las propiedades mecánicas y físicas del concreto convencional con la adición de residuos de alambre negro” para el uso de laboratorio técnico y formatos de procesamiento de datos y cálculo para obtención de resultados de control de calidad en efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Ensayos realizados:


- Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad del concreto sometido a compresión - ASTM C-469 (12)
- Método de prueba estándar para Evaluación del agrietamiento por contracción plástica de concreto reforzado con fibra restringida (4)

Atentamente,

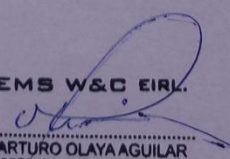


Henry Rivadeneira Obillos
Tec. Laboratorio
USAT





LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
GERENTE GENERAL




LABORATORIO DE ENSAYOS DE CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO



TÉCNICO DE LABORATORIO

Solicitud de Ensayo : **2304A-24/ LEMS W&C**
 Solicitante : **NAYRA LEYDI SOTO FLORES**

Proyecto / Obra : **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE ALAMBRE NEGRO**


Ubicación : **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque**
 Fecha de Apertura : **Martes 23 de abril del 2024**
 Inicio de Ensayo : **Martes 23 de abril del 2024**
 Fin de Ensayo : **Martes 23 de abril del 2024**

Ensayo : **STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).**

Referencia : **ASTM C-469**

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria ϵ_2 (S ₂)	E _c Kg/cm ²	Promedio E _c Kg/cm ²
PC - f'c= 210 kg/cm ²	26/03/2024	23/04/2024	28	285.68	114.27	17.45477	0.000431	253828.65	254589.67
PC - f'c= 210 kg/cm ²	26/03/2024	23/04/2024	28	280.16	112.07	15.40497	0.000431	253412.73	
PC - f'c= 210 kg/cm ²	26/03/2024	23/04/2024	28	294.82	117.93	16.21148	0.000447	256527.63	

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Henry Riuadeneyro Obillos
 Tec. Laboratorio USAT



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO



LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246504

Solicitud de Ensayo : **2304A-24/ LEMS W&C**
 Solicitante : **NAYRA LEYDI SOTO FLORES**

Proyecto / Obra : **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE ALAMBRE NEGRO**

Ubicación : **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque**

Fecha de Apertura : **Martes 23 de abril del 2024**

Inicio de Ensayo : **Martes 23 de abril del 2024**

Fin de Ensayo : **Martes 23 de abril del 2024**

Ensayo : **STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).**

Referencia : **ASTM C-469**

Diseño : **Concreto f'c 210 kg/cm² + 3% de ALAMBRE NEGRO**

Material : **Alambre negro_reciclado**


IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria (ϵ_2 (S ₂))	E _c Kg/cm ²	Promedio E _c Kg/cm ²
PC - f'c= 210 kg/cm ² + 3% ALAMBRE NEGRO	26/03/2024	23/04/2024	28	323.65	129.46	17.82725	0.000463	270585.55	266777.31
PC - f'c= 210 kg/cm ² + 3% ALAMBRE NEGRO	26/03/2024	23/04/2024	28	307.74	123.10	16.95034	0.000454	262629.23	
PC - f'c= 210 kg/cm ² + 3% ALAMBRE NEGRO	26/03/2024	23/04/2024	28	312.99	125.20	17.24015	0.000454	267117.16	


- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


 Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO

 **LEMS W&C EIRL.**
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

 **LEMS W&C EIRL.**
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP/246563

Solicitud de Ensayo : **2304A-24/ LEMS W&C**
 Solicitante : NAYRA LEYDI SOTO FLORES

Proyecto / Obra : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE ALAMBRE NEGRO

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de Apertura : Martes 23 de abril del 2024
 Inicio de Ensayo : Martes 23 de abril del 2024
 Fin de Ensayo : Martes 23 de abril del 2024

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).

Referencia : ASTM C-469
 Diseño : Concreto f'c 210 kg/cm² + 5% de ALAMBRE NEGRO
 Material : Alambre negro_reciclado

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria ϵ_2 (S ₂)	E _c Kg/cm ²	Promedio E _c Kg/cm ²
PC - f'c= 210 kg/cm ² + 5% ALAMBRE NEGRO	26/03/2024	23/04/2024	28	281.65	112.66	15.53782	0.000437	251187.47	247071.32
PC - f'c= 210 kg/cm ² + 5% ALAMBRE NEGRO	26/03/2024	23/04/2024	28	265.27	106.11	16.26087	0.000413	247348.86	
PC - f'c= 210 kg/cm ² + 5% ALAMBRE NEGRO	26/03/2024	23/04/2024	28	260.27	104.11	15.95568	0.000413	242677.62	

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Henry Obilias
 Henry Obilias
 Tec. Laboratorio USAT


LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO

Wilson Arturo Olaya Aguilar
 LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Ángel Ruiz Perales
 LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246604

Solicitud de Ensayo : **2304A-24/ LEMS W&C**
 Solicitante : **NAYRA LEYDI SOTO FLORES**

Proyecto / Obra : **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE ALAMBRE NEGRO**

Ubicación : **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque**
 Fecha de Apertura : **Martes 23 de abril del 2024**
 Inicio de Ensayo : **Martes 23 de abril del 2024**
 Fin de Ensayo : **Martes 23 de abril del 2024**

Ensayo : **STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).**

Referencia : **ASTM C-469**
 Diseño : **Concreto f'c 210 kg/cm2 + 7% de ALAMBRE NEGRO**
 Material : **Alambre negro_reciclado**

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria ϵ_2 (S ₂)	E _c Kg/cm ²	Promedio E _c Kg/cm ²
PC - f'c= 210 kg/cm2 + 7% ALAMBRE NEGRO	26/03/2024	23/04/2024	7	268.88	107.55	16.37253	0.000424	243524.24	239604.02
PC - f'c= 210 kg/cm2 + 7% ALAMBRE NEGRO	26/03/2024	02/04/2024	7	250.91	100.36	15.27965	0.000408	237961.01	
PC - f'c= 210 kg/cm2 + 7% ALAMBRE NEGRO	26/03/2024	02/04/2024	7	250.23	100.09	15.23740	0.000408	237326.82	

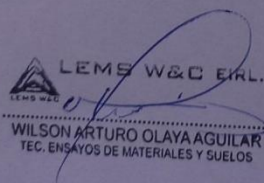
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Henry Rivas Obilias
 Tec. Laboratorio USAT



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
 UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CHILE
 TÉCNICO DE LABORATORIO



LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246504



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycerl.com

2304A-24/ LEMS W&C
 Solicitante : NAYRA LEYDI SOTO FLORES
 Proyecto / Obra : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE ALAMBRE NEGRO
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de apertura : Martes 23 de abril del 2024
 Inicio de ensayo : Miércoles, 24 de abril del 2024
 Fin de ensayo : Jueves, 25 de abril del 2024
 ENSAYO : Método de prueba estándar para Evaluación del agrietamiento por contracción plástica de concreto reforzado con fibra restringida (usando un inserto de encofrado de acero)
 NORMA : ASTM C1579 - 06
 Mezcla de concreto : Convencional, $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 R a/c diseño : 0.55
 Dosificación : 1 : 2.48 : 2.99 : 25.21 lt
 Cantidad por m³ : 354.95 kg; 866.74 kg; 966.39 kg; 210.59 lt/m³ de concreto
 Asentamiento : 3.5 pulg
 Adición : No
 Muestras : Panel de Concreto en moldes profundidad de $100 \pm 5 \text{ mm}$ y dimensiones rectangulares de $355 \pm 10 \text{ mm}$ por $560 \pm 15 \text{ mm}$
 Instrumentos : Anemómetro, Termómetro Digital, Sensor de Humedad Cámara Ambiental de simulación, Ventilador, Fisurómetro Varilla Normalizada de punta semiesférica, Martillo de goma, Badilejo
 Temperatura : $23 \pm 2^\circ\text{C}$
 Velocidad de viento : 4.7 m/s
 Humedad Relativa : 65%
 Tasa de evaporación : 1.0 kg / m²· H
 Hora de Inicio : 12:30:00 pm

PANEL DE CONTROL N° 01											
Tiempo transcurrido				Dimensiones del Panel			Área de evaporación (m ²)	Código de Grieta	Ancho de Fisura (mm)	Ancho de Fisura Promedio (mm)	
Fecha	Hora de Registro	Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)					
24/04/2024	12:30	12.00	720	560	350	100	0.196	A-A	0.50	0.55	
24/04/2024	12:30	12.00	720	560	350	100	0.196	B-B	0.60		
Ancho de fisura Promedio en el Panel (mm)										0.55	

PANEL DE CONTROL N° 02											
Tiempo transcurrido				Dimensiones del Panel			Área de evaporación (m ²)	Código de Grieta	Ancho de Fisura (mm)	Ancho de Fisura Promedio (mm)	
Fecha	Hora de Registro	Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)					
24/04/2024	14:00	12.00	720	560	350	100	0.196	A-A	0.50	0.50	
24/04/2024	14:00	12.00	720	560	350	100	0.196	B-B	0.50		
Ancho de fisura Promedio en el Panel (mm)										0.50	

Promedio de ancho de fisuras en dos Paneles **0.53 mm**
 OBSERVACIONES:
 - Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 LABORATORIO DE MATERIALES
 TECNICO DE LABORATORIO

LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246664

2304A-24/ LEMS W&C
 NAYRA LEYDI SOTO FLORES
 EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE ALAMBRE NEGRO

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de apertura : Martes 23 de abril del 2024
 Inicio de ensayo : Viernes, 26 de abril del 2024
 Fin de ensayo : Sábado, 27 de abril del 2024

ENSAYO : Método de prueba estándar para Evaluación del agrietamiento por contracción plástica de concreto reforzado con fibra restringida (usando un inserto de encofrado de acero)

NORMA : ASTM C1579 - 06

Mezcla de concreto : Convencional, f'c = 210kg/cm2
 R a/c diseño : 0.55
 Dosificación : 1: 2.48 : 2.99 : 25.21 lt
 Cantidad por m3 : 354.95 kg; 866.74 kg; 966.39 kg; 210.59 lt + 65 kg AN/m3 de concreto
 Asentamiento : 3.5 pulg
 Adición : 3% de Alambre Negro reciclado
 Muestras : Panel de Concreto en moldes profundidad de 100 ± 5 mm y dimensiones rectangulares de 355 ± 10 mm por 560 ± 15 mm

Instrumentos : Anemómetro, Termómetro Digital, Sensor de Humedad
 Cámara Ambiental de simulación, Ventilador, Fisurómetro
 Varilla Normalizada de punta semiesférica, Martillo de goma, Badilejo

Temperatura : 23 ± 2°C
Velocidad de viento : 4.7 m/s
Humedad Relativa : 65%
Tasa de evaporación : 1.0 kg / m2· H
Hora de Inicio : 12:00:00 pm

PANEL DE CONTROL N° 01										
Tiempo transcurrido				Dimensiones del Panel			Área de evaporación (m ²)	Código de Grieta	Ancho de Fisura (mm)	Ancho de Fisura Promedio (mm)
Fecha	Hora de Registro	Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)				
26/04/2024	12:00	12.00	720	560	350	100	0.196	A-A	0.00	
26/04/2024	12:00	12.00	720	560	350	100	0.196	B-B	0.00	0.00
Ancho de fisura Promedio en el Panel (mm)										0.00

PANEL DE CONTROL N° 02										
Tiempo transcurrido				Dimensiones del Panel			Área de evaporación (m ²)	Código de Grieta	Ancho de Fisura (mm)	Ancho de Fisura Promedio (mm)
Fecha	Hora de Registro	Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)				
26/04/2024	14:00	12.00	720	560	350	100	0.196	A-A	0.00	
26/04/2024	14:00	12.00	720	560	350	100	0.196	B-B	0.00	0.00
Ancho de fisura Promedio en el Panel (mm)										0.00

Promedio de ancho de fisuras en dos Paneles

NP*

*NP: No presenta
 OBSERVACIONES:

- Muestras, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



TECNICO DE LABORATORIO

LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246864



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 0104 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	4686-2023
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.
3. Dirección	CAL.LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO
Capacidad	2000 kN
Marca	A Y A INSTRUMENT
Modelo	STYE-2000B
Número de Serie	131214
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
Indicación	DIGITAL
Marca	MC
Modelo	STYLE-2000B
Número de Serie	131214
Resolución	0.01 / 0.1 kN (*)
Ubicación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2023-09-02

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.



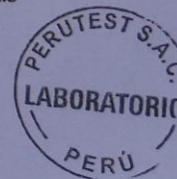
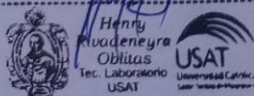
Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2023-09-02

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillan Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
📌 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 0104 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 de INACAL - DM

7. Lugar de calibración

En el laboratorio del cliente
Laboratorio de Materiales de LEMS W & C E.I.R.L.

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.0 °C	26.0 °C
Humedad Relativa	58 % HR	58 % HR

9. Patrones de referencia

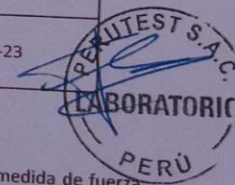
Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE N° 093-23 (B)
ELICROM	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	CCP-0102-001-23

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
 - Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 2.0 según la norma UNE EN ISO 7500-1.



Henry
Rivadeneira
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT



913 028 621 / 913 028 622
913 028 623 / 913 028 624
www.perutest.com.pe

Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
ventas@perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 0104 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo	Indicación de Fuerza (Ascenso)				
	Patrón de Referencia				
%	F_1 (kN)	F_1 (kN)	F_2 (kN)	F_3 (kN)	$F_{Promedio}$ (kN)
10	100	100.8	101.1	100.9	101.0
20	200	201.0	201.4	201.1	201.3
30	300	301.6	301.6	301.5	301.5
40	400	400.8	400.8	400.7	400.8
50	500	501.7	500.7	501.6	501.2
60	600	600.5	600.0	600.4	600.2
70	700	700.7	700.7	700.5	700.7
80	800	799.6	790.9	799.3	795.2
90	900	899.8	900.5	899.6	900.1
100	1000	1001.6	1000.3	1001.3	1000.8
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

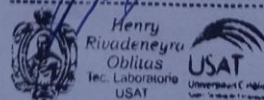
Indicación del Equipo F (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
100	-0.97	0.29	0.00	0.10	0.60
200	-0.62	0.19	0.00	0.05	0.58
300	-0.51	0.03	0.00	0.03	0.58
400	-0.20	0.04	0.00	0.03	0.58
500	-0.23	0.21	0.00	0.02	0.59
600	-0.04	0.07	0.00	0.02	0.58
700	-0.09	0.03	0.00	0.01	0.57
800	0.60	1.10	0.00	0.01	0.85
900	-0.01	0.11	0.00	0.01	0.58
1000	-0.08	0.13	0.00	0.01	0.58

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0) 0.00 %

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LP - 063 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Presión

Página 1 de 2

1. Expediente	2605-2023	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.	
3. Dirección	CALLA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO	
4. Instrumento de Medición	MANOMETRO	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aqui declarados.
Alcance de indicación	0 PSI a 150 PSI	
División de Escala / Resolución	5 PSI	
Marca	NO INDICA	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA	
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	LP-063	
Tipo	ANALOGICO	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Fecha de Calibración	2023-05-16	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

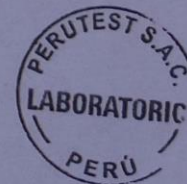
2023-05-16

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello



JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LP - 063 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Presión

Página 2 de 2

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por la comparación directa según el ME-003 "Procedimiento para la calibración de manómetros, vacuómetros y manovacuómetros" Edición digital 1 - CEM de España.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Presión de PERUTEST S.A.C.
Avenida Chillón Lote SDB - Comas - Lima - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.5 °C	21.5 °C
Humedad Relativa	53 % HR	53 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Manómetro Digital con Incertidumbre 0.15	LFP-018-2023
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	1AT-1704-2022

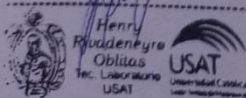
10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.

11. Resultados de Medición

En la siguiente tabla se presentan la serie de los resultados obtenidos

Indicación A Calibrar (psi)	Indicación Manómetro Patrón		Error		
	Ascendente (psi)	Descendente (psi)	de Indicación		de Histeresis (psi)
			Ascendente (psi)	Descendente (psi)	
50	50.0	50.0	0.0	0.0	0.00
100	100.1	100.3	0.1	0.3	0.20
150	150.2	150.7	0.2	0.7	0.50
200	200.8	200.9	0.8	0.9	0.10
250	250.9	250.8	0.9	0.8	-0.10
300	301.3	301.3	1.3	1.3	0.00



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perufest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima

✉ ventas@perufest.com.pe

🏢 PERUTEST SAC

Solicitud de Ensayo : **0403A-25/ LEMS W&C**
 Solicitante : **NAYRA LEYDI SOTO FLORES**

Proyecto / Obra : **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE ALAMBRE NEGRO**

Ubicación : **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque**

Fecha de apertura : **Sábado, 08 de marzo del 2025**

Inicio de ensayo : **Sábado, 08 de marzo del 2025**

Fin de ensayo : **Sábado, 08 de marzo del 2025**

Ensayo : **AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)**
AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

Referencia : **NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)**
NTP 339.185:2013

Muestra : **Fibra de Alambre negro**

Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	912.81
Contenido de Humedad	(%)	0.01
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1020.02
Contenido de Humedad	(%)	0.01

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.





MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 240394





WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES SUELOS



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
 Pimentel – Lambayeque
 R.U.C. 20480781334
 Email: servicios@lemswycelri.com

Solicitud de Ensayo : **0403A-25/ LEMS W&C**
 Solicitante : NAYRA LEYDI SOTO FLORES

Proyecto / Obra : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE ALAMBRE NEGRO

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de apertura : Sábado, 08 de marzo del 2025
 Inicio de ensayo : Sábado, 08 de marzo del 2025
 Fin de ensayo : Sábado, 08 de marzo del 2025

NORMA : MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD DEL CEMENTO PORTLAND

REFERENCIA : N.T.P. 334.005-2011

INSTRUMENTOS : Botella de Le Chatelier
 Termómetro digital
 Balanza digital

MATERIAL : Fibra de Alambre negro

1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(gr/cm ³)	8.476
-----------------------------	-----------------------	-------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- El líquido utilizado es Kerosene.
- Se realizó ciclos de baño maría con agua regulada a temperatura de 20°C .
- La lectura inicial se tomó luego de estabilizar el volumen del líquido .



LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 200062

LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS





Certificado INDECOP N°03137704 RNF Servicios 00000589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswycer@gmail.com

Solicitud de Ensayo : 0403A-25/ LEMS W&C
Solicitante : NAYRA LEYDI SOTO FLORES

Proyecto / Obra : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE ALAMBRE NEGRO

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque

Fecha de apertura : Sábado, 08 de marzo del 2025
Inicio de ensayo : Sábado, 08 de marzo del 2025
Fin de ensayo : Sábado, 08 de marzo del 2025

Muestras : Fibra de Alambre negro

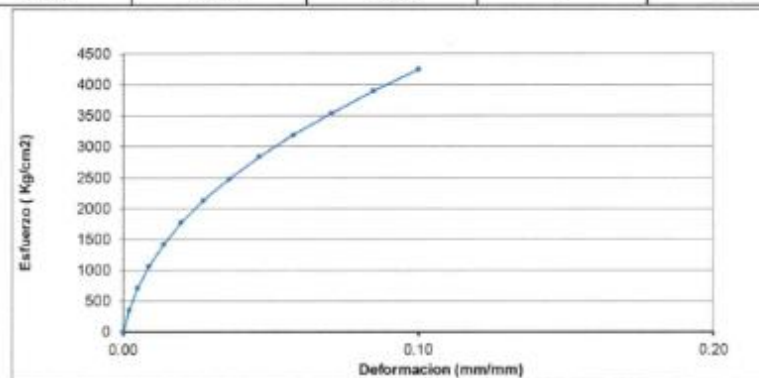
Código	Norma
NTP 339.517:2003 (revisada el 2019)	GEOSINTÉTICOS. Método normalizado para propiedades de tensión de tela delgada de plástico.

Datos de la Muestra

Longitud Total (mm)	Longitud Calibrada (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Área (cm ²)
60.23	50.00	0.16	0.15	0.02356

Resultados de Ensayo

Longitud Calibrada Final (pulg)	Energía de Tensión a la rotura (pulg-lbs-fuerza/pulg ²)	Módulo Secante (PSI/pulg/pulg)	Módulo Elástico (Kgf/cm/cm)	Elongación a la Fluencia (%)
2.6	-	-	80468.31	2.0
Punto de Fluencia (Kg/cm ²)	Resistencia a la Tracción (Kg/cm ²)	Punto de Rotura (Kg/cm ²)	Resiliencia (PSI/pulg ²)	Elongación a la Rotura (%)
1770.3	4248.7	4248.7	-	-



OBSERVACIONES :

- Muestra, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 240194

LEMS W&C EIRL
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

