



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Efecto de la incorporación de celulosa del papel bond reciclado en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima – 2020”.

### TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE: Ingeniero Civil

#### AUTORES:

Pablo García, Michael (ORCID: 0000-0002-0187-9593)  
Ortiz Mandujano, Carlos Raúl (ORCID: 0000-0003-2118-4083)

#### ASESORES:

Ing. Madrid Argomedo, Manuel Ricardo (ORCID:0000-0002-3005-5884)  
Mg. Tacza Zevallos, Jhon Nelinho (ORCID: 0000-0002-9136-8809)

#### LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LIMA – PERÚ

2020

## **Dedicatoria**

“A mi madre Nancy R. Garcia Salvatierra y  
mi padre Edilberto Quispe Prado por  
darme la vida y sembrar en mí los valores  
y cuidados que me dio cuando era muy  
niño”

“A la mujer de mi vida Yeslin Y. LLamacuri  
Aliaga por estar en todo momento a mi  
lado, por ser mi apoyo incondicional en  
toda esta etapa de mi vida”

“A mis hermanos(as) Ingrid, Fiorella,  
Franklin y Dayron que los quiero mucho  
y siempre estaré para ellos”

“Por último deseo dedicar este momento tan  
importante a mí, por no dejarme derrotar ante  
las dificultades, donde solo me mantenía en  
pie por mi objetivo de terminar la carrera y la  
sed de salir adelante”

## **Agradecimiento**

A Dios por darme la facultad de llegar hasta este momento importante de mi formación profesional;

A los ingenieros Jhon N. Tacza Zevallos y Manuel R. Madrid Argomedo; por guiarme y enseñado en todo este proceso para desarrollar la tesis

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

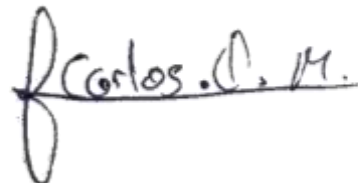
En cumplimiento al Reglamento de grado y Título, de la Universidad Cesar Vallejo de la sede Ate, presento ante ustedes la tesis titulada “Efecto de la incorporación de la celulosa de papel bond reciclado en las propiedades mecánicas del concreto 210kg/cm<sup>2</sup>, Lima – 2020”, con la finalidad de obtener el título profesional de ingeniero civil.

Agradezco por los aportes y sugerencias brindadas al largo del desarrollo del presente estudio y de esta manera realizar una investigación más eficiente. El trabajo mencionado determina la importancia y la influencia que tiene las celulosas de papel bond reciclado en las propiedades mecánicas del concreto, con la finalidad elaborar un concreto amigable con el medio ambiente y resistente ante los factores externos.



---

Michael Pablo Garcia



---

Carlos R. Mandujano Ortiz

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<i>Carátula</i> .....	<i>i</i>
<i>Dedicatoria</i> .....	<i>ii</i>
<i>Agradecimiento</i> .....	<i>iii</i>
<i>Declaratoria de autenticidad</i> .....	<i>iv</i>
<i>Presentación</i> .....	<i>v</i>
<i>Índice de contenidos</i> .....	<i>vi</i>
<i>Índice de tablas</i> .....	<i>vii</i>
<i>Índice de figuras</i> .....	<i>vii</i>
<i>RESUMEN</i> .....	<i>viii</i>
<i>ABSTRACT</i> .....	<i>ix</i>
<i>I INTRODUCCIÓN</i> .....	<i>5</i>
<i>II MARCO TEÓRICO</i> .....	<i>12</i>
<i>III METODOLOGÍA</i> .....	<i>37</i>
<i>3.1 Tipo y diseño de investigación</i> .....	<i>38</i>
<i>3.2 Variables y operacionalización</i> .....	<i>39</i>
<i>3.3 Población y muestra</i> .....	<i>42</i>
<i>3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos</i> .....	<i>44</i>
<i>3.5 Procedimientos</i> .....	<i>47</i>
<i>3.6 Método de análisis de datos</i> .....	<i>48</i>
<i>3.7 Aspectos éticos</i> .....	<i>49</i>
<i>IV RESULTADOS</i> .....	<i>51</i>
<i>V DISCUSIÓN</i> .....	<i>74</i>
<i>VI CONCLUSIONES</i> .....	<i>77</i>
<i>VII RECOMENDACIÓN</i> .....	<i>79</i>
<i>REFERENCIAS</i> .....	<i>81</i>
<i>ANEXOS</i> .....	<i>91</i>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Cementos portland para construcción en general.....	16
<b>Tabla 2:</b> Límites granulométricos de agregado fino.....	17
<b>Tabla 3:</b> parámetros según el uso.....	19
<b>Tabla 4:</b> Resistencia a la compresión. ....	36
<b>Tabla 5:</b> Resistencia a la flexión.....	36
<b>Tabla 6:</b> cuestionario para validación de instrumentos.....	38
<b>Tabla 7:</b> alfa de Cronbach.....	39.
<b>Tabla 8:</b> parámetros del alfa de Cronbach.....	40
<b>Tabla 9:</b> límite de graduación del agregado fino.....	45
<b>Tabla 10:</b> porcentajes retenidos del agregado fino.....	45
<b>Tabla 11:</b> curva granulométrica.....	46
<b>Tabla 12:</b> peso unitario suelto del agregado fino.....	47
<b>Tabla 13:</b> peso unitario compactado del agregado fino.....	47
<b>Tabla 14:</b> peso específico del agregado fino.....	48
<b>Tabla 15:</b> porcentaje de absorción del agregado fino.....	49
<b>Tabla 16:</b> granulometría del agregado grueso.....	49
<b>Tabla 17:</b> curva granulométrica.....	50
<b>Tabla 18:</b> peso unitario suelto del agregado grueso.....	51
<b>Tabla 19:</b> peso unitario compactado del agregado grueso.....	52
<b>Tabla 20:</b> peso específico del agregado grueso.....	52
<b>Tabla 21:</b> granulometría de la celulosa de papel bond reciclado.....	54
<b>Tabla 22:</b> curva granulométrica de la celulosa de papel bond reciclado.....	55
<b>Tabla 23:</b> peso unitario suelto de la celulosa de papel bond reciclado.....	56
<b>Tabla 24:</b> peso unitario compactado de la celulosa de papel bond reciclado....	56
<b>Tabla 25:</b> peso específico de la celulosa de papel bond reciclado.....	57
<b>Tabla 26:</b> porcentaje de absorción de la celulosa reciclada.....	58
<b>Tabla 27:</b> Datos de los agregados.....	59
<b>tabla 28:</b> análisis de diseño.....	59
<b>Tabla 29:</b> volúmenes absolutos del agregado.....	60
<b>tabla 30:</b> contribucion de agua de los agregados.....	60
<b>tabla 31:</b> cantidad de materiales para el concreto patrón.....	61
<b>Tabla 32:</b> cantidad de materiales para el concreto patrón adicionado 1%.....	62

<b>Tabla 33:</b> cantidad de materiales para el concreto patrón adicionado 5%.....	63
<b>Tabla 34:</b> cantidad de materiales para el concreto patrón adicionado 9%.....	64
<b>Tabla 35:</b> Densidad del concreto según los porcentajes.....	64
<b>Tabla 36:</b> ensayos del asentamiento del concreto en porcentajes.....	64
<b>Tabla 37:</b> ensayo a compresión del concreto.....	65
<b>Tabla 38:</b> ensayo a compresión de concreto adicionado 1% de celulosa.....	66
<b>Tabla 39:</b> ensayo a compresión de concreto adicionado 5% de celulosa.....	66
<b>Tabla 40:</b> ensayo a compresión de concreto adicionado 9%.....	67
<b>Tabla 41:</b> ensayo a flexión de concreto patrón.....	67
<b>Tabla 42:</b> ensayo a flexión de concreto adicionado 1%.....	68
<b>Tabla 43:</b> ensayo a flexión de concreto adicionado 5%.....	68
<b>Tabla 44:</b> ensayo a flexión de concreto adicionado 9%.....	69
<b>Tabla 45:</b> comparación de las resistencias a compresión.....	69
<b>Tabla 44:</b> ensayo a flexión de concreto adicionado 9%.....	70

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> ensayo Slump.....	19
<b>Figura 2:</b> probeta sometido a carga.....	22
<b>Figura 3:</b> especímenes de control.....	22
<b>figura 4:</b> curado en pozo de agua.....	23
<b>Figura 5:</b> cuadro comparativo entre los días y resistencia.....	24
<b>figura 6:</b> estructura de la celulosa.....	25
<b>figura 7:</b> procedimiento de extracción de la celulosa de papel bond.....	27
<b>figura 8:</b> extracción de celulosa de papel bond.....	53
<b>Figura 9:</b> celulosa de papel bond.....	54
<b>figura 10:</b> resistencia a la compresión.....	66
<b>figura 11:</b> prueba de normalidad de las variables.....	71
<b>figura 12:</b> analisis descriptivos del analisis de medias.....	72
<b>figura 13:</b> comparación de las medias .....	72



## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de la incorporación de la celulosa de papel bond reciclado, en las propiedades mecánicas del concreto endurecido, con la finalidad de encontrar un uso óptimo de la celulosa y así utilizarlos en el área de ingeniería civil.

Se procedió a realizar una mezcla de concreto patrón, con resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup> por el método ACI-211, y adicionalmente se realizó el diseño del concreto con las proporciones de 1%, 5% y 9%. Para ser adicionado en la mezcla la celulosa reciclada de papel bond en peso del cemento tipo I. Se procedió a realizar los ensayos físicos (granulometría, peso unitario suelto, peso unitario compactado, peso específico y % de absorción) para los agregados y para la celulosa de papel bond reciclado, así también la elaboración de las probetas de concreto en forma de cilindros y vigas de concreto en forma rectangulares según la NTP y ASTM. Para después ser sometido a los ensayos de compresión (ASTM C36), flexión (ASTM C72) y hallar el porcentaje óptimo. Dichos especímenes fueron sometidos a pruebas de compresión y flexión a la edad de 7, 14 y 28 días, obteniendo así los resultados de los grupos de 1%, 5% y 9%; para la compresión disminuyeron en 16.2%, 11.7% y 39.2% respectivamente en relación al patrón siendo este valor de 210kg/cm<sup>2</sup> y para la flexión disminuyo su módulo de rotura en 3.6%, 10.8% y 9.6% en relación al patrón que registro un módulo de rotura de 41.5 kg/cm<sup>2</sup>

Podemos decir que la incorporar la celulosa de papel bond reciclado produce un efecto negativo en la resistencia a compresión y flexión

Palabras clave: concreto, celulosa reciclada, flexión y compresión.

## ABSTRACT

The objective of this research was to determine the effect of the incorporation of recycled bond paper cellulose on the mechanical properties of hardened concrete, in order to find an optimal use of cellulose and thus use it in the area of civil engineering.

A mix of standard concrete was carried out, with a resistance of 210 kg / cm<sup>2</sup> by the ACI-211 method, and additionally, the design of the concrete was carried out with the proportions of 1%, 5% and 9%. To be added in the mixture the recycled cellulose of bond paper by weight of type I cement. The physical tests (granulometry, loose unit weight, compacted unit weight, specific weight and% absorption) were carried out for the aggregates and for the recycled bond paper cellulose, as well as the preparation of the concrete specimens in the form of cylinders and rectangular shaped concrete beams per NTP and ASTM. To then undergo compression tests (ASTM C36), flexion (ASTM C72) and find the optimal percentage. Said specimens were subjected to compression and flexion tests at the age of 7, 14 and 28 days, thus obtaining the results of the groups of 1%, 5% and 9%; for compression they decreased by 16.2%, 11.7% and 39.2% respectively in relation to the pattern, this value being 210kg / cm<sup>2</sup> and for flexion its modulus of rupture decreased by 3.6%, 10.8% and 9.6% in relation to the pattern that registered a modulus of rupture of 41.5 kg / cm<sup>2</sup>.

We can say that incorporating the cellulose of recycled bond paper produces a negative effect on the resistance to compression and flexion.

Keywords: concrete, recycled cellulose, bending, compression.

# I. INTRODUCCIÓN

## **1.1. Realidad problemática.**

En la actualidad Lima contiene más desechos de papel en sus calles que otras ciudades, sino además se ubica como la 8va ciudad más contaminada de Latinoamérica produciendo 23 000 Toneladas de basura al día. donde el 45 % es papel, a esto se le añade que tenemos 1400 botaderos de basura donde esta recolectada, más no reciclada ni debidamente procesadas. (Diario Gestión, 2019).

El concreto en el Perú es muy utilizado desde las pequeñas construcciones de casas hasta las gigantescas obras, es considerado como uno de los principales elementos más empleados en el mundo de la industria de las construcciones. Este material es utilizado en todas partes del mundo debido a los aportes y características físicas tales como: Su trabajabilidad, versatilidad, durabilidad, resistencia, y sus acabados de primera calidad. La aplicación propia que tiene dicho material es de mucha diversidad y utilidad para las construcciones en la actualidad, Ya que el rubro de las construcciones está creciendo cada día más y más. concreto es fabricado por empresas de gran compromiso con el medio ambiente y su calidad en cuanto al producto, y cada vez aumenta la competitividad de este producto, así como su modificación al incorporar distintos materiales o sustituir un peso como porcentaje, varia su utilización en cuanto al clima, contexto, suelo, etc. Cabe mencionar que este producto está siendo mejorado para las construcciones futuras para no dejarlo de utilizar (con aditivos acelerante o retardantes). cuando en concreto está en estado endurecido se le puede direccionar para aplicaciones en ingeniería como cimientos, pilares, vigas, losas, pavimento, puentes, etc.

La utilización de la celulosa reciclado de papel periódico (CRPP) es un material que recién se está usando en el rubro de la construcción, en múltiples contextos como la industria y actualmente en las construcciones de será muy beneficioso para el mortero o concreto; según la Agencia Iberoamericana para la Difusión de la ciencia y la tecnología, es semejante en composición al cemento portland, demostrando ser así una opción viable para el rubro de la construcción. Convirtiéndose así en un material muy interesante en la adición del concreto. Una exploración llevada a responsabilidad de Montes indica que es viable para la consolidación de bloque de

suelo compactados, y la incorporación de la CRPP eleva las características de durabilidad y resistencia de los bloques de concreto. Por eso se convierte en una opción muy fácil, económico y factible. (Montes, 2014).

De acuerdo con Martínez, Barrera, Cuevas, Varela y Ávila. Menciono que: Los efectos de los residuos de celulosa del embalaje de Tetra Pak y la radiación gamma en las características mecánicas del concreto de cemento. Las muestras de hormigón se elaboraron con celulosa residual a concentraciones de 3, 5 y 7% en peso y se irradiaron a dosis de 200, 250 y 300 kGy de gamma. Los productos muestran la mejoría más alta en las propiedades mecánicas para el concreto con 3% en peso de celulosa residual e irradiado a 300 kGy; Tales mejoras se relacionaron con la morfología de la superficie de las zonas de fractura del hormigón de cemento observada por microscopía SEM.

El crecimiento del sector construcción en el Perú actualmente se encuentra expandiéndose más y más, lo cual nos conlleva al aumento de construcciones de vivienda tanto en la capital como en provincia, donde se requiere de las utilizaciones de materiales como el cemento para su construcción. Para producir cemento es necesario explotar canteras de piedra caliza, generando emisiones contaminantes al medio ambiente. (Diario La República, 2019).

Terminando el siglo XX la población en el Perú en ese momento fue de 25 900 000 de pobladores, actualmente se encuentra con 31 237 385 de pobladores, según las estimaciones será de 33.7 millones. Con el aumento de la población a nivel nacional, crecen las ciudades y atrae como efecto el boom de la construcción de la mano de sus impactos positivos y negativos. (Instituto Nacional de Estadística e Informática "INEI").

En el rubro de la construcción hay una gran demanda de insumos como energía que de una u otra manera afectan el medio ambiente, hay que estar consecuente que se utiliza más de 2 toneladas de elementos para calcular por metro cuadrado cuanto de material me va demandar para construir, la energía que se requiere para

la elaboración de estos materiales que constituyen cualquier tipo de construcción puede reiniciar, hasta un equilibrio de un tercio de emplear energética para una vivienda con una vida útil de 50 años. La construcción de edificaciones conlleva al necesario uso de materia primas, dando así la utilización de canteras, así mismo para la adquisición de agregados finos y gruesos, así como los aglomerantes. (Construmatica, 2018).

Nuestro trabajo se dirige en organizar las mejoras obtenidas por la adición de celulosa de papel BOND recicladas en el concreto, para se esa manera tratar de obtener nuevos materiales y diseño en base de celulosa y concreto.

## **1.2. Trabajos previos**

Para poder iniciar con esta investigación no apoyaremos en algunas tesis relacionados al tema en cuanto al análisis de la adición de celulosa reciclada de papel bond en el concreto, recurrimos a la indagación y revisión de investigaciones a nivel territorial que nos sirvieron como orientación para desarrollar la tesis, así mismo se analizó diferentes fuentes y diseños ya realizados e investigaciones realizadas de la misma línea de investigación.

### **1.2.1. Nacionales**

Según las investigaciones realizados por Fernández. (2018). "influencia del curado en elementos de concreto hidráulico con fibras de celulosa unida con lignina". El autor menciona que analiza y estudia la incorporación del curado de componentes de concreto Hidráulicos con fibrillas de celulosa enlazadas con lignina. Con el objetivo de brindar sus conocimientos obtenidos durante su análisis. En los elementos de concreto hidráulico se utilizó tres distintos métodos de curados: curado por aspersión, curado sumergido en agua y curado con fibras de celulosa unidas con lignina; con el fin de analizar el efecto de estas variables y obtener un rango de influencia sobre la fuerza a la compresión del elemento de concreto hidráulico. La investigación fue realizada para un concreto de resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Para el ensayo a la compresión del concreto en estado endurecido se elaboró 90 probetas: 30 probetas curadas por aspersión, 30 probetas curadas sumergidas en agua y 30 probetas curadas con fibras de celulosa

unidas con lignina. Los ensayos a la comprensión se hicieron a los 7,14 y 28 días de maduración para los tres métodos de curado. Finalmente, los resultados obtenidos de la resistencia a la comprensión permiten concluir que si influye directamente el método de curado que se le aplique los elementos de concreto hidráulico. El método de curado con fibras de celulosas unidas con lignina respecto a la resistencia a la comprensión del concreto tiene mayor influencia que el método de curado por aspersión, pero menos influyente que el curado por el método sumergido en agua. De la misma forma en la investigación Según Quispe. (2016). En su tesis “análisis experimental de unidades de albañilería de concreto tipo NP, elaboradas con la adición de pastas de fibra celulosa reciclada (papel BOND), evaluadas bajo las exigencias de la norma técnica peruana E-070 albañilería”. El autor nos menciona que al inicio de la investigación se realizaron e identificaron las cantidades convencionales de albañilería de concreto del tipo NP fabricada en la capital del cuzco, donde se previamente se realizó el análisis de las propiedades de las físicas y mecánicas de los prototipos elaboradas de las unidades realizadas. Posterior a ello se elaboraron las unidades de según las normas peruana de albañilería de concreto tipo NP con las peculiaridades de los prototipos realizados de albañilería de concreto NP, donde poseen peculiaridades de la unidad convencional; cabe mencionar que al momento de elaborar los prototipos se le adiciono distintas proporciones de pasta de fibra celulosa reciclada. Donde se identificaron las propiedades físico – mecánicas de estas cantidades elaboradas. Posterior a ello se realizaron un análisis comparativo con las cantidades con distintas proporciones de pasta reciclada. Y al final realizar cuanto es la influencia que tiene esta pasta de celulosa reciclada sobre las cantidades de albañilería de concreto NP elaboradas en la ciudad de cuzco. De igual manera en la investigación Según Martínez, et. Al. (2015). En su trabajo “Materiales de reciclaje y su uso en el mejoramiento del concreto”. Mencionan que se han incorporado las fibras de celulosa reciclada de troncos de madera de eucalipto ya que son los más blandos. Lo hemos utilizados en diferentes tamaños en nuestro concreto a base de cemento portland, considerado hasta 20% en volumen para adicionarlo al concreto, también se le adicionaron tres intervalos: 0-20; 80mm (denominados lana, virutas y partículas, respectivamente). Según demuestran los ensayos que las partículas tienen una resistencia a la tensión de 500 a 900 Mpa y un módulo de elasticidad de

25 a 40 Gpa estando dentro de los parámetros según norma. Las fibras de celulosas se comportan mejor al estar expuesto al medio ambiente donde hay presencia de altos índice de alcalino de la matriz de cemento, mientras que las fibras inmersas en sulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) mejoran las fuerzas internas del concreto. Por lo contrario, cuando hay presencia de hidróxido de sodio ( $\text{NaOH}$ ) ocasionan una disminución en las fuerzas internas. Los métodos utilizados para esta investigación adicionando las fibras, ya sean químicos o termo-mecánicos, alteran las propiedades mecánicas del concreto. Cabe mencionar que el método químico es más costoso ya que se usa reacciones químicas para su utilización, pero este gasto es compensado, ya que las fibras mejoran las resistencias a flexión. De igual modo en su trabajo Según Cueva, (2015). En su tesis "Guía de construcción de viviendas con papercrete/concreto fibroso en el cantón mira provincia del Carchi". El autor concluyo que de acuerdo a los distintos análisis sobre este elemento de define que los materiales de bloque de papercrete presenta múltiples características según los elementos que se utilicen para su fabricación, así como los porcentajes de los mismos, se identificó que la composición más resistente es aquella compuesta por cemento, arena, ceniza y fibra de vidrio en una proporción de 1:1:3:1, mientras que la más desfavorable nos muestra que es la de cemento papel en proporción 1:1, sin que ello influya que no sea apta para la fabricación de elementos constructivo. Al someter a los elementos hechos de papercrete a fuerzas perpendiculares nos dimos cuenta que de la fuerza a compresión es inferior a los elementos de madera, demostrando así que la madera posee un mejor desenvolvimiento que el papercrete, mientras que en tensión es el concreto el que posee mayor valor frente a los dos materiales, sin embargo, el papercrete presenta mayor resistencia que el concreto y la madera. Igual que el trabajo de Barriga y Bernardo (2016). "Aplicación y estudio de las propiedades de la celulosa reciclada como una adición para el concreto". El autor nos menciona que al incorporar este material reciclado se comporta positivamente en las propiedades mecánicas del concreto, logrando así la fabricación de prototipos de concreto con adición de celulosa reciclada en distintos porcentajes(5%,10% y 15%), siendo amigable con el medio ambiente y útil para la construcción; donde los aportes las relevantes son la disminución de la contaminación ya que al utilizar la celulosa reciclada se tiene que primero extraer la celulosas de manera química, así como también la reducción de utilización del



cemento para la utilización de elementos prefabricado. Según los estudios realizados en laboratorios afirmamos que en la mayoría de casos la celulosa reciclada aumenta el tiempo de fraguado al inicio de la mezcla y aumenta el tiempo de fraguado al final capacidad de absorción de la celulosa reciclada lo cual evidencia en el Slump de los concreto para cada porcentaje disminuye en relación al concreto patrón durante las primeras horas del vaciado. Donde esta capacidad permite que la celulosa absorber más agua permitiendo mantener en una condición plástica al concreto durante más tiempo que la mezcla patrón; lo cual repercute en el final su tiempo de fraguado sea más prolongado.

### **1.2.2. Internacionales.**

Según el trabajo realizado por Elizalde (2015) en su tesis “caracterización de mezclas de mortero a base de celulosa para fabricación de elementos constructivos”. El autor menciona que la forma de estudiar al papelcreto como un material alternativo para el uso en las construcciones de viviendas, elementos prefabricados, etc. Las dosificaciones utilizadas para la presente investigación están abaladas mediante estándares de especificaciones para elaboración de morteros en unidades de mampostería de la ASTM C270-04, pese a ello no resultaron positivos ni se alcanzaron las resistencias de diseño. Habría que realizar un estudio a fondo para poder identificar las causas para poder mejorarlo. Habría que cambiar las dosificaciones para la utilización de este material donde el proceso de elaboración del concreto papelcreto influye en las resistencias del concreto siendo estos valores inferiores al diseñado. Con respecto a las características de la concreta mejora su estructura interna ya que como se utiliza papel en el concreto este le ayuda a estar más entrelazadas al concreto y demora más tiempo al romperse, por ello para la realización de muestras de papelcreto se recomienda usar una máquina mezcladora ya que al momento de juntar todos los materiales hay una buena homogeneidad para la mezcla y de esa manera se mejora algunas características del concreto (p.136). De igual modo Según el trabajo realizado por Hisseine, Basic, Omran.y Tagnit (2018): La nanomodificación del hormigón representa uno de los saltos fenomenales en la tecnología del hormigón que proporciona herramientas innovadoras para diseñar compuestos de cemento con un rendimiento mejorado[.] Este estudio muestra cómo los filamentos de celulosa

(CF), un nuevo tipo de materiales de nanocelulosa, se pueden utilizar como una herramienta novedosa para la modificación de la reología y la mejora de la resistencia en SCC. Se incorporaron CF a concentraciones que oscilaban entre 0,05 y 0,30% por peso de aglutinante en pastas de cemento y SCC. Las propiedades reológicas y mecánicas de los sistemas CF se compararon con las de los sistemas simples y los sistemas que incorporan un VMA comercialmente disponible del tipo de goma welan. Los resultados mostraron que la FQ sirve como un VMA debido a la acumulación de redes flexibles de FQ a nanoescala. Del mismo modo Según el trabajo realizado por Martínez, Barrera, Cuevas, Varela, Viguera, Ávila y López. (2015). En su trabajo "Residuos de celulosa de paquetes de Treta Pak como refuerzo en el hormigón de cemento". Tuvieron como conclusión que tanto la concentración de celulosa residual como la radiación de la cámara son herramientas adecuadas para mejorar las propiedades mecánicas del hormigón, donde la arena se sustituye por celulosa residual. En particular, los valores de resistencia a la compresión y módulo de elasticidad tienen una mejora del 45% y 47%, respectivamente cuando se agrega 3% en peso de celulosa residual y se aplica 300KGY (absorción de un joule de energía de radiación por un kilogramo de materia de dosis). Por el contrario, se observaron disminuciones en las propiedades mecánicas para el concreto no irradiado. A través de imágenes SEM (Microscopio Electrónico de Barrido). Se corroboró la influencia de la radiación gamma en la celulosa residual y su efecto sobre las propiedades mecánicas del hormigón. Tal como el trabajo realizado por Hisseine, Wilson, Sorelli, Tolnai y Tagnit (2019): La nanocelulosa parece mejorar el grado de hidratación. La nanocelulosa mejora las propiedades micromecánicas de la matriz de gel C-S-H. resumen para cumplir con los requisitos de eficiencia, los profesionales de la tecnología del concreto tienen el desafío de proporcionar concretos con propiedades personalizadas para cumplir con los requisitos de sostenibilidad y resistencia para los sistemas de infraestructura. Como tal, el concreto de nanoingeniería al incorporar materiales de nanocelulosas (NCM) puede revelar nuevas direcciones de investigación para adaptar las propiedades necesarias para los compuestos de cementos sostenibles. El estudio actual investiga el rendimiento de los sistemas de cemento que incorporan filamentos de celulosa (CF) y tiene como objetivo fomentar una nueva comprensión del rendimiento mecánico a macroescala con un enfoque multiescala

de arriba hacia abajo. El estudio investiga el rendimiento mecánico (es decir, resistencia a la compresión, capacidad de flexión y modulo elástico) a macroescala de pastas de cemento que incorporan CF en dosis de 0.0%, 0.05%, 0.10%, 0.20% y 0.30% en peso. Como el trabajo de Held, (2015). En su trabajo “La celulosa de papel reciclado para aislación térmica de edificios, en el contexto tecnológico – constructivo y económico del NEA”. El autor nos resume que, habiendo estudiado el material celulósico usado como aislante térmico en la construcción, y su factibilidad de implementación en la región NEA, puede concluirse que el mismo presenta grandes ventajas en relación al excelente comportamiento térmico teórico que registra, pero no así en relación al desempeño higroscópico. Demanda un diseño cuidadoso de las propuestas y un estudio minucioso de la normativa nacional vigente en relación con la habitualidad de espacios, no habiéndose podido, en el estudio experimental del comportamiento real del material, abordar la investigación con la rigurosidad deseada, por el desinterés y la poca cooperación de los sectores comerciales que ofrecen el material en el ámbito nacional. Por otro lado, la promoción del material como “ecológico” y fabricado a partir de materia reciclada, si bien es acertada, se reduce a sus lugares de origen y no representan grandes ventajas en la zona, debido a la inexistencia de una industria de producción local. El gran desafío se plantea en la instalación de plantas de producción en la región y en la captación del interés por parte del sector comercial y profesional para introducir el producto en la construcción local. Notablemente en el NEA, pese a la gran industria maderera y de pasta celulósica que existe, no se cuenta con ventajas para la instalación de plantas de producción del material a partir de papel periódico reciclado (materia prima para la cual, asimismo, existe un pronóstico cada vez más desalentador, por la creciente digitalización que se registra). De la misma manera que la investigación de Bamat, Szymarizka, Jarosz y Lagod (2019): Se utilizaron nanofibrillas y nanocristales de celulosa para mejorar las propiedades del concreto. El SFC total del concreto dependía principalmente del contenido y tipo de nanocelulosa. El uso de nanocristales de celulosa mejoro la resistencia del concreto a la congelación y descongelación. La adición de ACNF y CCNC mejoro la durabilidad y la resistencia del concreto. En el trabajo se presentó el estudio sobre las propiedades físicas y durabilidad del concreto con nanofibrillas de celulosa mezcladas (ACNF) y la

nanocristales de celulosa (CCNC). Se definieron las siguientes características del hormigón: absorción, densidad, densidad aparente, porosidad abierta, ángulo de contacto, energía libre de superficie, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, resistencia a la congelación y descongelación. El uso de ACNF y CCNF da como resultado diferentes propiedades de humectación y adhesión del hormigón. La adición más alta de CCNC produjo un concreto con el CA más bajo con agua y los valores más altos de SFE que evidenciaron las propiedades de adhesión y humectabilidad aumentadas. Tal como la investigación de Amores, (2013) en su tesis “el papel reciclado de los desechos sólidos urbanos del cantón Ambato provincia de Tungurahua y su incidencia en la resistencia del hormigón”. El autor concluyo que al incorporar el papel reciclado de los desechos sólidos esto reducirá la contaminación ambiental directamente, a la vez vamos a mantener a nuestros arboles por mucho más tiempo de esa manera disminuir la tala sin responsabilidad, lo que traería en ahorro económico para la sociedad de esa manera contribuirá directamente con el desarrollo sustentables del país reduciendo el desperdicio de los recursos naturales. por lo que se deduce que el proyecto propuesto “El papel reciclado de los desechos sólidos urbanos del cantón Ambato provincia de Tungurahua aplicados en la elaboración de mampuestos de hormigón” es beneficioso principalmente para la economía del hombre, porque al crearse una nueva fuente de trabajo genera empleo; y para el medio ambiente también causa un efecto positivo, ya que mejora su estética al recuperar áreas afectadas y por lo tanto resulta una nueva alternativa de mitigación de impactos que los desechos provocan tanto a la salud del hombre como al medio ambiente.

## II. MARCO TEÓRICO

## 2.1. Conceptos relacionados al tema

### 2.1.1. Concreto.

Según Norma E. O6O concreto armado (2014) nos menciona que: Es una mezcla, composición de cemento portland u otro tipo de hidráulico, agua, agregado fino, y agregado grueso puede ser sin o con aditivos (p. 415).

Según Ortega, J. (2015). En su ejemplar Diseño de estructuras de concreto armado, manifiesta que el concreto se asemeja directamente a la piedra por su durabilidad, que resulta al unirse en una proporción apropiado de cemento, arena, piedra, agua y aire, pero la utilidad que ofrece en concreto es que puede ser vertido en cualquier forma, tamaño, con aditivos, sin aditivos, etc. El concreto hoy en la actualidad se emplea para muchos elementos, se le puede agregar materiales reciclados para medir la variación con respecto a las propiedades físicas como mecánicas. eso va depender de una buena distribución de encofrado ya sea madera o metal para un mejor acabado (p.13).

### 2.1.2. Componentes y complementos del concreto

#### Cemento:

Arriola, (2013), citado por aliaga (2017) argumentó que: es un elemento aglomerante que tiene el cargo de adición y cohesión, donde el cargo es de reunir fragmentos de minerales entre ellos para elaborar un aglomerante de resistencia y una durabilidad necesaria. No solo hace referencia a cemento en sí, sino una variedad de elementos aglomerantes como son asfaltos adoquines y varias resinas (p.28).

**Tabla 1:** Cementos portland para construcción en general

Tipo	Denominación
IS	Cemento portland con escoria alto horno
IP	Cemento portland puzolánico
IL	Cemento portland – caliza
I(PM)	Cemento portland puzolánico modificado
IT	Cemento portland adicionado ternario
ICo	Cemento portland compuesto

Fuente. NTP 334.090, 2013

### **Agregados.**

En la reciente investigación se utilizó los consecutivos agregados: agregado grueso (piedra de 1/2" o 3/4"), agregado fino (arena gruesa), originario de la cantera Gloria ubicada en el kilómetro 14.8 de la carretera central Ate – Lima.

Según Condori, (2016) nos menciona que son materiales granulares (arena gruesa, piedra chancada, arena fina, etc.) que al ser unidos con cemento portland y agua (potable) se convierten en un concreto o material hidráulico utilizadas para las construcciones

### **Agregado fino.**

Según Norma E. 060 concreto armado (2014) nos menciona que: que el agregado fino puede ser resultante de forma innato o de una manufactura que también puede ser de interpolación de ambos elementos. Las partículas tienen que estar de forma limpia y sin moléculas de petróleo, grasa, etc. que sean de perfiles angulares, fuertes, resistentes y compactos. Así mismo deberán estar libres de materias orgánicas u otros elementos dañinos para las construcciones, y así no pueda influir de manera negativa en la resistencia a compresión o flexión. (p. 417).

Según la norma ASTM C 33 hace mención que: que el agregado fino no debe superar más que 45% de material retenido entre 2 tamices consecutivos estándares. Como se muestra en la tabla, pero ya antes de pasar por el proceso de tamizado se tiene que pesar una cierta cantidad de arena lavada y secada por 3 a 4 horas en un horno a temperatura 140°C

En el caso del módulo de finura se determina mediante una fórmula, pero para ser muy práctico, este material no debe ser menor los 2.3 y no debe de exceder 3.1, así mismo no puede tener una variación de 0.2

**Tabla 2: Límites granulométricos de agregado fino.**

tamiz	porcentaje que pasa (en masa)
9.5 mm (% pulg.)	100
4.75 mm (N°4)	95 a 100
2.36 mm (N° 8)	80 a 100
1.18 mm (N° 16)	50 a 85
600 um (N° 30)	25 a 60
300 um (N° 50)	10 a 30°
150 um (N°100)	2 a 10°°

Fuente: Norma ASTM c33

### Agregado grueso.

Según Norma E. 060 concreto armado (2014) nos dice que: el agregado grueso se considera a partir del tamiz 4.75mm para arriba. Este elemento se puede extraer de forma natural o de manera mecánica mediante maquinas normadas (trituradoras), la utilización debe ser de manera correcta sin agentes contaminantes (aceite, arcilla, petróleo, etc.), las piedras deben de tener una forma angular rígida y debe ser lavada antes de ingresar a la obra. Ya que esto influirá en la resistencia del concreto que se va realizar (p.417).

Los limites en cuanto al tamaño del agregado grueso para su uso no debe de superar:

- Un quinto de inferior dimensión entre los lados del molde.
- Un tercio de espesor de losa.
- $\frac{3}{4}$  de esparcimiento libre mínimo entre las varillas sostenimiento.

Para definir los estudios granulométricos nos basamos mediante la norma ASTM c33, donde nos explica que para la obtención tenemos que concentrarnos en los pesos retenidos en las mallas 1,1/4",3/8, N°4. Mas el valor de 500 y todo eso dividido entre 100.

Figura 1: determinar agregado grueso

$$M.G = \frac{\% \text{ ret. Acum. Tamices ( 1", 3/4", 3/8", N°4) + 500}{100}$$

Fuente: Norma ASTM c33



## Agua.

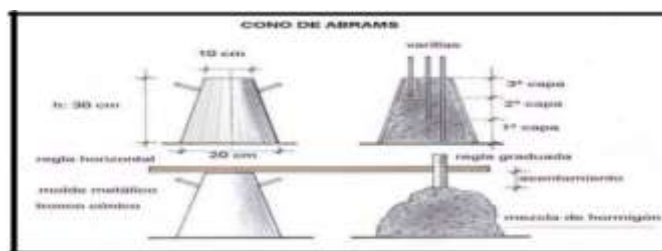
Según Norma E. 060 concreto armado (2014), nos mencionan que para utilizar en el agua en el concreto se debe tener en cuenta algunos factores, deberá ser agua potable y para el curado de concreto es muy beneficioso este elemento natural. Tiene una infinidad de usos ya sea para la agricultura, salud, aseo, para la vida misma es muy importante este elemento natural conformada por oxígeno e hidrógeno (p. 418).

## Concreto en estado fresco.

### Ensayo de Slump.

Según Gorrise (2015) nos menciona que para realizar este ensayo nos basamos en la norma ACI y previamente con ayuda de un técnico, se realiza con un molde de forma troncocónica con dimensiones de 10 cm la parte superior y 20 cm la parte inferior (base) sobre una plancha metálica se coloca el molde y se vierte el concreto dentro del molde mediante 3 capas con sus respectivos 25 golpes para minimizar la cantidad de aire, con ayuda de barra de fierro inoxidable de 50cm chuseamos el concreto para una mayor precisión en los resultados. Una vez que esté lleno el molde enrasamos y nivelamos el molde, dejamos que el concreto repose unos 5 minutos para después retirar el molde y ver el asentamiento para medirlo con ayuda de una cinta métrica (wincha o flexómetro), la diferencia que hay entre la parte superior del molde y el asentamiento del concreto se determina SLUMP, se recomienda usar un slump de 8cm a 12cm para una mejor trabajabilidad y manejabilidad. Este ensayo normalmente se realiza en el laboratorio para una resistencia definida (175kg/cm<sup>2</sup>, 210kg/cm<sup>2</sup>) ya que se tiene que mantener la relación agua y cemento para el diseño de mezcla estimado

**Figura 1:** ensayo Slump



Fuente:(Aliaga, et. Al. 2018, Al. Pág. 36)

**Tabla 3:** parámetros según el uso

TIPO ESTRUCTURA	MÁXIMO	MÍNIMO
	pulgadas	pulgadas
muros y zapatas	3	1
zapatas simples, cajones y muros de sub estructura	3	1
muros reforzados y vigas	4	1
columnas de edificios	4	1
pavimentos y losas	3	1
concreto ciclópeo	2	1

*Fuente: Tecnología del concreto, 2017*

### **Compactación.**

Según Iglesias, F & Yupanqui, R. (2016) nos indica que: la compactación es un proceso muy importante ya que depende de eso la estabilidad del proyecto, se compactación de realiza mediante una compactadora con un rodillo vibratorio, compactadora manual. Dependiendo al área de trabajo se define que maquina vamos a utilizar, básicamente en el proceso de compactado mediante la vibración del rodillo el suelo va liberando la cantidad de aire contenida para convertido en un suelo adecuado.

Podemos medir la compactación del suelo mediante el ensayo de penetrómetro para ver si ese suelo tiene buenas condiciones. (p.21)

### **Trabajabilidad.**

Según Iglesias, F & Yupanqui, R. (2016) el autor nos dice que: la trabajabilidad es una propiedad muy importante ya que de eso depende los acabados, resistencia, rendimiento, etc. La trabajabilidad en el concreto va depender directamente de la cantidad de agua que tiene el concreto (relación agua y cemento) y se tiene que

tomar muy serio ya que el concreto desde que sale de planta tiene un límite de tiempo (3 horas), dentro de esas horas el concreto se tiene que utilizar, de lo contrario el concreto se va fraguando perdiendo así las propiedades mecánicas y afectando directamente la resistencia.

Según Pacheco, (2017) Se determina como la propiedad de la mezcla en su etapa fresco que nos indica manejabilidad en los proyectos y todas sus etapas, para su utilización se tiene que tener en cuenta su mezclado con los agregados, una buena colocación, ser transportado de manera constante, contar con una vibradora para reducir el porcentaje de aire contenido para evitar agrietamientos. Para determinar la trabajabilidad se realiza mediante el cono de Abrams donde con ayuda de un cono se mide la diferencia del asentamiento del concreto con la parte superior del cono y de esa manera podemos decir que si un concreto tiene una buena trabajabilidad.

### **Exudación.**

Según Iglesias, F & Yupanqui, R. (2016) el autor hace mención que: la exudación es importante para la disminución de agrietamiento, no podemos evitar, pero si controlar de manera eficiente. La exudación básicamente consiste en la sedimentación de los agregados y la presencia de agua en la superficie, puede ser perjudicial si no se controla esa propiedad del concreto (p.19)

### **Flujo plástico**

Según Iglesias, F & Yupanqui, R. (2016) el autor nos menciona que: El flujo plástico del concreto se define como una deformación inelástica o diferida que soporta todos los sólidos que conocemos y está sometido a esfuerzos tensionales constantes.

### **Segregación.**

Según Iglesias, F & Yupanqui, R. (2016) el autor nos hace mención que: que la segregación en el concreto básicamente es un fenómeno que se encarga de separar los agregados del cemento y el agua provocando así una disformidad homogénea alterando así la resistencia del concreto y este puede ser perjudicial. Las causas podrían ser al momento de preparar en la planta de concreto, a la hora de ser transportada, o un mal proceso de vaciado de concreto. (p.18).

## **Concreto en estado endurecido**

El concreto en esta endurecido se considera endurecido después de haber sometido al curado e hidratación de las probetas y vigas, donde van alcanzando más resistencia con el pasar de los días.

### **Resistencia a la compresión.**

Según Abanto (2017) el autor nos hace mención que: la resistencia a la compresión se realiza sometiendo los especímenes a una fuerza perpendicular alcanzando, así la resistencia máxima. Estos ensayos se tienen que realizar en laboratorios normados y certificados para dar validez a los resultados, las muestras pueden ser de concreto, madera, acero, etc.(p112).

Según Iglesias, F & Yupanqui, R. (2016). El autor nos menciona que: para realizar este ensayo el concreto necesariamente tiene que estar en un estado endurecido ya que si no lo estaría los resultados no servirían. acuerdo con la norma ASTM C31 y ASTM C39 nos mencionan que si el concreto está en estado plástico no sirve (p.23).

De acuerdo con De la Garza, G (2012) en su libro “Materiales y construcción” Hace mención que: para la elaboración de muestras de concreto para someterlas a compresión se utiliza moldes de forma cilíndrica de 30cm de longitud y 15cm de diámetro de base, los cuales tienen que estar sometidos a un curado por determinados tiempos para después pasar por las compresoras.

Se calcula la resistencia de concreto con la formula.

$$RC = P/A$$

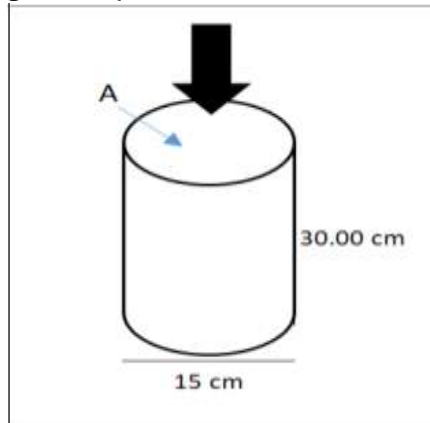
Donde:

P: aplicación de carga máxima kg.

A: es la sección transversal del área  $\text{cm}^2$

RC: la compresión en resistencia  $\text{kg/cm}^2$

**Figura 2:** probeta sometido a carga



Fuente; (Aliaga, et. Al. 2018, Al. Pág. 38)

### **Resistencia a la flexión.**

Según Galicia, (2016). En un ensayo técnico que se expresa como módulo de rotura, para su realización se tiene que usar una prensa normada y calibrada donde posee don apoyos extremos para poner las vigas prototipos con deferentes diseños de mezcla y halla la resistencia ala flexión; la carga de divide entre al área para determinar el módulo de rotura.

### **Especímenes de control**

Los especímenes de control son las probetas realizadas en obra o laboratorios con ayuda de una persona capacitada, bajo las indicaciones que la norma ASTM C-192 nos menciona. Es responsabilidad de la persona el poder realizar un buen procedimiento para la obtención de buenos resultados y alcanzar las resistencias deseadas (el diseño de especímenes y curado).

**Figura 3:** especímenes de control



Fuente: (Aliaga, et. Al. 2018, Al. Pág. 40)

### **Método de curado.**

Según Love, (2016) el autor nos menciona que: hoy en día la curación del concreto se da de infinitas maneras ya sea con agua, con aditivos, con material reciclados, etc. Lo cual el único fin es mantener húmedo al concreto para que así pueda alcanzar las resistencias especificad, para esta investigación hemos realizado el curado con agua para nuestras muestras, hemos sumergido las probetas y vigas por tiempos determinados 7 días, 14 días y 18 días. Respectivamente a las proporciones de celulosa reciclada (p.131).

Según De la Grarza, (2012) nos menciona que: para verificar si una muestra de concreto (probeta) está bien curado tenemos que notar al momento de sumergirlo al pozo de agua no expulse burbujas de aire. Deduciendo así que la muestra ya está saturada. El periodo de alcance de la resistencia se da de forma progresiva, mientras los días pasan la resistencia aumenta. Necesariamente esto va depender del tipo de agregado que usemos, el tipo de cemento, la resistencia que queremos alcanzar, etc. (p.78).

Una buena práctica de curado de concreto ayuda a minimizar el agrietamiento en las muestras y prolonga la vida útil del proyecto donde estamos utilizando dicho concreto.

### **Rociado**

Para Love, (2016) el autor nos menciona que: el rociado es un método de curado para el concreto, se realiza usando una manguera y esta tiene que ser rociada en toda el área del concreto de manera periódica para mantener húmeda al concreto (p.131).

### **Pozos de agua.**

Para Love, (2016) el autor nos menciona que: los pozos de agua ayudan al concreto de que alcance la máxima resistencia a los 28 días. Este método es recomendado para los concreto de alta resistencias, ya que son las que más rápido se endurecen y por ende tienden a fisurarse es por ello que este método es lo más recomendado.

**figura 4:** curado en pozo de agua



*Figura (Aliaga, et. Al. 2018, Al. Pág. 41)*

### **Efecto de edad.**

Según Abanto (2017) en su libro titulado “Tecnología del concreto” menciona que: El concreto aumenta su resistencia con el pasar de los días donde los primeros 14 días el concreto alcanza rápidamente el 90 % mientras que en los días restantes para el 28 la resistencia se da de forma gradual ya que solo representa el 9.99%. en la figura se muestra un cuadro comparativo entre los días transcurridos y las resistencias alcanzadas

**Figura 5:** cuadro comparativo entre los días y resistencia



*Fuente: (Badajos, et. Al. 2018. Pág. 42)*

## **Papel.**

Según Fuentes, et. Al. (2007) mencionan que: el papel es un material muy utilizado en la actualidad en las librerías, ferreterías, centros comerciales, colegios, etc. Este papel está conformado por elementos de celulosa y lignina, la lignina es el elemento que le da la resistencia y hacerlo practico para los deferentes usos que están destinado. (p.2)

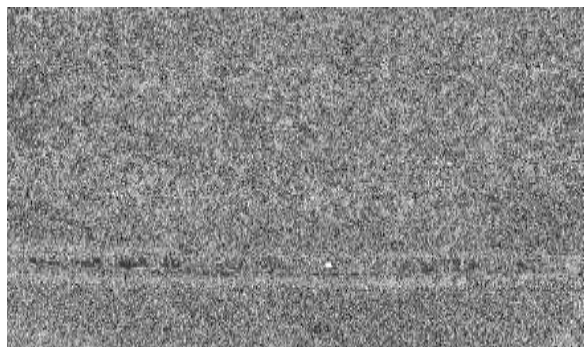
para la fabricación de estos papeles se necesitan hectáreas de árboles dañando así el medio ambiente, es por ello que nosotros vamos a reutilizar los papeles desechados y vamos a incorporar en el concreto.

## **Celulosa de papel reciclado.**

La celulosa es un elemento que se localiza ahora en todos los seres vivos vegetales y son los principales materiales para la elaboración de papeles de todo tipo, está formado por un polímero naturales de glucosa y contenidas entre sí por un compuesto llamado lignina este material es el encargado de darle la rigidez y resistencia a la madera (Barriga y Bernardo, 2016).

Para la rigidez de una madera básicamente se trata de una unión en la composición, esta contiene un polímero natural conformado por moléculas de glucosa dando así el origen de la lignina. La lignina es la única responsable de la rigidez de la madera por ese motivo es un elemento amigable para el concreto, ya que proporciona ciertas ventajas en las características mecánicas del concreto.

**figura 6:** estructura de la celulosa



*Fuente: (Muñoz, et. Al. 2006, pág. 3)*



### **Tipos de celulosa.**

El tipo de celulosa se subdivide según el proceso de obtención, el contexto y el uso que se le dará, básicamente encontramos dos tipos para la obtención de la celulosa (química o mecánica).

#### **Celulosa química.**

La celulosa química es el resultado de un procedimiento para la madera mediante una cocción química, sometidas en altas temperaturas y presiones con la única finalidad de separar a la lignina de la madera este proceso dura más tiempo que el proceso mecánico (Condori, 2010).

Este proceso la madera es cocinada a altas temperaturas con el fin de disolver la lignina que es lo que las mantiene unidas. es uno poco más complicado ya que se tiene que tomar procesos de cocción a altas temperatura y solo puede realizarse en laboratorios certificados, la celulosa obtenida en este caso es muy costosa porque para su extracción se requiere varios insumos.

#### **Celulosa Mecánica.**

Es el resultado de la extracción de la celulosa de madera en forma mecánica, se obtiene a partir de la trituración de la madera en una máquina para obtener piezas de tamaños homogéneos, posterior a ello se lleva a blanquear en este proceso la madera es sometido a altas temperaturas y presiones para separar la lignina de la madera para después ser lavada y secada respectivamente. Y al final es clasificada. (Condori, 2010).

Este proceso es mecánico la madera pasa por trituradoras y horno a altas temperaturas ya que para la extracción de la celulosa los recursos a usarse son mínimos en comparación a la forma química por este método solo necesitas

#### **Estructura de la celulosa.**

Según estudios de Condori (2010): “La composición molecular de la glucosa se retiró por primera vez interpretado como elemento químico en la década de 1830, por

el ilustre químico agrícola francés Anselme Payen. Este alcanzó el resultado más o menos apropiado, de que la celulosa y el almidón eran elementos isoméricos, ya que ambas daban la misma conclusión del análisis del mismo contenido de carbono e hidrógeno, y al ser hidrolizadas ambas producían D-glucosa”.

La estructura de la celulosa está básicamente conformada por moléculas llamadas glucosa que. La celulosa también conocida como biopolímero fue descubierta por el químico agrícola Anselme Payen originario de Francia. En sus investigaciones reveló que la celulosa está en todas partes de la biomasa terrestre, dejando así valiosos descubrimientos para posteriormente descubrir más acerca de este elemento.

### **Usos y aplicaciones de la celulosa.**

Según Dufresne (2012) el autor menciona que: la celulosa tiene una alta gama de aplicaciones en el rubro de las industrias, fábricas, rubro de la construcción, etc. La celulosa usa como materia prima el papel y los cartones por los tejidos de fibras naturales que poseen en su estructura. Actualmente se usa mucho como aislante acústico y térmico por las grandes ventajas como producto y económicamente. También se usa en la fabricación de explosivos, etc. Este material es empleado en muchos aspectos, pero recién está ingresando al mundo de la construcción.

Hoy en día vemos que este elemento está dando la hora, en las industrias textiles, en las fabricaciones de elementos acústicos, utilizado también como aislamiento térmico y hoy ingresando al rubro de la construcción. La celulosa contiene en su estructura propiedades que son amigables con el concreto, estamos en esa etapa de profundizar más sobre este elemento y así poder elaborar ciertos elementos de concreto que contengan celulosa para construcciones futuras

### **Celulosa en la construcción.**

La celulosa en la construcción posee diversas aplicaciones ya que según sus características podrían soportar el fuego, así como también las temperaturas térmicas, protección acústica, también es utilizado como protector acústico, es un material multifacético aplicado en casi todos los rubros; su materia es

abundante y muy económica ya que para su extracción se utiliza mínima inversión (Barriga y Bernardo, 2016).

Sabemos que en el Perú al año deseamos toneladas de papeles que no se hace una buena logística para esos materiales, reciclando este material y dándole un debido proceso podemos obtener la celulosa para aprovechar sus propiedades ya sea como protección acústica o protección contra el fuego. Incluso se podría realizar elementos estructurales

### **Extracción de la celulosa de papel reciclado.**

la obtención del material reciclado (celulosa de papel Bond) mediante el proceso mecánico, el lugar donde se obtendrán los papeles sería de familiares, amigos y librerías. Luego se procederá a desmenuzar los papeles de manera uniforme para después remojarlo en agua durante tres días para luego los papeles deberán ser colocadas en la licuadora previamente desmenuzados para no malograr la licuadora, después de eso viertes en un recipiente la pulpa de celulosa licuada, seguidamente lavamos la mezcla con 500 gramos de detergente y 5ml de lejía, con la ayuda de un colador o una malla sacamos todo el agua y después le agregamos la soda caustica para blanquearlo y finalmente secarlo en el horno o al medio ambiente

**figura 7:** procedimiento de extracción de la celulosa de papel bond



## **Planteamiento del problema**

### **Problema General**

- ¿Cómo afecta la incorporación de celulosa de papel bond reciclado en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2020?

### **Problemas Específicos**

- ¿Cómo afecta la incorporación de celulosa de papel bond reciclado en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2020?
- ¿Cómo afecta la incorporación de celulosa de papel bond reciclado en la resistencia a la flexión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2020?
- ¿Cuál será el porcentaje óptimo de celulosa de papel bond reciclado (1%,5% y 9%) que afectará positivamente en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2020?

## **Justificación**

La celulosa de papel bond reciclado contiene en su estructura propiedades químicas y físicas que se asemeja a los compuestos del cemento portland, es por esa razón que la obtención de este elemento no sería una dificultad de lo contrario sería de gran aprovechamiento para la fabricación de concreto

## **Justificación teórica**

La investigación pretende aportar información del uso de la celulosa de papel bond reciclado en el concreto. Asimismo, los datos obtenidos de la investigación ayudarán a explicar los cambios que se dará con la aplicación de la celulosa de papel bond reciclado en las propiedades mecánicas del concreto

### **Justificación Metodológica**

La investigación aportará un concreto modificado que permita a diferentes personas optar por su uso, ya sean ingenieros, arquitectos, maestros de obra y cualquiera que se dedique a la construcción, teniendo así un material óptimo beneficiando a futuras construcciones.

### **Justificación Práctica**

Los efectos de la investigación podrán ser empleados, ya que se evaluará la causa - efecto de la celulosa en las propiedades mecánicas del concreto, logrando así con este producto realizar construcciones sostenibles y ecológicas.

### **Justificación Ambiental**

El uso de la celulosa de papel BOND reciclado constituye una alternativa concreta, ya que el aprovechamiento de estos residuos implica solución de un problema ambiental y un menor uso de cemento para la elaboración del concreto.

### **Hipótesis.**

#### **Hipótesis General**

- La incorporación de celulosa de papel bond reciclado afectará en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2020.

#### **Hipótesis Específicas**

- La incorporación de celulosa de papel bond reciclado afectará significativamente en la resistencia a la comprensión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2020.

- La incorporación de celulosa de papel bond reciclado afectará significativamente en la resistencia a la flexión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2020.
- La incorporación del 9% de celulosa de papel bond reciclado afectará positivamente en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2020.

## **Objetivos.**

### **Objetivo General**

- Determinar el efecto de la incorporación de la celulosa de papel bond reciclado en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2020.

### **Objetivos Específicos**

- Determinar la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con la incorporación de celulosa de papel bond reciclado, Lima 2020.
- Determinar la resistencia a la flexión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con la incorporación de celulosa de papel bond reciclado, Lima 2020.
- Determinar el porcentaje óptimo de celulosa de papel bond reciclado (1%,5% y 9%) que afectará positivamente en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2020.

# III. METODOLOGÍA

### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

#### **3.1.1. Tipo de investigación.**

La investigación es de tipo aplicada ya que principalmente busca soluciones de un problema específico para desarrollar de forma práctica una solución sobre ello, en esta ocasión la solución es la incorporación de la celulosa de papel BOND reciclado para evaluar la influencia en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>.

#### **3.1.2. Diseño cuasi-experimental.**

La presente propuesta es una investigación cuasi-experimental basada en el diseño un concreto 210Kg/cm<sup>2</sup> adicionado con celulosa reciclada de papel BOND, enfocados a evaluar los efectos que este material causa en las características mecánicas del concreto enfocados determinar el porcentaje óptimo de celulosa reciclada, resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión.

Se fundamenta en una investigación, cuasi experimental. Según Van y William (2013) titulado “maniobra de la investigación experimental” el autor menciona que: La investigación cuasi experimental es fundamentada en el manejo de una o más variables que no haya sido confirmada, con el objetivo de explicar o motivo fundamento se provoca una realidad (p. 15).

#### **3.1.3. Nivel de investigación.**

El objetivo de la investigación será correlacional ya que nosotros vamos a medir dos variables mediante una relación estadística para evitar que entre ellas ingrese otra variable a ellas.

#### **Enfoque cuantitativo.**

La presente investigación es de enfoque cuantitativo, debido a que tomamos un problema real y se busca dar una solución que sea comprobado mediante la utilización de normas, técnicas estadísticas e instrumentos para recolectar información necesaria y medir las variables.



### 3.2. Variables y Operacionalización

#### Variables

- Variable dependiente: Las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>
- Variable independiente: Celulosa de papel bond reciclada.

### 3.2.1. Matriz de operacionalización

Efecto de la incorporación de celulosa de papel BOND reciclado en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> , Lima-2020						
TIPO DE VARIABLE	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
DEPENDIENTE	Las propiedades mecánicas del concreto $f'c= 210$ kg/cm <sup>2</sup> .	El concreto es básicamente una mezcla de dos componentes: agregado y pasta. La pasta, compuesto de cemento portland y agua, une a los agregados (arena y grava), para formar una masa semejante a una roca ya que la pasta endurece debido a la reacción química entre el cemento y el agua (Polanco,2012).	Para evaluar las propiedades mecánicas del concreto se incorporará celulosa de papel bond reciclado al concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> . y luego se analizará los cambios que se dará con respecto a la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión.	Resistencia a la compresión	kg/cm <sup>2</sup>	Cuantativa de razón
				Resistencia a la flexión	kg/cm <sup>2</sup>	Cuantativa de razón
INDEPENDIENTE	La celulosa de papel bond reciclado	El concreto adicionado con celulosa es un material que no ha sido utilizado en obras en el Perú, sin embargo, tiene antecedentes de uso en otros países. La celulosa es una adición que brinda muchas ventajas al concreto, además de ser un material respetuoso con el medio ambiente ya que contribuye con el reciclaje del papel al momento de utilizarlo en la fabricación del concreto (Barriga y Bernardo, 2016)	La incorporación de celulosa de papel bond reciclado para evaluar las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> . se realizará mediante la extracción de celulosa del papel bond y luego será adicionado en proporciones al concreto.	Dosificación de la celulosa reciclada de papel bond	1%, 5% y 9%	Cuantativa de razón
				Análisis de la celulosa de papel bond reciclada	Granulometría, peso unitario suelto, peso unitario compactado, peso específico y porcentaje de absorción	Cuantativa de razón

### **3.3. Población y muestra**

#### **3.3.1. Población.**

Según el análisis elaborado por: Fernández & Pértiga (2013) indicaron que: “Es un grupo total de población, cosas o algunas medidas que suelen poseer como cuando en una ocasión y en un lugar presentado. Se debe tener en apreciación la homogeneidad, tiempo, espacio y cantidad” (p. 25).

La población para el efecto de la incorporación la celulosa de papel bond reciclado en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>., Lima – 2020, vendría a ser el concreto endurecido de  $f'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup>.

#### **3.3.2. Muestra.**

Según el análisis elaborado por: Fernández & Pértiga (2013) indicaron que: La muestra es sub grupo de la población de estudio. Existen varios tipos de muestreo que suelen ser alertaría, estratificada y sistemática” (p. 26).

La muestra en esta investigación consta de 36 probetas (4”x 8”) y 24 vigas (15 x 15 x 50 cm) de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> adicionado con celulosa de papel BOND reciclado.

#### **3.3.3. Muestreo.**

Según Hernández y Mendosa (2019). “las muestras no probabilísticas dependen de las características y contexto de la investigación. El procedimiento no es con base de fórmulas de probabilidad, si no de toma de decisiones del investigador” (p.200)

Para la siguiente investigación se utilizará el muestreo no probabilístico, debido que es un procedimiento que se desconoce la probabilidad que cuentan los elementos de la población para incorporar la muestra y basándonos en la Norma Técnica Peruana que nos exigen una mínima cantidad para comprobar que los resultados sean los adecuados.

por lo tanto, realizaremos 60 ejemplares para esta investigación, ya que serán ensayadas a los 7, 14 y 28 días agregando diferentes porcentajes de celulosa reciclada de papel bond. Para la evaluación de la resistencia a la compresión, flexión y hallando el porcentaje óptimo.

**Tabla 4:** Resistencia a la compresión

Edades (días)	patrón	Celulosa reciclada		
		1%	5%	9%
7.00	3.00	3.00	3.00	3.00
14.00	3.00	3.00	3.00	3.00
28.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Total: 36 muestras				

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 5:** Resistencia a la flexión

Edades (días)	patrón	Celulosa reciclada		
		1%	5%	9%
7.00	2.00	2.00	2.00	2.00
14.00	2.00	2.00	2.00	2.00
28.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Total: 24 muestras				

*Fuente: Elaboración propia*

### **Unidad de análisis.**

según Hernández Sampieri (2014). “se puede entender que la unidad de análisis son grupos humanos o personas en la cual el proyecto de investigación se basa. Esta unidad de análisis se centra en los objetos de estudio específicos lo cual son herramientas de estudio en esta investigación”

la unidad de análisis serán las probetas de concreto con la incorporación de celulosa de papel bond reciclado.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

#### **3.4.1. Técnicas de recolección de datos.**

Pineda, Alvarado y Canales (1994) “la observación es una técnica donde el investigador tiene que observar las características, fenómeno o hecho de una situación, para poder obtener la información requerida para seguir con la realización de su investigación” (p.126)

Para el proceso de esta investigación se empleará la técnica de la observación para lo cual se evaluará las propiedades físicas y mecánicas del concreto, mediante la obtención de datos de los protocolos de laboratorio que nos permitirán conocer la realidad mediante la percepción directa, plasmados en los modelos matemáticos Alfa de Cronbach y Microsoft Excel.

#### **3.4.2. Instrumentos de recolección de datos.**

Según Hidalgo (2013) designado “La Tesis” indico que: se considera a unos cuantos medios u objetos empleados para la obtención de información (p. 36).

Para este estudio se tendrá como instrumento protocolos, que son formatos estándar de acuerdo a la norma Técnica Peruana y las internacionales (ASTM):

- Análisis granulométrico (Norma ASTM C33 – NTP400.011)
- Ensayo para la medición del asentamiento del concreto (NTP 339.035)
- Ensayo de resistencia a la compresión (ASTM C39)

- Ensayo de resistencia a la flexión (ASTM C78 y NTP 339.078)
- Método de ensayo para determinar la temperatura de las mezclas de hormigón – concreto (NTP 339.184)

### 3.4.3. Validez del instrumento

Para la validación de los instrumentos de recolección de datos para esta investigación se tendrá el respaldo de ingenieros colegiados y a su vez la aprobación del asesor, tratando de obtener un índice de validez 1 tal como se muestra en cuadro siguiente:

**tabla 6: cuestionario para validación de instrumentos**

cuestionario de validez de instrumentos					
Nombre:					
Apellido:					
CIP:					
1. totalmente en desacuerdo		2. en acuerdo		3. ni de acuerdo, ni en desacuerdo	
4. De acuerdo		5. Totalmente de acuerdo			
Preguntas	1	2	3	4	5
en su experiencia usted ha usado las fichas de recolección de datos para la validación de algún instrumento					
Ha usado el Método ACI para el diseño de mezcla					
En su experiencia cree usted que se podría incorporar celulosa reciclado en el concreto para mejorar las propiedades mecánicas del concreto					
la norma técnica peruana ( NTP) son documentos que establecen especificaciones de calidad de los productos, métodos de ensayos, muestreos, procesos y servicios					
la norma ASTM es la mayor organización científica y técnica para el establecimiento y la difusión de normas relativas a las características y prestaciones de materiales, sistemas, productos y servicios					
en su experiencia usted a utilizado las normas técnicas peruanas de concreto y los resultados obtenidos fueron válidos					
en su experiencia usted ha utilizado el método de análisis granulométrico donde los resultados obtenidos han sido verídicos					
En su experiencia al realizar el ensayo del Slump los resultados obtenidos fueron válidos					
El SLUMP consiste en compactar una muestra de concreto fresco en un molde tronco- conico, midiendo el asiento o descenso de la mezcla luego de desmoldarlo					
en su experiencia profesional al realizar el ensayo a la compresión como mínimo se tiene que realizar 3 muestras.					
el ensayo de la resistencia a la flexión es más exacto que el ensayo a compresión del concreto					
el método para determinar la temperatura del concreto, provee un medio para medir la temperatura del concreto recién mezclado entonces podemos decir que esa es la temperatura final del concreto					

Tesis: Efecto de la incorporación de la celulosa de papel BOND reciclado en la propiedades mecánicas del concreto f'c=210 kg/mc2, Lima - 2019.

*Fuente: elaboración propia*

#### **3.4.4. confiabilidad del instrumento**

La confiabilidad de los instrumentos, está dado en base a cada norma técnica peruana correspondiente a cada ensayo, los cuales están estandarizados en el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) y registrado en el Instituto Nacional de Defensa de las Competencia y de la Protección de la Propiedad intelectual (INDECOPI).

Así mismo, se determinó la confiabilidad del instrumento en base a estadísticas según el método del Alfa de Cronbach según cervantes (2005):

“La confiabilidad para el Alfa de Cronbach, él  $\alpha$  está relacionada a la varianza de los factores subyacentes al conjunto de partes de la prueba, siendo tal que la varianza del factor general es menor o igual al  $\alpha$ , y este es menor o igual a la varianza de los factores comunes del conjunto. Adicionalmente, ocurre que, si el conjunto de las partes es paralelas, él  $\alpha$  es exactamente igual a  $P_{2x,t}$ , así como al valor esperado de todos los posibles coeficientes de confiabilidad por mitades obtenidos por la aplicación de la fórmula de Spearman-Brown (Cortina, 1993). Gracias a estas propiedades, a la gran facilidad para obtener los datos necesarios (una sola aplicación) y a la sencillez de su cálculo, el coeficiente ganó rápidamente en aceptación y aplicación.” (p.18).

En el siguiente cuadro estará más detallado como obtuvimos la confiabilidad para esta investigación.

**Tabla 7: alfa de Cronbach**

Alfa de Cronbach

	experto 1	experto 2	experto 3	experto 4	experto 5	experto 6	varianza
Ítem 1	5	5	5	5	5	5	0.000
Ítem 2	5	5	5	5	4	4	0.222
Ítem 3	4	5	5	5	5	5	0.139
Ítem 4	5	5	4	5	5	5	0.139
Ítem 5	4	5	5	5	5	5	0.139
Ítem 6	5	5	5	5	4	4	0.222
Ítem 7	5	5	4	5	5	5	0.139
Ítem 8	5	5	5	4	5	5	0.139
Ítem 9	5	5	5	4	5	4	0.222
Ítem 10	4	3	5	5	5	5	0.583
Ítem 11	5	5	5	4	4	4	0.250
Ítem 12	5	4	5	5	5	5	0.139
	57	57	58	57	57	56	

Alfa =	94%
K (número de ítems) =	12.00
Vi (varianza de cada ítem) =	2.33
Vt (Varianza total) =	0.33

sección 1	1.09
sección 2	0.86

Para ello se aplicó la siguiente formula:

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left[ 1 - \frac{\sum Vi}{Vt} \right]$$

Se obtuvo una confiabilidad de 94% para los instrumentos que se usara para el desarrollo de esta investigación

El coeficiente de Cronbach es considerado uno de coeficiente más conocidos ya que se direcciona hacia la consistencia interna de cualquier prueba, se basa de



manera correlacional para obtener el promedio entre los Ítems de una prueba o cuestionario donde estos deben de estar estandarizados con una desviación estándar (uno o cero), esto dependerá de cuan transparente se está realizando la prueba.

**Tabla 8:** *parámetros de resultado*

muy baja	Baja	Moderada	Buena	Alta
0 -0.2	0.2 - 0.4	0.4 - 0.6	0.6 - 0.8	0.8 - 1.0

*Fuente: elaboración propia*

### **3.5. Procedimientos**

Para la presente investigación se tendrá lo primero que extraer la celulosa de papel bond, luego adquirir las gravas: los agregados fino y grueso de la cantera Huaycán, el cemento que utilizaremos será de tipo 1 (Sol). Se iniciará los ensayos con la granulometría de los agregados, peso unitario suelto y compactado, peso específico para fino y grueso, contenido de humedad de todos los agregados y el porcentaje de absorción. Luego esos mismos datos obtenidos en el laboratorio no ayudaran para el diseño de mezcla patrón y con celulosa recicladas, tenemos que hallar cuanto de material vamos a utilizar para cada proporción (0%,1%, 5% y 9%) Para esta investigación y poder realizar nuestras muestras de probetas y vigas prototipos, cabe mencionar que también tenemos que determinar en peso cuanto de celulosa vamos a incorporar el concreto en las deferentes dosificaciones. Estos cálculos se realizarán con apoyo de la Norma Técnica Peruana (NTP). una vez hecho todo la Granulometría pasamos al diseño de mezcla de 210 kg/cm<sup>2</sup>. por el método ACI, para realizar este ensayo usaremos el cemento Sol tipo I. se realizarán 36 probetas donde dividiremos en cuatro grupos de 9 probetas por día, en el primer día haremos las 9 probetas patrón, en el segundo día haremos 9 probetas con adición de 1% de celulosa, en el tercer día realizaremos 9 probetas con adición de 5% de celulosa y en el cuarto día realizaremos 9 probetas con adición de 9% de celulosa. Donde luego de su respectivo curado y a los 7, 14 y 28 días se procederá a romper las probetas a comprensión. De igual manera para las vigas prototipos; en el primer día realizaremos el llenado de las 2 vigas patrón, en el segundo día realizaremos el llenado de las 2 vigas con la adición del 1% de celulosa reciclada, en el tercer día realizaremos el llenado de las 2 vigas con adición del 5% de celulosa

reciclada y en cuarto día realizaremos el llenado de las 2 vigas con adición del 9 % de celulosa reciclada. De esa manera estaríamos concluyendo la esta etapa de los vaciados. Ahora continuaremos con el curado para todas las muestras elaboradas y llenadas, el curado será en un pozo de agua sumergido hasta las fechas correspondientes para sus roturas a comprensión y a flexión. Para poder obtener los módulos de rotura para determinar cuánto es la variación del concreto endurecido con respecto a un concreto con la adición de celulosa

### **3.6. Método de análisis de datos**

Se comenzará con la obtención del material reciclado (celulosa de papel Bond) mediante el proceso mecánico, el lugar donde se obtendrán los papeles sería de familiares, amigos y librerías. Luego se procederá a desmenuzar los papeles de manera uniforme para después remojarlo en agua durante tres días para luego los papeles deberán ser colocadas en la licuadora previamente desmenuzados para no malograr la licuadora, después de eso viertes en un recipiente la pulpa de celulosa licuada, seguidamente lavamos la mezcla con 500 gramos de detergente y 5ml de lejía, con la ayuda de un colador o una malla sacamos todo el agua y después le agregamos la soda caustica para blanquearlo y finalmente secarlo en el horno o al medio ambiente. Luego se realizará la dosificación para establecer cuanto de material vamos a emplear para el proceso de elaboración de nuestras respectivas muestras y lo menos importante determinar la cantidad de celulosa reciclada vamos a emplear en las dosificaciones de 1%, 5% y 9%. Estos cálculos se realizarán con apoyo de la Norma Técnica Peruana (NTP) para todos los materiales que se va a usar, se iniciara los ensayos con la Granulometría de los Agregados Finos y Gruesos, este método consiste en la distribución de los tamaños de los agregados y por medio de una malla (tamiz) para comprobar si se encuentra dentro de los parámetros (límites inferiores y superiores mencionados) en NTP 400.012. una vez hecho todo la Granulometría pasamos al diseño de mezcla de 210 kg/cm<sup>2</sup>. por el método ACI, para realizar este ensayo usaremos el cemento Sol tipo I. se realizarán 36 probetas donde dividiremos en cuatro grupos de 9 probetas por día, en el primer día haremos las 9 probetas patrón, en el segundo día haremos 9 probetas con adición de 1% de celulosa, en el tercer día realizaremos 9 probetas con adición de 5% de celulosa y en el cuarto día realizaremos 9 probetas con adición de 9% de celulosa. Donde luego de su respectivo curado y a los 7, 14 y 28

días se procederá con las roturas de las probetas y vigas mediante los ensayos a compresión y a flexión, para poder obtener los módulos de rotura para determinar cuánto es la variación del concreto endurecido con respecto a un concreto con la adición de celulosa

Una vez terminando con los respectivos ensayos en los laboratorios, procederemos a estudiar y analizar los distintos comportamientos que presenta el concreto al incorporar porcentajes de celulosa en su diseño (1%, 5% y 9%) respectivamente de acuerdo a los pesos de la celulosa de papel bond reciclado y así verificar esos cambios de acuerdo a las normas y poder comprobar si están dentro de los parámetros los datos obtenidos.

### **3.7. Aspectos éticos**

Esta investigación tiene como finalidad el estudio del efecto de las celulosas recicladas en el concreto para garantizar su viabilidad. Estos resultados y análisis correspondientes presentan los criterios de las normas ISO 690 y 690-2 de la Universidad Cesar Vallejo para la realización de citas y referencias de los libros, tesis de manera que estas estén bien realizadas. Así mismo los ejemplares (probetas y vigas) se realizarán en el laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo y algunos de los antecedentes se tomaron de las tesis de RENATI. Por este motivo los resultados obtenidos son verídicos y permitirán el desarrollo de esta investigación.

Esta investigación ha sido elaborada a través de artículos científicos, revistas y normas referentes al análisis y diseño de mezcla, tanto como nacionales como internacionales, los cuales han sido citados debidamente haciendo que esta investigación sea fiable y auténtica. En cuanto a la confiabilidad de la investigación será subida a la plataforma TURNITIN para analizar el grado de copia que tenga este estudio.

# IV. RESULTADOS

#### 4.1. Ensayo granulométrico de agregado fino y grueso.

##### 4.1.1. Cálculo de la granulometría del agregado fino

Este es uno de los ensayos fundamentales para los agregados; consiste en la segregación de las partículas del agregado fino por medio de tamizados (mallas), con el objetivo de comprobar si cumple con los parámetros mínimos que exige la norma (límites inferiores y superiores) mencionados en la ASTM C-136.

**Tabla 9:** límites de graduación del agregado fino

Tamiz del agregado grueso (pulg)	Porcentaje que pasa
3/8"	100
N°4	95-100
N°8	80-100
N°16	50-85
N°30	25-60
N°50	5.00-30
N°100	0-10

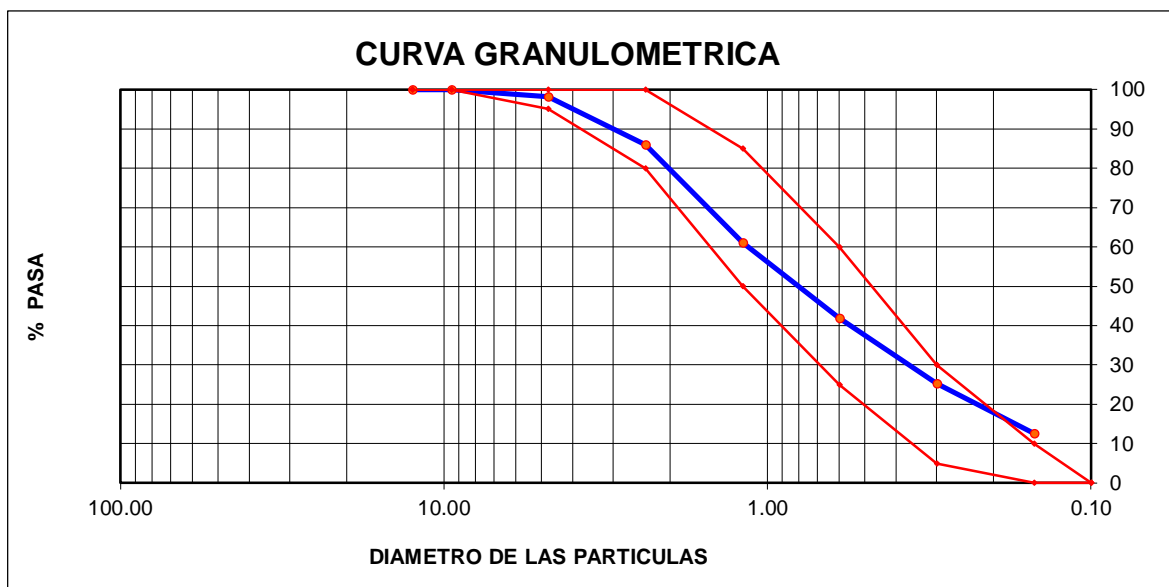
Fuente: ASTM C-136

**Tabla 10:** porcentajes retenidos del agregado fino

MALLAS	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES
	(mm)	(g)	(%)	Retenido	Pasa	ASTM C 33
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	<b>100</b>
N°4	4.76	11.1	1.9	1.9	98.1	<b>95 - 100</b>
N°8	2.38	71.6	12.1	14.0	86.0	<b>80 - 100</b>
N° 16	1.19	148.2	24.9	38.9	61.1	<b>50 - 85</b>
N° 30	0.60	114.8	19.3	58.2	41.8	<b>25 - 60</b>
N° 50	0.30	97.8	16.5	74.7	25.3	<b>05 - 30</b>
N° 100	0.15	75.9	12.8	87.5	12.5	<b>0 - 10</b>
FONDO		74.6	12.6	100.1	-0.1	<b>0 - 0</b>

Fuente: elaboración propia

**Tabla 11:** curva granulométrica



*Fuente: elaboración propia*

en el siguiente cuadro podemos apreciar todos los valores retenido en las mallas, así como lo porcentajes retenidos, también podemos contemplar que el agregado fino utilizado para esta investigación está dentro de los parámetros establecido por las normas.

En la siguiente tabla podemos analizar la curva granulométrica del agregado fino, dicha curva está conformada por los datos obtenidos en el laboratorio (porcentajes retenido), además podemos apreciar que la curva se posiciona dentro de los límites establecidos por las normas ASTM C- 136, y de esa manera no garantiza su utilización para esta investigación.

#### 4.1.1.1. Cálculo del módulo de fineza del agregado fino (ASTM C-136)

Para el cálculo de módulo de fineza se aplicará la siguiente formula.

$$MF = \frac{\sum \% Ret. Acumulado (3+1\frac{1}{2} + 3/4" + 3/8" + N4 + N8 + N16 + N30 + N50 + N100)}{100}$$

Reemplazando datos para el cálculo del módulo de fineza para el agregado fino:

$$MF = (0+0+0+0+1.9+14+38.9+58.2+74.7+87.5) / 100 = 2.753$$

#### 4.1.1.2. Cálculo del peso unitario suelto del agregado fino (ASTM C-29)

*Peso de la muestra = (peso de la muestra + recipiente) – (peso del recipiente)*

**Tabla 12:** peso unitario suelto del agregado fino

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	6654	6648	6652
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4291	4285	4289
4	Volumen del Molde	cm <sup>3</sup>	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cm <sup>3</sup>	1.555	1.553	1.554

<b>PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>1.554</b>
--------------------------------------	-------------------	--------------

*Fuente: elaboración propia*

Para este ensayo se realizaron 3 veces el procedimiento del peso unitario suelto del agregado fino. Donde 1.555g/cm<sup>3</sup> (M1), 1.553g/cm<sup>3</sup> (M2) y 1.554g/cm<sup>3</sup> (M3). El promedio de los 3 vendría ser el peso unitario del agregado fino **1.554g/cm<sup>3</sup>**

#### 4.1.1.3. Cálculo del peso unitario compactado del agregado fino (ASTM C-29)

Peso unitario compactado del agregado = peso del agregado/ volumen del recipiente

**Tabla 13:** peso unitario compactado del agregado fino

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	7280	7285	7292
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4917	4922	4929
4	Volumen del Molde	cm <sup>3</sup>	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cm <sup>3</sup>	1.782	1.783	1.786

<b>PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>1.784</b>
--	-------------------	--------------

*Fuente: elaboración propia*

De manera similar se realizó 3 veces este ensayo para obtener mejor resultado. 1.782g/cm<sup>3</sup> (M1), 1.783g/cm<sup>3</sup> (M2) y 1.786g/cm<sup>3</sup> (M3). El promedio de estos 3 valores vendría a ser el peso unitario compactado del agregado fino **1.784g/cm<sup>3</sup>**

#### 4.1.1.4. Cálculo del peso específico del agregado fino (ASTM C-127)

*Peso específico del agregado fino = peso seco / (volumen del balón - peso del agua)*

**Tabla 14:** peso específico del agregado fino

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón + Peso de Agua	g	954.1	957.9	956.0
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón	g	638.1	642.5	640.3
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	316	315.4	315.7
4	Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balón	g/cm <sup>3</sup>	632.1	636.5	634.30
5	Peso del Balón	g/cm <sup>3</sup>	138.1	142.5	<b>140.30</b>
6	Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/cm <sup>3</sup>	494	494	494.00
7	Volumen del Balón (V = 500)	cm <sup>3</sup>	498.5	497.7	<b>498.1</b>

*Fuente: elaboración propia*



Se realizo 2 muestras para hallar el peso específico del agregado fino, 2.71g/cm<sup>3</sup> (M1) y 2.71g/cm<sup>3</sup> (M2). El promedio vendría ser el peso específico del agregado fino **2.71g/cm<sup>3</sup>**

**Tabla 15:** porcentaje de absorción del agregado fino

<b>PESO ESPECÍFICO DE LA MASA (P.E.M. = <math>A/(V-W)</math>)</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.71</b>	<b>2.71</b>	<b>2.71</b>
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = $500/(V-W)$ )	g/cm <sup>3</sup>	2.74	2.74	2.74
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = $A[(V-W)-(500-A)]$ )	g/cm <sup>3</sup>	2.80	2.80	2.80
<b>PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) <math>[(500-A)/A*100]</math></b>	%	<b>1.2</b>	<b>1.2</b>	<b>1.2</b>

Fuente: elaboración propia

Para realizar este ensayo se hicieron 2 muestras para obtener el porcentaje de absorción del agregado fino **1.2g/cm<sup>3</sup>**

#### 4.1.2. cálculo de la granulometría del agregado grueso

Este método al igual que el agregado fino, consiste en separar el tamaño de las partículas por medio del tamizado con el único objetivo de que este material cumpla con los parámetros inferiores y exteriores mencionados en la norma ASTM C-136

**Tabla 16:** granulometría del agregado grueso

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES HUSO # 56
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	<b>100</b>
1"	24.50	78.0	5.7	5.7	94.3	<b>90 - 100</b>
3/4"	19.05	628.0	46.2	51.9	48.1	<b>40 - 85</b>
1/2"	12.50	454.0	33.4	85.3	14.7	<b>10 - 40</b>
3/8"	9.53	89.0	6.5	91.8	8.2	<b>0 - 15</b>
Nº 4	4.76	103.0	7.6	99.4	0.6	<b>0 - 5</b>

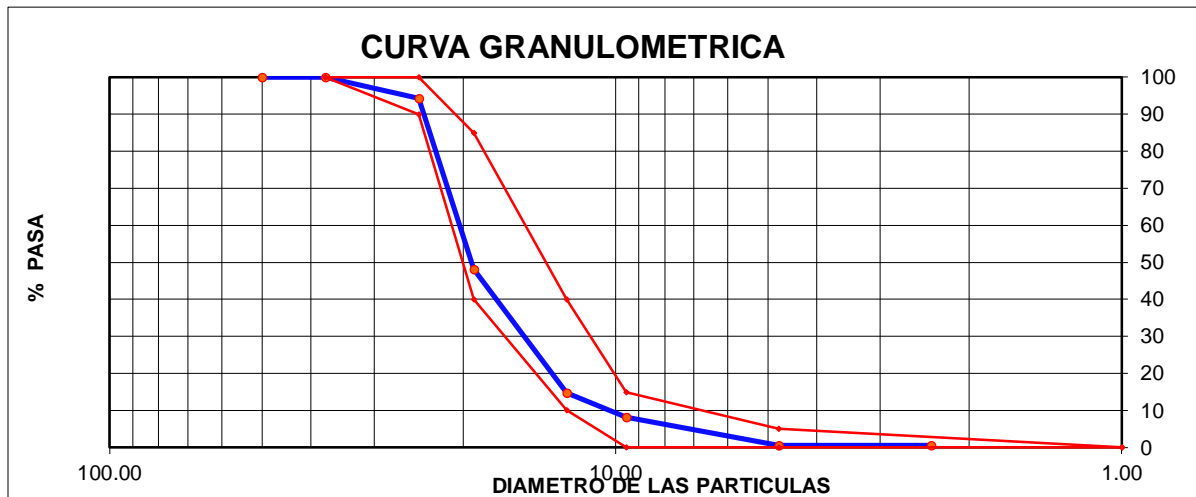
Nº 8	2.38	0.0	0.0	99.4	0.6	
Nº 16	1.18	0.0	0.0	100.0	0.0	
FONDO		8.0	0.6			

Fuente: elaboración propia

El peso inicial que se tomó para este ensayo fue de 1362g húmedo y seco sería de 1360g y la cantera fue de Huaycán.

en el siguiente cuadro podemos apreciar todos los valores retenido en las mallas, así como lo porcentajes retenidos, también podemos contemplar que el agregado fino utilizado para esta investigación está dentro de los parámetros establecido por las normas.

**Tabla 17:** curva granulométrica



Fuente: elaboración propia

en el siguiente cuadro podemos apreciar todos los valores retenido en las mallas, así como lo porcentajes retenidos, también podemos contemplar que el agregado grueso utilizado para esta investigación está dentro de los parámetros establecido por las normas.

En la siguiente tabla podemos analizar la curva granulométrica del agregado grueso, dicha curva está conformada por los datos obtenidos en el laboratorio (porcentajes retenido), además podemos apreciar que la curva se posiciona dentro de los límites establecidos por las normas ASTM C- 136, y de esa manera nos garantiza su utilización para la elaboración del concreto patrón para esta investigación.

**4.1.2.1. Cálculo del módulo de fineza del agregado fino (ASTM C-136)**

Para este cálculo usaremos la siguiente formula:

$$MF = \sum \% RET. ACUM (2" + 1 1/2" + 3/4" + 3/8" + N4 + N8 + N16 + N30 + N50 + N100) / 100$$

Reemplazando los datos:

$$MF = (0 + 0 + 46.2 + 6.5 + 7.6 + 0 + 0 + 0 + 0) / 100 = 7.43$$

**4.1.2.2. Cálculo del peso unitario suelto del agregado grueso (ASTM C-29)**

El peso unitario suelto del agregado se calcula de la siguiente manera:

$$Peso\ de\ la\ muestra = (peso\ de\ la\ muestra + recipiente) - (peso\ del\ recipiente)$$

**Tabla 18:** peso unitario suelto del agregado grueso

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	30998	30954	30967
2	Peso del Molde	g	9800	9800	9800
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	21198	21154	21167
4	Volumen del Molde	cc	13950	13950	13950
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cm3	1.520	1.516	1.517
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO</b>		g/cm3	<b>1.518</b>		

Fuente: elaboración propia

Para la elaboración del peso unitario suelto se realizó 3 muestras, 1.518g/cm<sup>3</sup> (M1), 1.516g/cm<sup>3</sup> (M2) y 1.517g/cm<sup>3</sup>. Donde el promedio de estas 3 muestra vendría ser el peso unitario suelto del agregado grueso **1.518g/cm<sup>3</sup>**

#### 4.1.2.3. Cálculo del peso unitario compactado del agregado grueso (ASTM C-29)

El peso unitario se calcula de la siguiente manera:

*Peso unitario compactado del agregado = peso del agregado / volumen del recipiente*

**Tabla 19:** peso unitario compactado del agregado grueso

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la Muestra + Molde	g	32620	32610	32622
2	Peso del Molde	g	9800	9800	9800
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	22820	22810	22822
4	Volumen del Molde	cm <sup>3</sup>	13950	13950	13950
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cm <sup>3</sup>	1.636	1.635	1.636
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO</b>		<b>g/cm<sup>3</sup></b>	<b>1.636</b>		

*Fuente: elaboración propia*

De igual manera se realizó 3 muestras para hallar el peso unitario compactado del agregado grueso. 1.636g/cm<sup>3</sup> (M1), 1.635g/cm<sup>3</sup> (M2) y 1.636g/cm<sup>3</sup> (m3). El promedio de estas muestras vendría a ser el peso unitario compactado del agregado grueso **1.636g/cm<sup>3</sup>**

#### 4.1.2.4. Cálculo del peso específico del agregado grueso (ASTM C-127)

Se tomo una porción considerable de agregado grueso (3225g) para realizar el ensayo y se calcula se la siguiente manera:

*Peso específico del agregado grueso = peso seco / (peso superficialmente seco – peso saturado)*

**Tabla 20:** peso específico del agregado grueso

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	PROMEDIO
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla <b>A</b>	g	2056.0	2036.0	2046.0
2	Peso muestra Sat. Sup. Seca <b>B</b>	g	3225.0	3195.0	3210.0
3	Peso muestra Seco <b>C</b>	g	3200.0	3171.0	3185.5
4	Peso específico Sat. Sup. Seca = B/B-A	g/cm <sup>3</sup>	2.76	2.76	2.76
5	Peso específico de masa = C/B-A	g/cm <sup>3</sup>	2.74	2.74	<b>2.74</b>
6	Peso específico aparente = C/C-A	g/cm <sup>3</sup>	2.80	2.79	2.80
7	Absorción de agua = ((B - C)/C)*100	%	0.8	0.8	<b>0.8</b>

*Fuente: elaboración propia*

Para hallar el peso específico del agregado grueso se realizaron 2 veces con el objetivo de obtener datos confiables donde 2.74g/cm<sup>3</sup> (M1) y 2.74g/cm<sup>3</sup> (M2). El promedio de estos 2 resultados vendría ser el peso específico del agregado grueso **2.74g/cm<sup>3</sup>**

Aprovechamos en realizar el porcentaje de absorción en esa misma tabla 2 veces para obtener mejor resultado 0.8% (M1) y 0.8% (M2), el promedio de estos dos resultados vendría ser el porcentaje de absorción del agregado grueso **0.8g/cm<sup>3</sup>**

#### 4.1.3. Granulometría de la celulosa de papel bond reciclado (ASTM C-136)

En nuestra investigación consiste en adicionar la celulosa de papel bond reciclado como un porcentaje del cemento (1%,5% y 9%)

**figura 8:** extracción de celulosa de papel bond



Fuente: elaboración propia

se debe de realizar la granulometría del material para verificar para ver los porcentajes retenidos en cada malla del tamiz, el peso para este ensayo será de 84.9 g (húmedo) y 64g (seco)

**Tabla 21:** granulometría de la celulosa de papel bond reciclado

MALLAS	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES
	(mm)	(g)	(%)	Retenido	Pasa	

1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	/
3/8"	9.50	4.18	6.53	6.53	93.47	
Nº4	4.76	31.5	49.2	55.7	44.3	
Nº8	2.38	27.2	42.5	98.2	1.8	
Nº 16	1.19	1.1	1.7	99.9	0.1	
Nº 30	0.60	0.0	0.0	99.9	0.1	
Nº 50	0.30	0.0	0.0	99.9	0.1	
Nº 100	0.15	0.0	0.0	99.9	0.1	
FONDO		0.0	0.1	100.0	0.0	

Fuente: elaboración propia

en el siguiente cuadro podemos apreciar todos los valores retenido en las mallas, así como lo porcentajes retenidos, también podemos contemplar de la celulosa

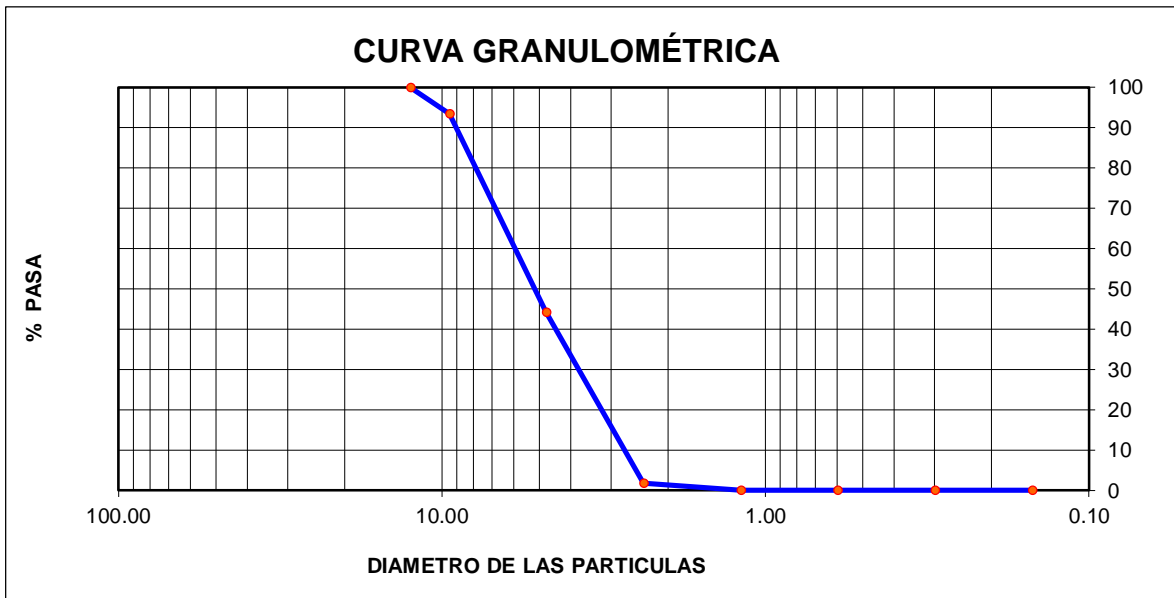
de papel bond reciclado para ser utilizado en esta investigación está dentro de los parámetros establecido por las normas no están determinado para este material es por ello que nos vamos a guiar como si fuera un agregado fino o grueso.

**Figura 9:** celulosa de papel bond



*Fuente: elaboración propia*

**Tabla 22:** curva granulométrica de la celulosa de papel bond reciclado



*Fuente: elaboración propia*

En la siguiente tabla podemos analizar la curva granulométrica de la celulosa de papel bond reciclado, dicha curva está conformada por los datos obtenidos en el laboratorio (porcentajes retenido), además podemos apreciar que la curva se

posiciona dentro de los límites establecidos por las normas ASTM C- 136, y de esa manera nos garantiza su utilización para la elaboración del concreto patrón para esta investigación.

#### 4.1.3.1. Cálculo del módulo de fineza de la celulosa reciclada de papel bond

Para este cálculo de módulo de fineza se aplicará la siguiente formula:

$$MF = \sum \% RET. ACUM (2" + 1 1/2" + 3/4" + 3/8" + N4 + N8 + N16 + N30 + N50 + N100) / 100$$

Reemplazando los valores para poder hallar el módulo de fineza de la celulosa de papel bond:

$$MF = 0 + 0 + 0 + 6.53 + 49.2 + 42.5 + 1.7 + 0 + 0 + 0 / 100 = 5.6$$

#### 4.1.3.2. cálculo del peso unitario suelto de la celulosa reciclada (ASTM C29)

De la misma forma que los agregados finos, para hallar el peso unitario se realiza el mismo procedimiento según el ASTM C-29.

**Tabla 23:** peso unitario suelto de la celulosa de papel bond reciclado

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la Muestra + Molde	g	2944	2949	2940
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	581	586	577
4	Volumen del Molde	cm <sup>3</sup>	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cm <sup>3</sup>	0.211	0.212	0.209
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO</b>		<b>g/cm<sup>3</sup></b>	<b>0.211</b>		

Fuente: elaboración propia



#### 4.1.3.3. Cálculo del peso unitario compactado de la celulosa de papel bond reciclada (ASTM C-29)

**Tabla 24:** peso unitario compactado de la celulosa de papel bond reciclado

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la Muestra + Molde	g	3049	3041	3045
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	686	678	682
4	Volumen del Molde	cm <sup>3</sup>	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cm <sup>3</sup>	0.249	0.246	0.247

<b>PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>0.247</b>
--	-------------------	--------------

*Fuente: elaboración propia*

#### 4.1.3.4. cálculo del peso específico de la celulosa de papel bond reciclado (ASTM C-128)

Para hallar el peso específico de la celulosa reciclada tuvimos que ponerlo en un recipiente y luego sumergirlo en agua por 24 horas con la finalidad de calcular el peso del material sumergido, al día siguiente lo sometemos al horno. Realizamos 2 veces este procedimiento para obtener mejor resultado

**Tabla 25:** peso específico de la celulosa de papel bond reciclado

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	PROMEDIO
1	Peso de la Celulosa S.S.S. + Peso Balón + Peso de Agua	g	646	643.8	644.9
2	Peso de la Celulosa S.S.S. + Peso Balón	g	243.1	245	244.0
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	402.9	398.8	400.9
4	Peso de la Celulosa Seca al Horno + Peso del Balón	g/cm <sup>3</sup>	201.2	200.9	201.05
5	Peso del Balón N° 2	g/cm <sup>3</sup>	171	171	<b>171.00</b>
6	Peso de la Celulosa Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/cm <sup>3</sup>	30.2	29.9	30.05

7	Volumen del Balón (V)	cm <sup>3</sup>	498.0	498.0	<b>498.0</b>
---	-----------------------	-----------------	-------	-------	--------------

Fuente: elaboración propia

para hallar el peso específico de la celulosa reciclada usaremos la siguiente formula:

*peso específico de la celulosa = peso seco / (peso superficialmente seco – peso saturado)*

reemplazando los valores:

peso específico de la celulosa (M1) = 30.2 / (498-402.9) = 0.32

peso específico de la celulosa (M2) = 29.9 / (498-398.8) = 0.30

entonces decimos que el promedio de M1 y M2 será el peso específico de la celulosa de papel bond reciclado **0.31 g/cm<sup>3</sup>**

**Tabla 26:** porcentaje de absorción de la celulosa reciclada

<b>PESO ESPECÍFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>0.32</b>	<b>0.30</b>	<b>0.31</b>
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W))	g/cm <sup>3</sup>	0.76	0.72	0.74
PESO ESPECÍFICO APARENTE (P.E.A. = A/[(V-W)-(500-A)])	g/cm <sup>3</sup>	0.57	0.52	0.54
<b>PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) [(500-A)/A*100]</b>	%	<b>138.7</b>	<b>138.5</b>	<b>138.6</b>

Fuente: elaboración propia

Una vez conseguido el peso específico aprovechamos en calcular el porcentaje de absorción en 2 muestras para mayor precisión de la celulosa reciclada con la siguiente ecuación:

*Porcentaje de absorción = (peso superficialmente seco – peso seco) \*100/peso seco*

Reemplazando lo valores:

Porcentaje de absorción (A1) =  $(72.1 - 30.2) * 100 / 32 = 138.7\%$

Porcentaje de absorción (A2) =  $(72.1 - 29.9) * 100 / 29.9 = 138.5\%$

El promedio de A1 y A2 será el porcentaje de absorción de la celulosa reciclada de papel bond: **138.6 %**

#### 4.1.2. Diseño de mezcla por el método del ACI 211 para concreto patrón 210kg/cm<sup>2</sup>

Para el diseño de mezcla nos vamos a basaremos de acuerdo al método ACI 211, para ello se debe de contar con ciertos datos:

**Tabla 27:** Datos de los agregados

MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO DE FINEZA	HUM. NATURAL	ABSORCION %	P. UNITARIO S. kg/cm <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. kg/cm <sup>3</sup>
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA H	2.71	2.75	1	1.2	1554	1784
AGREGADO GRUESO - CANTERA H	2.74	7.43	0.1	0.8	1518	1636

Fuente: elaboración propia

En la tabla apreciamos lo valores necesarios para proceder con el diseño de mezcla.

##### a). Valores de diseño:

- Asentamiento 4"
- Tamaño máximo nominal 1"

- Relación agua cemento 0.64
- Agua 230
- Aire atrapado 1.5
- Volumen de agregado grueso 0.33

**b). Análisis de diseño:**

**tabla 28:** análisis de diseño

FACTOR CEMENTO	361 kg/m <sup>3</sup>	8.5 Bls/m <sup>3</sup>
volumen absoluto del cemento	0.1157 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
volumen absoluto del agua	0.2300 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
volumen absoluto del aire	0.0150 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
		0.361 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>

*Fuente: elaboración propia*

**Tabla 29:** volúmenes absolutos del agregado

VOLUMEN ABSOLUTOS DEL AGREGADOS			
volumen absoluto del agregado fino	0.3067	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0.639
volumen absoluto del agregado grueso	0.3323	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
volumen absoluto de la arcilla	0	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTO			<b>1</b>

*Fuente: elaboración propia*

**c). Cantidad de materiales m<sup>3</sup> peso seco**

- Cemento 361 kg/m<sup>3</sup>
- Agua 230 lt/m<sup>3</sup>
- Agregado fino 831 kg/m<sup>3</sup>
- Agregado grueso 910 kg/cm<sup>3</sup>
- Peso de mezcla **2103 kg/m<sup>3</sup>**

**d). Correccion por humedad**

- Agregado fino humedo 839.5 kg/m<sup>3</sup>
- Agregado grueso humedo 911.4 kg/m<sup>3</sup>

**e). Contribucion de agua de los agregados**

*tabla 30: contribucion de agua de los agregados*

contribución de agua de los agregados	%	Lts/m <sup>3</sup>
agregado fino	0.2	1.7
agregado grueso	0.7	6.4
		0.8
Agua corregida		2.38

*fuentes: elaboracion propia*

**f). cantidad de materiales m<sup>3</sup> peso humedo**

- Cemento 361 kg/m<sup>3</sup>
- Agua 238 lt/m<sup>3</sup>
- agregado fino 840 kg/m<sup>3</sup>
- agregado grueso 911 kg/m<sup>3</sup>
- peso de mezcla **2350 kg/m<sup>3</sup>**

**g). Cantidad de materiales (36 lt)**

- cemento 13.00 kg
- agua 8.57 lts
- agregado fino 30.22 kg
- agregado grueso 32.81 kg

*tabla 31: cantidad de materiales para el concreto patrón*

concreto patrón		cemento (kg)	arena (kg)	piedra (kg)	agua (lt)
probetas	9	5.1	11.7	12.9	3.3

viga	6	24.3675	56.0925	61.425	15.525
total		29.5	67.8	74.3	18.8

fuentes: elaboración propia

#### 4.1.3. Diseño de mezcla por el método ACI 211 concreto con adición de 1 % de celulosa reciclada

##### Celulosa:

- Adición (%): 1
- Módulo de fineza: 5.60
- Peso específico: 0.31 gr/m<sup>3</sup>
- Peso unitario suelto: 1.554 g/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado: 1.784 g/m<sup>3</sup>

##### Cantidad de materiales m<sup>3</sup> peso seco

- Cemento 361 kg/m<sup>3</sup>
- Agua 230 lt/m<sup>3</sup>
- Agregado fino 831 kg/m<sup>3</sup>
- Agregado grueso 910 kg/cm<sup>3</sup>
- Celulosa reciclada 3.31 kg/cm<sup>3</sup>
- Peso de mezcla **2103 kg/m**

**Tabla 32:** cantidad de materiales para el concreto patrón adicionado 1%

concreto con adición del 1%		cemento (kg)	arena (kg)	piedra (kg)	agua (lt)	celulosa reciclada (kg)
probetas	9	5.1	11.7	12.9	3.3	0.051
vigas	6	24.4	56.1	61.4	15.5	0.244
total		29.5	67.8	74.3	18.8	0.295

fuentes: elaboración propia

**4.1.4. Diseño de mezcla por el método ACI 211 concreto con adición de 5 % de celulosa reciclada**

**Celulosa:**

- Adición (%): 5
- Módulo de fineza: 5.60
- Peso específico: 0.31 gr/m<sup>3</sup>
- Peso unitario suelto: 1.554 g/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado: 1.784 g/m<sup>3</sup>

**Cantidad de materiales m<sup>3</sup> peso seco**

- Cemento 361 kg/m<sup>3</sup>
- Agua 230 lt/m<sup>3</sup>
- Agregado fino 831 kg/m<sup>3</sup>
- Agregado grueso 910 kg/cm<sup>3</sup>
- Celulosa reciclada 18.05 kg/cm<sup>3</sup>
- Peso de mezcla **2103 kg/m<sup>3</sup>**

**Tabla 33:** cantidad de materiales para el concreto patrón adicionado 5%

concreto con adición del 5%		cemento (kg)	arena (kg)	piedra (kg)	agua (lt)	celulosa reciclada (kg)
probetas	9	5.1	11.7	12.9	3.3	0.255
vigas	6	24.4	56.1	61.4	15.5	1.218
total		29.5	67.8	74.3	18.8	1.474

Fuente: elaboración propia

**4.1.4. Diseño de mezcla por el método ACI 211 concreto con adición de 9 % de celulosa reciclada**

### Celulosa:

- Adición (%): 9
- Módulo de fineza: 5.60
- Peso específico: 0.31 gr/m<sup>3</sup>
- Peso unitario suelto: 1.554 g/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado: 1.784 g/m<sup>3</sup>

### Cantidad de materiales m<sup>3</sup> peso seco

- Cemento 361 kg/m<sup>3</sup>
- Agua 230 lt/m<sup>3</sup>
- Agregado fino 831 kg/m<sup>3</sup>
- Agregado grueso 910 kg/cm<sup>3</sup>
- Celulosa reciclada 32.49 kg/cm<sup>3</sup>
- Peso de mezcla **2103 kg/m<sup>3</sup>**

**Tabla 34:** cantidad de materiales para el concreto patrón adicionado 9%

concreto con adición del 9%		cemento (kg)	arena (kg)	piedra (kg)	agua (lt)	celulosa reciclada (kg)
probetas	9	5.1	11.7	12.9	3.3	0.459
vigas	6	24.4	56.1	61.4	15.5	2.193
total		29.5	67.8	74.3	18.8	2.652

Fuente: elaboración propia

#### 4.1.5. Densidad del concreto

Para este ensayo utilizaremos la norma ASTM C138; La densidad del concreto es una propiedad física del hormigón, donde para poder realizar este cálculo tenemos pesar el molde limpio, después de eso pasamos a pesar el concreto más el molde, posterior a ello restamos peso del concreto más el molde y el peso del molde para obtener el peso real del concreto, una vez hecho eso pasamos a dividir el peso del concreto entre el volumen del molde y eso vendría a ser nuestra



densidad. Ese proceso tenemos que realizarlo para cada porcentaje de adición de celulosa reciclada.

**Tabla 35:** Densidad del concreto según los porcentajes

peso del concreto (kg)	volumen del recipiente (m <sup>3</sup> )	porcentaje de celulosa	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )
4	0.00157	0%	2546.5
4.05		1%	2508.3
4.08		5%	2497.4
4.16		9%	2478.3

Fuente: elaboración propia

#### 4.1.6. Asentamiento

Este ensayo nos permite ver que tan trabajables es el concreto y si está dentro de los parámetros establecidos por la norma ASTM C136. método de ensayo consiste en medir la deformación del concreto en estado fresco, para la realización de dicho ensayo tenemos que tener el cono de Habrams para poder realizar este método llenamos concreto dentro del cono en tres partes, por cada llenada tenemos que aplicarle 25 varillados con la varilla inoxidable de 5/8" de 50cm de longitud. Al estar al tope el cono con la ayuda de una regla nivelamos la parte superior del cono y luego esperamos 5 minutos pasado ese tiempo levantamos el molde y vemos que el concreto se asienta, entonces con la ayuda de una regla o wincha medimos la parte superior del cono con el asentamiento del concreto esa medida se le determina Slump. Para un concreto normal debe de tener un slump de 2" a 4".

Este ensayo se realiza mediante el cono de Habrams y nos ayudara a ver cuánto de trabajabilidad tiene los concretos que han sido diseñado en laboratorio.

**Tabla 36:** ensayos del asentamiento del concreto en porcentajes

concreto	SLUMP (pulg.)

patrón	4
adición 1%	3.9
adición 5%	3.5
adición 9%	3.2

Fuente: elaboración propia

#### 4.1.6. Resultados de ensayos

##### 4.1.6.1. Resultados de la resistencia a compresión del concreto patrón

Una vez transcurrido los días de curado de las probetas de 4" por 8" procedemos a realizar las roturas de los especímenes de acuerdo a ASTM C 39 el en laboratorio Geotecnia.

**figura 10:** resistencia a la compresión



Fuente: elaboración propia

**Tabla 37:** ensayo a compresión del concreto patrón

Descripción: R. compresión	fecha de rotura		Edad (días)	Resistencia F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio F'c (kg/cm <sup>2</sup> )
	Molde	Rotura			
Patrón	13/06/2020	20/06/2020	7	180.9	178.7
Patrón	13/06/2020	20/06/2020	7	175.9	
Patrón	13/06/2020	20/06/2020	7	179.2	
Patrón	13/06/2020	27/06/2020	14	283.4	245.9

Patrón	13/06/2020	27/06/2020	14	166.4	275.8
Patrón	13/06/2020	27/06/2020	14	287.8	
Patrón	13/06/2020	11/07/2020	28	272.7	
Patrón	13/06/2020	11/07/2020	28	292.1	
Patrón	13/06/2020	11/07/2020	28	262.7	

Fuente: elaboración propia

#### 4.1.6.2. Resultados de la resistencia a compresión del concreto adicionado con 1% de celulosa de papel bond reciclado

Una vez transcurrido los días procedemos a realizar las roturas de los especímenes de acuerdo a NTP 339.034

**Tabla 38:** ensayo a compresión de concreto adicionado 1% de celulosa

Descripción: R. compresión	fecha de rotura		Edad (días)	Resistencia F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio F'c (kg/cm <sup>2</sup> )
	Molde	Rotura			
C. adición al 1%	15/06/2020	22/06/2020	7	159.7	150.8
C. adición al 1%	15/06/2020	22/06/2020	7	133.4	
C. adición al 1%	15/06/2020	22/06/2020	7	159.4	
C. adición al 1%	15/06/2020	29/06/2020	14	167	154.4
C. adición al 1%	15/06/2020	29/06/2020	14	158.6	
C. adición al 1%	15/06/2020	29/06/2020	14	137.7	
C. adición al 1%	15/06/2020	13/07/2020	28	233.5	197.7
C. adición al 1%	15/06/2020	13/07/2020	28	174.1	
C. adición al 1%	15/06/2020	13/07/2020	28	185.4	

Fuente: elaboración propia

#### 4.1.6.3. Resultados de la resistencia a compresión del concreto adicionado con 5% de celulosa de papel bond reciclado

Una vez transcurrido los días procedemos a realizar las roturas de los especímenes de acuerdo a NTP 339.034

**Tabla 39:** ensayo a compresión de concreto adicionado 5% de celulosa

Descripción: R. compresión	fecha de rotura		Edad (días)	Resistencia F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio F'c (kg/cm <sup>2</sup> )
	Molde	Rotura			
C. adición al 5%	16/06/2020	23/06/2020	7	165.6	179.8
C. adición al 5%	16/06/2020	23/06/2020	7	185.3	

C. adición al 5%	16/06/2020	23/06/2020	7	188.4	
C. adición al 5%	16/06/2020	30/06/2020	14	197.7	191.9
C. adición al 5%	16/06/2020	30/06/2020	14	178.5	
C. adición al 5%	16/06/2020	30/06/2020	14	199.5	
C. adición al 5%	16/06/2020	14/07/2020	28	211.4	207.1
C. adición al 5%	16/06/2020	14/07/2020	28	199.1	
C. adición al 5%	16/06/2020	14/07/2020	28	210.8	

Fuente: elaboración propia

#### 4.1.6.4. Resultados de la resistencia a compresión del concreto adicionado con 9% de celulosa de papel bond reciclado

Una vez transcurrido los días procedemos a realizar las roturas de los especímenes de acuerdo a NTP 339.034

**Tabla 40:** ensayo a compresión de concreto adicionado 9%

Descripción: R. compresión	fecha de rotura		Edad (días)	Resistencia F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio F'c (kg/cm <sup>2</sup> )
	Molde	Rotura			
C. adición al 9%	17/06/2020	24/06/2020	7	102.7	114.6
C. adición al 9%	17/06/2020	24/06/2020	7	138.5	
C. adición al 9%	17/06/2020	24/06/2020	7	102.7	
C. adición al 9%	17/06/2020	01/07/2020	14	113.3	131.6
C. adición al 9%	17/06/2020	01/07/2020	14	123.6	
C. adición al 9%	17/06/2020	01/07/2020	14	157.8	
C. adición al 9%	17/06/2020	15/07/2020	28	144	125.1
C. adición al 9%	17/06/2020	15/07/2020	28	97.4	
C. adición al 9%	17/06/2020	15/07/2020	28	134	

Fuente: elaboración propia

#### 4.1.6.5. Resultados de la resistencia a flexión del concreto patrón

Una vez transcurrido los días procedemos a realizar las roturas de los especímenes de acuerdo a ASTM C 78

**Tabla 41:** ensayo a flexión de concreto patrón

Descripción: R. Flexión	fecha de rotura		Edad (días)	Resistencia F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio F'c (kg/cm <sup>2</sup> )
	Molde	Rotura			
Patrón	13/06/2020	20/06/2020	7	37	38.5
Patrón	13/06/2020	20/06/2020	7	40	

Patrón	13/06/2020	27/06/2020	14	34	33.5
Patrón	13/06/2020	27/06/2020	14	33	
Patrón	13/06/2020	11/07/2020	28	86	87.5
Patrón	13/06/2020	11/07/2020	28	89	

Fuente: elaboración propia

#### 4.1.6.7. Resultados de la resistencia a flexión del concreto adicionado con 1% de celulosa de papel bond reciclado

Una vez transcurrido los días procedemos a realizar las roturas de los especímenes de acuerdo a NTP 339.078

**Tabla 42:** ensayo a flexión de concreto adicionado 1%

Descripción: R. Flexión	fecha de rotura		Edad (días)	Resistencia F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio F'c (kg/cm <sup>2</sup> )
	Molde	Rotura			
C. adición al 1%	15/06/2020	22/06/2020	7	41	40.0
C. adición al 1%	15/06/2020	22/06/2020	7	39	
C. adición al 1%	15/06/2020	29/06/2020	14	43	39.5
C. adición al 1%	15/06/2020	29/06/2020	14	36	
C. adición al 1%	15/06/2020	13/07/2020	28	88	86.5
C. adición al 1%	15/06/2020	13/07/2020	28	85	

Fuente: elaboración propia

#### 4.1.6.8. Resultados de la resistencia a flexión del concreto adicionado con 5% de celulosa de papel bond reciclado

Una vez transcurrido los días procedemos a realizar las roturas de los especímenes de acuerdo a NTP 339.078

**Tabla 43:** ensayo a flexión de concreto adicionado 5%

Descripción: R. Flexión	fecha de rotura		Edad (días)	Resistencia F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio F'c (kg/cm <sup>2</sup> )
	Molde	Rotura			
C. adición al 5%	16/06/2020	23/06/2020	7	34	30.0
C. adición al 5%	16/06/2020	23/06/2020	7	26	
C. adición al 5%	16/06/2020	30/06/2020	14	35	33.0
C. adición al 5%	16/06/2020	30/06/2020	14	31	
C. adición al 5%	16/06/2020	14/07/2020	28	95	83.5
C. adición al 5%	16/06/2020	14/07/2020	28	72	

Fuente: elaboración propia

#### 4.1.6.9. Resultados de la resistencia a flexión del concreto adicionado con 9% de celulosa de papel bond reciclado

Una vez transcurrido los días procedemos a realizar las roturas de los especímenes de acuerdo a NTP 339.078

**Tabla 44:** ensayo a flexión de concreto adicionado 9%

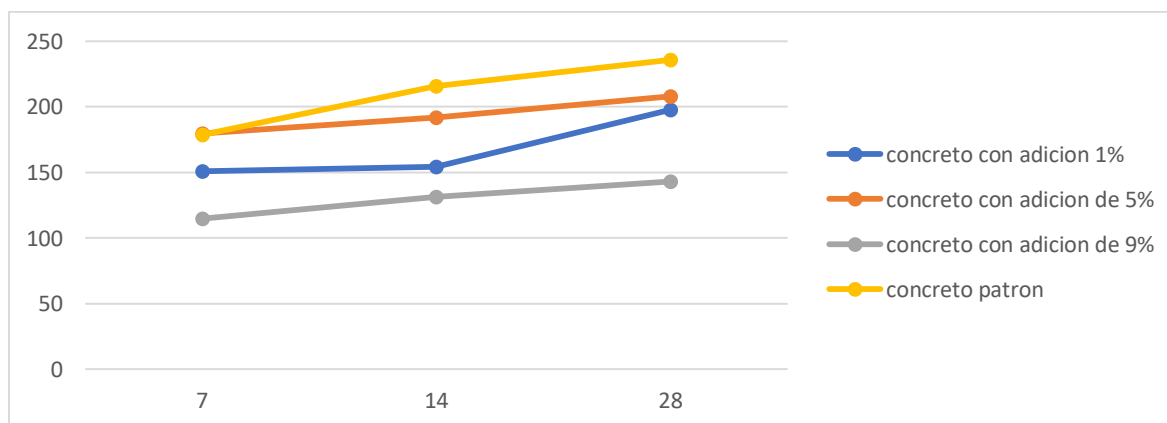
Descripción: R. Flexión	fecha de rotura		Edad (días)	Resistencia F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio F'c (kg/cm <sup>2</sup> )
	Molde	Rotura			
C. adición al 9%	17/06/2020	24/06/2020	7	24	25.0
C. adición al 9%	17/06/2020	24/06/2020	7	26	
C. adición al 9%	17/06/2020	01/07/2020	14	46	37.5
C. adición al 9%	17/06/2020	01/07/2020	14	29	
C. adición al 9%	17/06/2020	15/07/2020	28	72	74.5
C. adición al 9%	17/06/2020	15/07/2020	28	77	

Fuente: elaboración propia

#### 4.1.7. Comparación de los ensayos

- Comparación de las resistencias a la compresión

**Tabla 45:** comparación de las resistencias a compresión



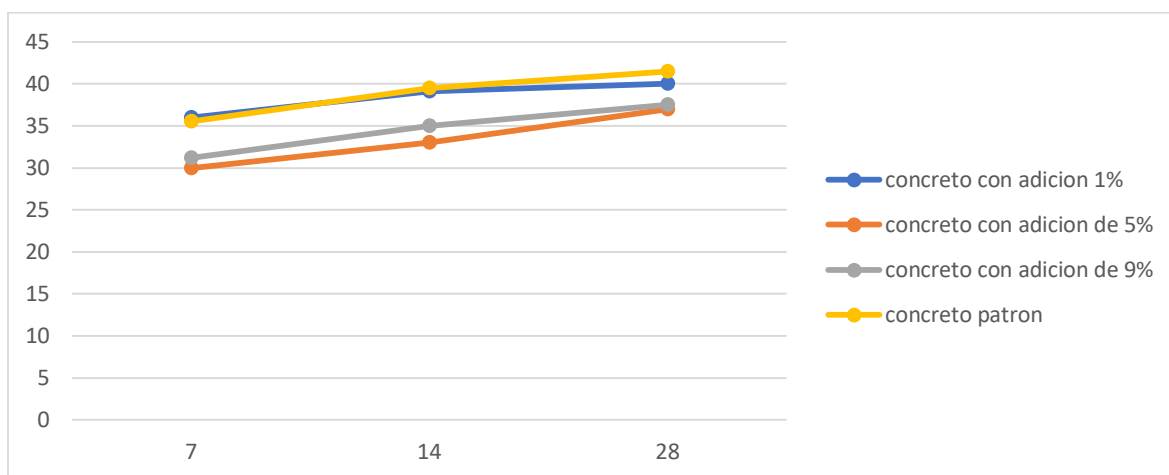
Fuente: elaboración propia

Como se puede apreciar en la gráfica, a los 7 días de adición de celulosa de papel bond del 1% y 9% disminuyen en 16 % y 36% respectivamente, en el caso

del 5% la resistencia aumenta mínimamente en 1.01% con respecto al concreto patrón. A los 14 días la adición de 1%,5% y 9% de celulosa de papel bond reciclado disminuye la resistencia en 37%, 22% y 46% respectivamente con respecto al concreto patrón. En el día 28 notamos que la adición de 1%, 5% y 9% de celulosa reciclada disminuye la resistencia en 28%, 25% y 52 % respectivamente con respecto al concreto patrón.

- **Comparación de las resistencias a flexión**

**Tabla 46:** comparación de resistencias a flexión



*Fuente: elaboración propia*

cómo se puede observar en la gráfica, a los 7 días la adición del 1% celulosa reciclada genera un aumento de resistencia en 3.9% con respecto al concreto patrón, cuando adicionamos 5% y 9% de celulosa de papel bond reciclado al concreto patrón, notamos que hay una disminución en 23% y 36% respectivamente. En el día 14 la adición de celulosa reciclada en 1%, 5% y 9% disminuyeron su resistencia a flexión en 2%, 18.1% y 6.9% respectivamente con respecto al concreto patrón. En el día 28 apreciamos que la adición de 1%, 5% y 9% de celulosa de papel bon reciclado disminuyen la resistencia a flexión en 1.1%, 4.6% y 14.9% respectivamente, con respecto al concreto patrón.

#### 4.1.8. constatación de hipótesis

#### 4.1.8.1 Limite de consistencia

Para la comprobación de la hipótesis se realizó el procesamiento de los resultados de La incorporación de celulosa de 1%, 5% y 9% de papel bond reciclado en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

- **Ho:** la adición de celulosa de papel bond reciclado no afectara las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , lima – 2020
- **Ha:** la adición de celulosa de papel bond reciclado afectara en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , lima – 2020

para mayor precisión en la prueba de hipótesis se optó por un nivel de significancia de  $\alpha= 0.05$  que sería un porcentaje de intervalo de para el procesamiento

**figura 11:** prueba de normalidad de las variables

	Concreto	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	0% de celulosa reciclada	,367	3	.	,793	3	,098
	1% de celulosa reciclada	,321	3	.	,881	3	,328
	5% celulosa reciclada	,219	3	.	,987	3	,782
	9% celulosa reciclada	,314	3	.	,892	3	,361
Resistencia a flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	0% de celulosa reciclada	,361	3	.	,807	3	,132
	1% de celulosa reciclada	,314	3	.	,893	3	,363
	5% celulosa reciclada	,232	3	.	,980	3	,726
	9% celulosa reciclada	,373	3	.	,779	3	,065

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Fuente:** elaboración propia

En este cuadro, podemos apreciar que la prueba de normalidad de la resistencia a compresión y su nivel de significancia a 0%, 1%, 5% y 9% es de 0.098, 0.328,



0.782 y 0.361 respectivamente. en la resistencia a flexión el nivel de significancia a 0%,1%,5% y 9% es de 0.123, 0.363, 0.726 y 0.065 respectivamente. Vamos a trabajar con los datos de la parte de Shapiro- Wilk, ya que nuestros datos son menores a 50, no existe diferencia significativa entre grupos; por ello se realizó un análisis estadístico comparativo de medias (ANOVA de un solo factor)

**figura 12:** analisis descriptivos del las medias (Anova de un solo factor)

		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	0% de celulosa reciclada	3	224,8667	40,03403	23,11366	125,4166	324,3167	178,70	250,00
	1% de celulosa reciclada	3	151,7333	2,34379	1,35319	145,9110	157,5556	150,00	154,40
	5% de celulosa reciclada	3	193,9000	15,19901	8,77515	156,1436	231,6564	179,80	210,00
	9% de celulosa reciclada	3	148,7333	45,20457	26,09887	36,4390	261,0277	114,60	200,00
	Total	12	179,8083	42,33356	12,22064	152,9109	206,7058	114,60	250,00
Resistencia a flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	0% de celulosa reciclada	3	40,833	3,6171	2,0883	31,848	49,819	38,5	45,0
	1% de celulosa reciclada	3	40,500	1,3229	,7638	37,214	43,786	39,5	42,0
	5% de celulosa reciclada	3	33,667	4,0415	2,3333	23,627	43,706	30,0	38,0
	9% de celulosa reciclada	3	33,500	7,3655	4,2525	15,203	51,797	25,0	38,0
	Total	12	37,125	5,4068	1,5608	33,690	40,560	25,0	45,0

*fuentes: elaboración propia*

En el cuadro se puede observar el análisis descriptivo de medias de la resistencia a compresión a los 0%, 1%,5% y 9% de adición de celulosa reciclada es 224.867 kg/cm<sup>2</sup>, 1151.733kg/cm<sup>2</sup>, 193.9000kg/cm<sup>2</sup> y 148.733kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. En el caso de la resistencia a flexión en los 0%, 1%,5% y 9% de adición de celulosa reciclada es 40.833kg/cm<sup>2</sup>, 40.500kg/cm<sup>2</sup>, 33.667kg/cm<sup>2</sup> y 33.500kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, también notamos que en las medias no hay diferencias significativas

**figura 13:** comparación de las medias

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Entre grupos	11948,069	3	3982,690	4,103	,049
	Dentro de grupos	7765,360	8	970,670		
	Total	19713,429	11			
Resistencia a flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Entre grupos	150,729	3	50,243	2,353	,148
	Dentro de grupos	170,833	8	21,354		
	Total	321,563	11			

*Fuente: elaboración propia*

en el cuadro se muestra el análisis estadístico comparativo de medias de la resistencia a compresión y flexión (ANOVA de un factor), donde el nivel de significancia fue de 0.059 y 0.148 respectivamente. Sabemos que son mayores a 0.05 (la compresión menor y la flexión mayor). Por ende, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

## **V. Discusión**

### **5.1. propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm<sup>2</sup>:**

El asentamiento se realizó según la norma NTP 339.035 la cual sirve para determinar la fluidez del concreto en la tabla 36 de Slump se puede apreciar que al adicionar 1%, 5% y 9% de celulosa de papel bond reciclado se obtiene un Slump de 3.9", 3.5" y 3.2" respectivamente con respecto al Slump del patrón que es de 4"; donde se aprecia que trabajabilidad ha disminuido en sus tres proporciones. Este valor es comparado con otras investigaciones donde afirman que este material reciclado aumenta la trabajabilidad del concreto, eso no puede ser del todo cierto ya que influye mucho los porcentajes y dosificaciones en las propiedades del concreto.

Por su parte Barriga y Bernardo (2016). "Aplicación y estudio de las propiedades de la celulosa como una adición para el concreto" en su investigación lograron elaborar un concreto utilizando celulosa de cartón en porcentajes de 5%, 10% y 15% más un aditivo con porcentajes similares, donde obtuvieron un Slump de 3.5", 3.2" y 3" respectivamente con respecto al Slump del patrón que fue de 3.8". La adición de este material aumenta la trabajabilidad, siendo así un material útil para la construcción.

### **5.2. Resistencia a la compresión**

Para realizar este ensayo en las edades establecidas, se utilizó la NTP 339.034 y la ASTM C39. En nuestra investigación la resistencia a compresión que se muestra en la tabla de resultados a los 7 días con respecto al concreto patrón se pudo obtener una resistencia de  $F'c= 178.7$  kg/cm<sup>2</sup> y adicionando el 5% de celulosa de papel bond reciclado es la de mayor resistencia entre las tres proporciones ( $F'c= 179.8$  kg/cm<sup>2</sup>), superando ligeramente al concreto patrón en

un 1.01%. A los 14 días la adición de 1%, 5% y 9% de celulosa de papel bond reciclado disminuye la resistencia en 37%, 22% y 46% respectivamente en relación al concreto patrón. Y a los 28 días notamos que la adición de 1%, 5% y 9% de celulosa reciclada disminuye la resistencia en 28%, 25% y 52 % respectivamente con respecto al concreto patrón.

Por su parte Martínez (2015) en su tesis “Materiales de reciclo y su uso en el mejoramiento del concreto” se han obtenidos excelentes resultados con el uso de materiales de reciclaje (celulosa envase de Treta Pak). los mayores valores de en resistencia a la compresión se obtienen cuando se usan tamaños pequeños (0.5mm) y una concentración de 5.0% de PET reciclado.

### **5.3. Resistencia ala flexión**

En nuestro trabajo a los 7 días la adición del 1% celulosa reciclada genera un aumento de resistencia en 3.9% con respecto al concreto patrón, cuando adicionamos 5% y 9% de celulosa de papel bond reciclado al concreto patrón, notamos que hay una disminución en 23% y 36% respectivamente. En el día 14 la adición de celulosa reciclada en 1%, 5% y 9% disminuyeron su resistencia a flexión en 2%, 18.1% y 6.9% respectivamente con respecto al concreto patrón. En el día 28 apreciamos que la adición de 1%, 5% y 9% de celulosa de papel bon reciclado disminuyen la resistencia a flexión en 1.1%, 4.6% y 14.9% respectivamente, con respecto al concreto patrón.

Por su parte Elizalde (2015) “Caracterización de mezclas de mortero de celulosa para fabricación de elementos constructivos”. A los 28 días, la resistencia a flexión con el porcentaje de 5% de reemplazo de agregado fino y grueso, ayuda a mejorar su resistencia en comparación a su concreto patrón, este incremento es de 1.6% sin embargo los porcentajes de 10% y 15% trae como consecuencia una disminución de la resistencia a flexión, estos valores son de 9.2% y 25.6% respectivamente

### **5.4. Porcentaje optimo**

El RNE E-060 señala en el capítulo 5 (2018). Menciona que los materiales tienen una influencia en la resistencia del concreto. Por eso se tiene que tomar la en

cuenta todas esas características (trabajabilidad y consistencia) para la dosificación del concreto requerido. De esta forma tenemos que considerar su evaluación y aceptación del concreto. Por lo tanto, nos ayuda para la dosificación óptima para nuestra tesis, que consiste en adicionar un porcentaje (1%, 5% y 9%) del cemento, realizando un análisis de los 3 porcentajes podemos decir que la dosificación óptima es 5%. Ya que al inicio aumenta ligeramente la resistencia en 1.01% con respecto al patrón

## **VI. Conclusiones**

- Se concluye que la incorporación de la celulosa de papel bond reciclado en sus tres porcentajes (1%,5% y 9%), produce un efecto negativo en las propiedades mecánicas del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>; ya que disminuyó la trabajabilidad siendo estos valores de 3.9", 3.5" y 3.2" así como también la Densidad al 9% a reducido en promedio 0.98% con respecto al concreto patrón. Cabe mencionar que este material reciclado disminuye la resistencia.
- Se concluyo que la adición de la celulosa de papel bond reciclado en los porcentajes 1%,5% y 9% disminuye su resistencia a compresión; A los 7 días observando que al 1% y 9% disminuye su resistencia a la compresión un 15.6% y 36.9% respectivamente, mientras que al 5% su resistencia aumenta ligeramente en 1.01%; a los 14 días disminuyo su resistencia en sus tres proporciones 1%,5% y 9%, siendo estos valores de 29.7%, 12.1% y 39% respectivamente. finalmente, a los 28 días notamos que la adición de 1%, 5% y 9% de celulosa reciclada disminuye la resistencia en 16.2%, 11.7% y 39.2% respectivamente en relación al concreto patrón.
- Se concluyo que la adición de la celulosa de papel bond reciclado en la proporción de 1%,5% y 9% disminuye su resistencia a flexión; debido a que el los 7 días el 1% aumenta su resistencia en 1.4%, con 5% y 9% disminuyeron su resistencia en 15.5% y 12.1% respectivamente; Al día 14 la adición de celulosa reciclada de 1%, 5% y 9% disminuyo su resistencia en 1%, 16.5 % y 11.4% respectivamente; en el día 28 la adición de celulosa reciclada en 1%,5% y 9% disminuyo su resistencia en 3.6%, 10.8% y 9.6% respectivamente en relación al concreto patrón.

- Se concluye que la dosificación óptima para esta investigación (1%, 5% y 9%) de celulosa de papel bond reciclado con respecto al cemento es de 5% para la resistencia a compresión alcanzando una resistencia de 191.9kg/cm<sup>2</sup> y para la resistencia a flexión es el 1% alcanzando una resistencia de 39.5kg/cm<sup>2</sup>

## **VII. RECOMENDACIONES**



- Se recomienda tener en cuenta otras proporciones, así como también realizar el ensayo de tiempo de fraguado para un mayor estudio de las características del concreto.
- Se recomienda para futuras investigaciones utilizar este material reciclado húmedo con la finalidad de que no varíe la relación agua y cemento y no se vea afectado la resistencia del concreto.
- Se recomienda utilizar un aditivo o material reciclado (vidrio triturado, caucho, fibras de acero), más la celulosa de papel bond, para mantener o mejorar la resistencia a flexión
- Se recomienda utilizar el 5% de celulosa reciclada porque este ha sido el porcentaje que disminuye menos su resistencia, por ello se considera como óptimo para esta investigación
- Se recomienda realizar un estudio sobre su estructura interna, ya que durante la rotura de las vigas con celulosa reciclada tardaron más tiempo en romperse y deformarse que las vigas elaboradas con mezcla patrón.

# REFERENCIAS

- Azmi A, Fauzi M, Nor M, Ridzuan A y Arshad M. Production of Controlled Low Strength Material Utilizing Waste Paper Sludge Ash and Recycled Aggregate Concrete. Revista: MATEC Web of Conferences; [en línea]May 2016, Vol. 47 Issue: Number 10. N° 38476044. [fecha de consulta: 03 de octubre 2019]. Disponible: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=14&sid=b3b82a5a-6f2d-44f3-914a-2da444396d3e%40sdc-v-sessmgr01&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=38476044&db=eoh> ISSN: 2261236X
- BARRIGA, Ernesto y BERNARDO, Jaime. APLICACIÓN Y ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES DE LAS CELULOSAS RECICLADAS OBTENIDAS DEL PAPEL PERIÓDICO COMO UNA ADICIÓN PARA EL CONCRETO. Tesis (para optar por el Título de Ingeniero Civil). Lima: UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS. Facultad de ingeniería civil, 2016. 133 pp.
- Bentchikou Mohamed, Guidoum Amor, Scrivener Karen, Silhadi Kamel y Hanini Slah. Effect of recycled cellulose fibres on the properties of lightweight cement composite matrix. Revista: Construction & Building Materials. [en línea] Sep2012, Vol. 34, p451-456. 6p. n° 76175492. [fecha de consulta: 03 de octubre 2019]. Disponible: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=7&sid=b3b82a5a-6f2d-44f3-914a-2da444396d3e%40sdc-v-sessmgr01&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=76175492&db=a9h> ISSN: 0950-0618
- Barnat Hunek, Szymariska Charget, Jarosz Hadam y Lagod Grzegorz. Effect of cellulose nanofibrils and nanocrystals on physical properties of concrete. Revista:

Construction & Building Materials. [en línea] Oct2019, Vol. 223, p1-11. 11p. N° 138458634. [fecha de consulta: 04 de octubre 2019]. Disponible: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=23&sid=b3b82a5a-6f2d-44f3-914a-2da444396d3e%40sdc-v-sessmgr01&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZI#AN=138458634&db=a9h> ISSN: 0950-0618

- BAZAN, Cesar. EMPLEO DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA) COMO SUSTITUTO PORCENTUAL DEL AGREGADO FINO EN LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO. Tesis (para optar por el título de ingeniería civil). Cajamarca: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA. Facultad de ingeniería civil, 2017. 133 pp.
- Cengiz Ahmet, Kaya Murat y Pekel Nursel. Mejora de la tensión de flexión del hormigón mediante la incorporación de nanofibras de celulosa y algas. Revista: Construction & Building Materials. [en línea] Sep2017, Vol. 149, p289-295. 7p. n° 123940149 [fecha de consulta: 05 de octubre 2019]. Disponible: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=5&sid=a2af7f2f-2d00-405b-b914-609b7f570a50%40sdc-v-sessmgr01&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZI#AN=123940149&db=a9h> ISSN: 0950-0618
- CHAVEZ, Andree. “RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  CON LA ADICIÓN DE DIFERENTES PORCENTAJES DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR. Tesis (para optar por el Título de Ingeniero Civil). Lima: universidad privada del norte. Facultad de ingeniería civil, 2016. 142 pp.
- Chen Yu, Bloomquist David y Crowley Raphael. Efectos de humedad sobre las propiedades del hormigón reforzado con fibra de celulosa. Revista: Applied Mechanics and Materials; [en línea] June 2013, Vol. 330 Issue: Number 1 p77-81, 5p. n°30628172. Disponible en:

<http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=5&sid=613705ab-253a-4070-a4c6-984abbf8465b%40sessionmgr101&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZI#AN=30628172&db=eoah> ISSN: 16609336; 16627482

- FEDOROV, Valeriy y MESTNIKOV, Aleksey. Esta investigación es la primera en investigar las peculiaridades del uso de fibra de celulosa reciclada extraída del papel usado para obtener hormigón celular reforzado con fibra. Revista: MATEC Web of Conferences [en línea]. 30 de junio de 2018, n° 45928314 [fecha de consulta: 02 de octubre 2019] disponible <http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=13&sid=2feebf5c-25af-4dce-956f4ee94978a037%40sessionmgr102&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZI#AN=45928314&db=eoah> ISSN: 2261236X
- Guo Liping, Zhang Wenxiao, Sun Wei, Chen Bo y Liu Yafan. Rendimiento a alta temperatura y mecanismos de daño a múltiples escalas del hormigón reforzado con fibra de celulosa hueca. Revista: Advances in Materials Science & Engineering. [en línea] 1/20/2016, p1-14. 14p. n° 113629041. [fecha de consulta: 05 de octubre 2019]. Disponible: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=26&sid=b3b82a5a-6f2d-44f3-914a-2da444396d3e%40sdc-v-essmgr01&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZI#AN=113629041&db=iih> ISSN: 1687-8434
- Hisseine Ousmane, Wilson William, Sorelli Luca, Tolnai Balazs y Tagnit Arezki. Viabilidad de utilizar filamentos de celulosa como agente modificador de la viscosidad en hormigón autoconsolidante. Revista: Construction & Building Materials, Cement & Concrete Composites. [en línea] . Nov2018 Vol. 94, p327-340. 14p. n°132993059. Disponible en : <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=4&sid=5aadfb8b-5b35-469c-a1ac-cd096a09900e%40sessionmgr4007&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZI#AN=132993059&db=a9h> ISSN: 0958-9465

- Hisseine Ousmane, Wilson William, Sorelli Luca, Tolnai Balazs y Tagnit Arezki. Nanocelulosa para mejorar el rendimiento del hormigón: una investigación de macro a micro para revelar los efectos de los filamentos de celulosa en la resistencia de los sistemas de cemento. Revista: Construction & Building Materials. [en línea] May2019, Vol. 206, p84-96. 13p. n° 135642082. [fecha de consulta: 05 de octubre 2019] Disponible: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=24&sid=b3b82a5a-6f2d-44f3-914a-2da444396d3e%40sdc-v-sessmgr01&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=135642082&db=a9h> ISSN: 0950-0618
- Haddad Hosain, Ahmed Mohammend, Alvaseen Ethar y Landis. Una investigación sobre los efectos de las nanofibrillas de celulosa en el rendimiento de la pasta de cemento y el concreto. Revista: Advances in Civil Engineering Materials;[en línea] December 2018, Vol. 7 Issue: Number 1 p463-478, 16p. n° 46952935. [ fecha de consulta: 05 de octubre 2019] Disponible: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=30&sid=b3b82a5a-6f2d-44f3-914a-2da444396d3e%40sdc-v-sessmgr01&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=46952935&db=eoah> ISSN: 21653984
- Irfan Muhammd, Ali Yasir, Ahmed Sarfraz, Iqbal Shahid y Wang Hainin. Rutting and Fatigue Properties of Cellulose Fiber-Added Stone Mastic Asphalt Concrete Mixtures. Revista: Advances in Materials Science & Engineering.[en línea] 3/25/2019, p1-8. 8p. N° 135530639. [fecha de consulta: 04 de octubre 2019.] Disponible: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=20&sid=b3b82a5a-6f2d-44f3-914a-2da444396d3e%40sdc-v-sessmgr01&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=iih&AN=135530639> ISSN: 1687-8434

- Ikotun B y Afolabi A. Comportamiento electroquímico de un hormigón armado austenítico de acero inoxidable en presencia de almidón y aditivos de celulosa. Revista: Construction and Building Materials; [en línea] May 2013, Vol. 42 Issue: Number 4 p22-28, 7p. n°30006922. Disponible en: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=6&sid=613705ab-253a-4070-a4c6-984abbf8465b%40sessionmgr101&bdata=JmxhbmC9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=eoah&AN=30006922> ISSN: 09500618
- JIMENEZ, Edith. Obtención de pulpa de celulosa a partir de residuos de agaváceas: potencial elaboración de papel tipo artesanal. Tesis (para optar el título de ingeniería civil), México: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO. Facultad de ingeniería civil, 2017. 179 pp.
- Martinez Gonzalo, Barrera Carlos, Cuevas, Erick, Varela Victor, Avila Liliana y Martinez Miguel. Residuos de celulosa de los paquetes de Tetra Pak como refuerzo del hormigón de cemento. Revista: Advances in Materials Science & Engineering. [en línea] 6/9/2015, Vol. 2015, p1-6. 6p. n° 109148460 [fecha de consulta: 05 de octubre 2019]. Disponible: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=29&sid=b3b82a5a-6f2d-44f3-914a-2da444396d3e%40sdc-v-sessmgr01&bdata=JmxhbmC9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=109148460&db=iih> ISSN: 1687-8434
- MARTINEZ Gonzalo, VIGUERAS Enrique, LOPEZ Miguel y GENCEL Osman. Materiales de reciclaje y su uso en el Mejoramiento del concreto. Revista: Bul. Inst. Polit., [en línea] junio 2015 vol. 43, pp. 13-21 [fecha de consulta: 01 de octubre 2019]. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/79927/2015%20capitulo%2006%20EON%20concreto.pdf?sequence=1>

- Mohamed Mas, Ghobel E, Wardeh G. Valorization of micro-cellulose fibers in self-compacting concrete. Revista: Construction and Building Materials;[en línea] December 2010, Vol. 24 Issue: Number 12 p2473-2480, 8p N° 22022217.[fecha de consulta: 03 de octubre 2019] Disponible: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=13&sid=b3b82a5a-6f2d-44f3-914a-2da444396d3e%40sdc-v-sessmgr01&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZI#AN=22022217&db=eoh> ISSN: 09500618
- MUÑOS Alejandro, CHEJNE Farid, ESPINEL Jorge y LONDOÑO Carlos. evaluación de la celulosa de papel y de las cenizas de carbón, como materiales aislantes alternativos. Revista: Dyna, Año 73, Nro. 148, pp. 1 - 8. Medellín, marzo de 2006. [fecha de consulta: 01 de octubre 2019]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/496/49614801.pdf> ISSN 0012-7353
- Norma Técnica Peruana (Perú). NTP 339.047: hormigón (concreto) definiciones y terminologías relativa al hormigón y agregados. Diario oficial El peruano, 06 de marzo de 2006, p.3
- Norma técnica peruana (Perú). NTP 339.034: Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. Diario oficial El peruano, 25 de enero de 2008. 6-13.
- Norma Técnica Peruana (Perú). NTP 339.078: Método de ensayos para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. Diario oficial El peruano, 31 de diciembre de 2012, p. 10-12.



- Norma Técnica Peruana (Perú). NTP 339.185: Agregados. Métodos de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Diario oficial El peruano, 07 de agosto de 2013.
- Norma Técnica peruana (Perú). NTP 400.011: Agregados, definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos). Diario oficial El peruano, 12 de diciembre de 2008
- Norma Técnica Peruana (Perú). NTP 400.017: Agregados, métodos de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (peso unitario) y los vacíos en los agregados. Diario oficial El peruano, 2 de febrero de 2011.
- Norma Técnica Peruana (Perú). NTP 400.022: Agregados. Métodos de ensayo normalizado para la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Diario oficial El peruano, 26 de diciembre de 2013
- PASTOR, Hary. Efecto de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto. Tesis (para optar el título profesional de Ingeniero Civil). Trujillo: universidad privada Cesar Vallejo. Facultad de ingeniería civil, 2017. 57pp
- Pykin A, Gornostaeva E, Lukutsova N y Pykina J. Hormigón ligero a base de materiales de unión gypseous, modificado con celulosa microcristalina y aserrín procesado por cavitación. Revista: Materials Science Forum;[en línea] February 2019, Vol. 945 Issue: Number 1 p188-192, 5p. n° 49088642. [fecha de consulta: 05 de octubre 2019]. Disponible: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=25&sid=b3b82a5a-6f2d-44f3-914a-2da444396d3e%40sdc-v-sssmgr01&bdata=JmxhbmC9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=49088642&db=eoah> ISSN: 02555476; 16629752

- Sullcahuaman J, Rojas F, Ramos M, Revodero A, Mandujano C y Cortijo Z. materiales compuestos de cemento, papel reciclado, quitosano y refuerzo de fibras de sisal químicamente modificadas. Revista: 8° CONGRESO IBEROAMERICANO DE INGENIERÍA MECÁNICA , Octubre de 2007. [fecha de consulta: 01 de octubre 2019] disponible en <file:///C:/Users/CARLOS/Downloads/finaliberoamericano.pdf>
- Wang Xinjie, liu Wenying, wei Da, zhu Pinghua y Hu Kun. A simple mix proportion design method based on frost durability for recycled high performance concrete using fully coarse recycled aggregate. revista : Journal of Wuhan University of Technology; [en línea ] October 2017, Vol. 32 Issue: Number 5 p1119-1124, 6p. n°44734544 [ fecha de consulta: 03 de octubre 2019.] Disponible : <http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=21&sid=2feebf5c-25af-4dce956f4ee94978a037%40sessionmgr102&bdata=JmxhbmC9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=44734544&db=eoah>
- Wu Z, Wei Z, Dong R, Chen H. Epoxy Composites with Reduced Graphene Oxide-Cellulose Nanofiber Hybrid Filler and Their Application in Concrete Strain and Crack Monitoring. Revista: Sensors (Basel, Switzerland) [Sensors (Basel)] [en línea] 2019 Sep 13; Vol. 19 (18). *Date of Electronic Publication:* 2019 Sep 13.N° 20190924. [fecha de consulta: 04 de octubre 2019] Disponible: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=22&sid=b3b82a5a-6f2d-44f3-914a-2da444396d3e%40sdc-v-sessmgr01&bdata=JmxhbmC9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=31540328&db=cmedm>
- Xiao Kai, Yan Jian y Peng Shi. Estudio sobre el efecto de la fibra de celulosa en la resistencia al agrietamiento del concreto de alto rendimiento. Revista: Advanced Materials Research; [en línea] November 2013, Vol. 838 Issue: Number 1 p96-100, 5p. n°31710419. disponible en: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=4&sid=613705ab-253a-4070-a4c6-984abbf8465b%40sessionmgr101&bdata=JmxhbmC9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=31710419&db=eoah> ISSN: 10226680

- YAN Shengqiang, INVENCIÓN Liu y MA Hongrui. Estudio experimental sobre la resistencia a las heladas del hormigón reciclado mezclado con hidroxipropilmetilcelulosa. Revista: Journal of Eastern Liaoning University (Natural Science).[en línea] Jun2019, Vol. 26 Issue 2, p138-143. 6p. n° 137785333 [ fecha de consulta: 03 de octubre 2019.] Disponible: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=14&sid=2feebf5c-25af-4dce-956f-4ee94978a037%40sessionmgr102&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=137785333&db=a9h> ISSN: 1673-4939

## ANEXOS

### Anexo 1: índice de consistencia

PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES E INDICADORES		METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	OBJETIVO GENERAL	VARIABLE DEPENDIENTE : PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup>		INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cómo afecta la incorporación de celulosa de papel BOND reciclado en las propiedades mecánicas del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2020?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La incorporación de celulosa de papel BOND reciclado afectará las propiedades mecánicas del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2020</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar el efecto de la incorporación de celulosa de papel BOND reciclado en las propiedades mecánicas del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2020.</li> </ul>	DIMENSIONES	INDICADORES	<ul style="list-style-type: none"> <li>*TIPO DE INVESTIGACIÓN Aplicativa</li> <li>*DISEÑO DE INVESTIGACIÓN Cuasi-experimental</li> </ul>
			RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	kg/cm <sup>2</sup>	
			RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	kg/cm <sup>2</sup>	
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	VARIABLE INDEPENDIENTE : LA CELULOSA DE PAPEL BOND RECICLADO		*NIVEL DE INVESTIGACIÓN Correlacional
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cómo afecta la incorporación de celulosa de papel reciclado de papel BOND en la resistencia a la compresión del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2020?</li> <li>¿Cómo afecta la incorporación de celulosa reciclada de papel BOND en la resistencia a la flexión del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2020?</li> <li>¿Cuál será el porcentaje óptimo de celulosa de papel BOND reciclado (1%,5% y 9%) que afectará de manera positivamente en las propiedades mecánicas del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2020?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La incorporación de celulosa de papel BOND reciclado afectará significativamente la resistencia a la compresión del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2020.</li> <li>La incorporación de celulosa de papel BOND reciclado afectará significativamente en la resistencia a la flexión del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2020.</li> <li>La incorporación del 9% de celulosa de papel BOND reciclado afectará positivamente en las propiedades mecánicas del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2020.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar la resistencia a la compresión del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> con la incorporación de celulosa de papel BOND reciclado, Lima 2020</li> <li>Determinar la resistencia a la flexión del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> con la incorporación de celulosa de papel BOND reciclado, Lima 2020</li> <li>Determinar el porcentaje óptimo de celulosa de papel BOND reciclado (1%,5% y 9%) que afectara positivamente en las propiedades mecánicas del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2020.</li> </ul>	DIMENSIONES	INDICADORES	<ul style="list-style-type: none"> <li>POBLACIÓN La población consta de probetas que nos servirán para obtener resultados.</li> <li>MUESTRA La muestra será la misma que la población ya que en este caso se analizarán las probetas de estudio de la presente investigación.</li> </ul>
			Dosificación de la celulosa reciclada de papel BOND	1%,5% y 9%	
			Analisis de la celulosa de papel bond reciclada	Granulometria, peso unitario suelto, peso unitario compactado, peso especifico y porcentaje de absorción	

Anexo 2: carta de presentación



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

Ate, 15 de abril de 2019

**CARTA N° 073 -2019/EP-LC.- UCV-LIMA-ATE**

Sr.(a)  
MILAYUDITH FRESSIA ZELAYA AGUSTO  
GERENTE GENERAL  
PROYECONG S.A.C  
C.C. PLAZA VITARTE BLOCK A N° 111 2DO PISO  
Presente:

De mi consideración:

Es grato saludarlo cordialmente en nombre de la Universidad César Vallejo – Fíral Lima Campus Ate y, a la vez, presentar al alumno(a) PABLO GARCIA, MICHAEL, identificada con DNI N° 47185349, código universitario N° 6600330579, matriculado en el ciclo IX del Programa de Estudio de Ing. Civil, quien desea desarrollar **PRACTICAS PRE PROFESIONALES**, acorde a la Directiva Académica N°01-2016-UDA-UCV-LIMA, con el propósito de aplicar los fundamentos cognocitivos adquiridos hasta el momento, en la institución que usted dignamente dirige.

Esta modalidad formativa laboral se desarrolla conforme a lo establecido en la Ley N° 28516 - Ley sobre Modalidades Formativas Laborales.  
Por lo antes indicado, le hago el registro de los datos obligatorios para la firma del convenio:

1.	Representante	Dra. Taniht Lisseth Cubas Romero
2.	D.N.I	40724750
3.	Cargo	Directora Académica
4.	Teléfono	2009030 Anexo 6602
5.	RUC de La Universidad	20164112632
6.	Razón Social	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.
7.	Dirección	Parte de Lotes 120 y 73 fnd. La Estrella Sub Lt. B Lima – Ate.

Es importante hacer de su conocimiento que nuestro estudiante deberá asumir su labor según el horario de trabajo de la institución, cumpliendo 30 horas semanales durante un periodo mínimo de 03 meses, las mismas que serán monitoreadas por docentes que cumplen la función de asesoría y supervisión, los cuales son asignados por nuestra institución.

Sin otro particular, quedo de usted.

COMPANIA PROYECONG S.A.C.

M. FRESSIA ZELAYA AGUSTO  
GERENTE GENERAL



Atentamente,

DRA. TANIHT LISSETH CUBAS ROMERO  
Directora Académica  
UCV – Fíral Lima Campus Ate

Somos la universidad de los  
que quieren salir adelante.



ucv.edu.pe

### Anexo 3: cotizaciones y boletas de pago

		<b>FORMATO DE COTIZACIÓN DE ENSAYOS</b>			COT. Nº 010-12M-200	
<b>JGEOTECNIA S.A.C.</b> RUC 20605049568						
REFERENCIA	Solicitud vía telefónica al 171052020					
SOLICITANTE	Michael Pablo García					
ATENCIÓN	---					
OGGA	Tesis: Efecto de la incorporación de calizas de papel bond reciclado en las propiedades del concreto 210					
UBICACIÓN	Uma					
FECHA	San Martín de Porres, 10 de Mayo de 2020					
<b>EJECUCIÓN DE ENSAYOS EN LABORATORIO</b>						
Nº	CONCEPTO	NORMA	UND	CANT	PARCIAL	SUBTOTAL
<b>2.8</b>	<b>ENSAYOS</b>					
2.1	Diseño de mezcla ( Incluye granulometría, peso específico, % de absorción, módulo de finura, masa 200, peso unitario suelto y compactado de los agregados, Fc 210 kg/cm <sup>2</sup> )	NTP 236.034	Und	1	S/. 100.00	S/. 100.00
2.2	Elaboración y curado de probetas cilíndricas 4"x 8" ( 0%, 1%, 3%, 6%, 7, 14 y 28 días)	ASTM C39/C39M-20	Und	36	S/. 15.00	S/. 540.00
2.3	Elaboración de vigas, curado ( 0%, 1%, 3%, 6%, 7, 14 y 28 días)	ASTM C39	Und	24	S/. 18.00	S/. 432.00
2.4	Compresión de probetas cilíndricas 4"x 8" (7,14 y 28 días)	ASTM C39/C39M-20	Und	24	S/. 11.00	S/. 264.00
2.5	Tensión por compresión diametral de probetas cilíndricas 4"x 8" (7,14 y 28 días)	ASTM C696	Und	24	S/. 22.00	S/. 528.00
2.6	Ensayo a flexión de la viga (dimensiones: 15x50x15cm)	NTP 236.034 e ASTM C39	Und	24	S/. 13.00	S/. 312.00
2.7	Granulometría		Und	1	S/. 100.00	S/. 100.00
					<b>SUB TOTAL</b>	<b>S/. 2,116.00</b>
					<b>IGV</b>	<b>S/. 288.88</b>
					<b>TOTAL</b>	<b>S/. 2,404.88</b>

**NOTAS / AMOTACIONES:**

- Validez de oferta 30 días desde su emisión
- El cliente deberá proporcionar los materiales para los ensayos mencionados arriba
- El cliente debe proporcionar la información necesaria para la emisión de los certificados de ensayo
- **Plazo de entrega de certificados de ensayos: Al día siguiente de su rotura ( día hábil)**
- Posterior a la aceptación de la presente propuesta, remitir ORDEN DE SERVICIO al correo laboratorio@jgeotecnia.sac.com

**CUENTAS DE PAGO:**

CTA AHORROS BANCO DE CREDITO DEL PERU (BCP) AHORROS 1045 192-95817522-0-73  
 CC: BANCO DE CREDITO DEL PERU (BCP); 001-091-195817522070-58  
 Montos superiores a S/. 700.00 están sujetos al 12% de deducciones  
 BANCO DE LA NACIÓN DEFRACCIONES: 00-016-050838

  
**JGEOTECNIA S.A.C.**  
**JEYDI COTO TRUJILLO**  
 GERENTE



**JJ GEOTECNIA SAC**  
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Cel: 980703014 / 947280585  
Fijo: 01 7261348  
Jr. La Madrid 284  
Asociación Los Olivos  
San Martín de Porres - Lima  
Informes@jgeotecniasac.com  
www.jgeotecniasac.com

RUC. 20605049568  
**RECIBO**  
Nº 000028

Recibí de: Pablo Garcia M. y Ortiz Mandujano C.

La Suma de: 665.00 nuevos Soles

Por Concepto de: Ensayos Físicos de los Agregados y celulosa de papel bend.

Lima, 06 de Junio del 2020

Firma

Firma

Scanned with  
CamScanner



**JJ GEOTECNIA SAC**  
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Cel: 980703014 / 947280585  
Fijo: 01 7261348  
Jr. La Madrid 284  
Asociación Los Olivos  
San Martín de Porres - Lima  
Informes@jgeotecniasac.com  
www.jgeotecniasac.com

RUC. 20605049568  
**RECIBO**  
Nº 000030

Recibí de: Michael Paolo Castro

La Suma de: Triplicados Sombra y Dos con color Soles

Por Concepto de: 36 Compresión y 24 Flexión  
50% Adelantado

Lima, 19 de Junio del 2020

Firma

Firma  
DAVY CASTRO T.

## Anexo 4: ficha técnica

### Ficha técnica del cemento sol tipo 1

# CEMENTO SOL / PORTLAND TIPO I



#### CARACTERÍSTICAS:

- Cemento Portland Tipo I.
- Cumple con la Norma Técnica Peruana (NTP) 334. 009 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150.
- Producto obtenido de la molienda conjunta de clínker y yeso. Cuenta con la fecha y hora de envasado impresa en la bolsa en beneficio de los consumidores, ya que permite una mayor precisión en la trazabilidad.

#### VENTAJAS:

- Es usado en concretos de muchas aplicaciones y preferido por el buen desarrollo de resistencias a la compresión a temprana edad.
- Desarrolla un adecuado tiempo de fraguado, requerido por los maestros constructores en las diferentes aplicaciones requeridas del cemento.
- El acelerado desarrollo de resistencias iniciales permite un menor tiempo en el desencofrado.

#### USOS Y APLICACIONES:

- Para las construcciones en general y de gran envergadura cuando no se requieren características especiales o no especifique otro tipo de cemento.
- Utilizado ampliamente para fabricar concretos de mediana y alta resistencia a la compresión (superiores a 300 Kg/cm<sup>2</sup>).
- Preparación de concretos para cimientos, sobrecimientos, zapatas, vigas, columnas y techado.
- Producción de prefabricados de concreto.
- Fabricación de bloques, tubos para acueducto y alcantarillado, terrazos y adoquines.

- Fabricación de morteros para el desarrollo de ladrillos, tarrajeos, enchapes de mayólicas y otros materiales.
- Producción de concretos pre-tensado y post-tensado.
- Fabricación de concretos permeables.
- Compatible con todos los aditivos empleados en el concreto, presentes en el mercado nacional.

#### RECOMENDACIONES:

- Como en todo cemento, se debe respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- Es importante utilizar agregados de buena calidad. Si estos están húmedos es recomendable dosificar menor cantidad de agua para mantener las proporciones correctas.
- Como todo concreto es recomendable siempre realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.
- Para asegurar una conservación del cemento se recomienda almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes o pisos, y protegidas del aire húmedo.
- Evitar almacenar en pilas de más de 10 bolsas para evitar la compactación.

#### PRESENTACIÓN:

Bolsas de 42.5 kg (3 pliegos) y a granel (a despacharse en Camiones Bombonas y en Big Bags).





# Ensayo granulométrico para la celulosa de papel bond reciclado



Cel: 980703014 / 947280585  
 Fijo: 01 7261346  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos  
 San Martín de Porres - Lima  
 Informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGRÉGADO FINO	Código	FOR-LTC-A3-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJG

## LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C136

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Michael Pablo García - Carlos Raúl Ortiz Marañón
TEMA	: Efecto de la incorporación de la Celulosa de Papel Bond Reciclado en las Propiedades Físicas del Concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> , Lima - 2020
UBICACIÓN	: Lima
Fecha de ensayo:	04/05/2020

MATERIAL	: PAPEL BOND RECICLADO	CANTERA	: -
PESO INICIAL HUMEDO (g)	84.9	% W	32.5
PESO INICIAL SECO (g)	84.0	MF	9.00

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
12"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
36"	9.50	4.18	4.93	6.00	93.97	
Nº4	4.75	31.5	37.2	55.7	44.3	
Nº5	2.50	37.2	42.5	50.2	49.8	
Nº10	1.75	1.1	1.7	98.9	1.1	
Nº20	0.85	0.0	0.0	99.9	0.1	
Nº30	0.60	0.0	0.0	99.9	0.1	
Nº40	0.425	0.0	0.0	99.9	0.1	
Nº60	0.25	0.0	0.0	99.9	0.1	
Nº100	0.15	0.0	0.0	99.9	0.1	
FONDO		0.0	0.1	100.0	0.0	



OBSERVACIONES:  
 \* Prohíbese la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
--------------------	-------------------	-------------------

ensayo del peso unitario suelto y compactado de la celulosa de papel bond reciclado



Cel: 99703014 / 947280585  
 Fijo: 01 7251348  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos  
 San Martín de Porres - Lima  
 Informe@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO</b>	Código	FOR-LAB-AG-018
		Revisión	1
		Aprobado	02-JUN

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS**  
 ASTM C29

REFERENCIA	Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	Miguel Pablo García - Carlos Piel/ Ocho Mandujano		
TESTE	"Ejecución de la incorporación de la Celulosa de Papel Bond Reciclado en las Propiedades Físicas del Concreto 210 kg/m <sup>3</sup> , Lima - 2020"		
UBICACIÓN	Lima	Fecha de ensayo:	04/04/2020

MATERIAL: PAPEL BOND RECICLADO      CANTIDAD: -

MUESTRA (P)		M-1	M-2	M-3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	2894	2898	2900
2	Peso del Molde	g	2381	2383	2381
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	513	515	519
4	Volumen del Molde	cm <sup>3</sup>	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cm <sup>3</sup>	0.211	0.212	0.218
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO</b>		g/cm <sup>3</sup>	<b>0.211</b>		

MUESTRA (P)		M-1	M-2	M-3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	3248	3241	3240
2	Peso del Molde	g	2381	2383	2381
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	867	858	859
4	Volumen del Molde	cm <sup>3</sup>	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cm <sup>3</sup>	0.314	0.311	0.311
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO</b>		g/cm <sup>3</sup>	<b>0.311</b>		

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  ELMER RAMIRO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. COPIA N° 210306	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  CONTROL DE CALIDAD JJ GEOTECNIA
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Sucesos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

# Ensayo del peso específico y absorción de la celulosa de papel bond reciclado



Cel: 980703014 / 947280585  
 Fijo: 01 7281346  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos  
 San Martín de Porres - Lima  
 Informas@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	Código	PDR-LAB-AG-013
		Revisión	1
		Aprobado	CC-LJG

## LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS ASTM C128

REFERENCIA	: Celos de laboratorio
SOLICITANTE	: Michael Pedro Garcia - Carlos Raúl Ortiz Mendizábal
FESES	: "Efecto de la incorporación de la Celulosa de Papel Bond Reciclado en las Propiedades Físicas del Concreto 210 Agrícola, Lima - 2020"
UBICACIÓN	: Lima <span style="float: right;">Fecha de ensayo: 04/05/2020</span>

MATERIAL : PAPEL BOND RECICLADO CANTERA : -

MUESTRA N°		W - 1	W - 2	PGMEDIO	
1	Peso de la Celulosa S.S.S. + Peso Balón + Peso de Agua	g	640	643.8	644.0
2	Peso de la Celulosa S.S.S. + Peso Balón	g	243.1	245	244.0
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	402.9	398.8	403.9
4	Peso de la Celulosa Seca al Horno + Peso del Balón	gmed	201.2	200.8	201.08
5	Peso del Balón N° 2	gmed	171	171	171.08
6	Peso de la Celulosa Seca al Horno (A = 4 - 5)	gmed	30.2	29.9	30.05
7	Volumen del Balón (V)	cm <sup>3</sup>	498.5	495.5	498.8

RESULTADOS				
PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/V * W)	g/cm <sup>3</sup>	0.32	0.36	0.31
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 300/(V-W))	g/cm <sup>3</sup>	0.78	0.72	0.74
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A/(V-W)-(300-A))	g/cm <sup>3</sup>	0.57	0.52	0.54
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) [(300-A)/W*100]	%	128.7	128.2	128.9

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
--------------------	-------------------	-------------------

**Anexo 4:** panel fotográfico



**Figura:** extracción de agregados de la cantera Huaycán – Ate. Para el proyecto de investigación



**Figura:** distribución de ellos agregados según norma



**Figura:** los agregados seleccionados estarán en el horno 5 horas



**Figura:** pesado del agregado grueso para la granulometría



**Figura:** toma de muestra del agregado fino y grueso de acuerdo a la normatividad



**Figura:** pesado del agregado fino para el ensayo granulométrico



**Figura:** pesado del agregado grueso para el ensayo de granulometría



**Figura:** los tamices normados que se utilizaran en los ensayos granulométricos



**Figura:** ensayo de la granulometría de los agregados



**Figura:** recolección del papel bond para la extracción de la celulosa





**Figura:** desmenuzado y remojado del papel bond



**Figura:** licuado del papel bond



**Figura:** con ayuda de una malla sacamos toda el agua contenido



**Figura:** secamos la celulosa de papel bond reciclado



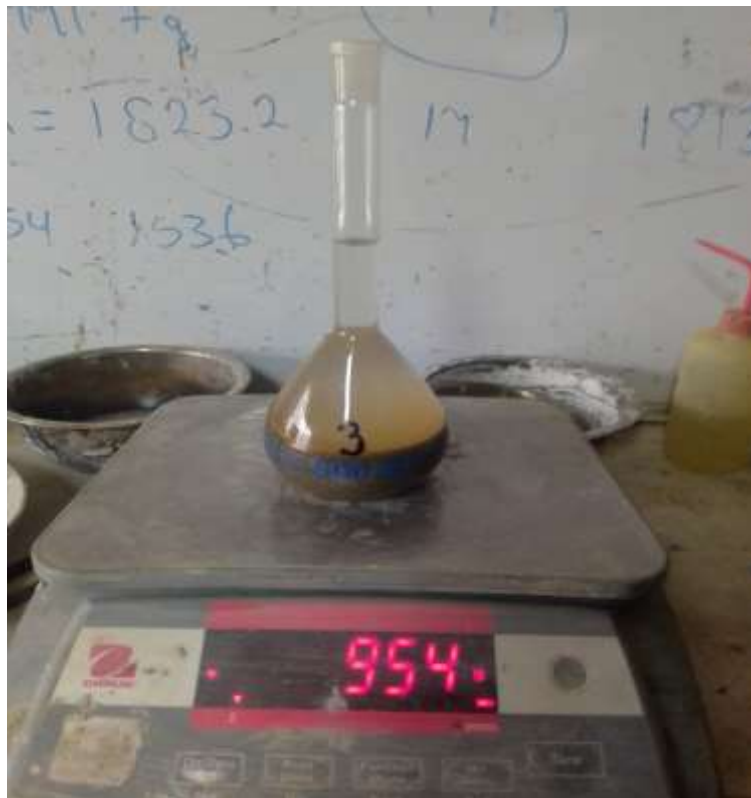
**Figura:** realizamos el pesado de la celulosa reciclada de papel bond



**Figura:** realizamos el ensayo granulométrico para la celulosa reciclada de papel bond



**Figura:** ensayo del peso específico y absorción del agregado grueso



**Figura:** ensayo del peso específico y absorción del agregado fino.



**Figura:** ensayo del peso específico y absorción de la celulosa de papel bond reciclado



**Figura:** ensayo del contenido de humedad



**Figura:** ensayo del contenido de humedad



**Figura:** ensayo del contenido de humedad de la celulosa reciclada



**Figura:** agregados utilizados para el diseño de mezcla



**Figura:** mezclado de los agregados y la celulosa reciclada con ayuda de un trompo mezclador



**Figura:** ensayo del SLUMP del concreto patrón



**Figura:** ensayo del SLUMP del concreto patrón con la adición de la celulosa reciclada de papel bond





**Figura:** elaboración de las probetas según norma



**Figura:** moldes para las vigas 15cm x 15cm x 50cm



**Figura:** desencofrado de las probetas y las vigas



**Figura:** las dimensiones de las probetas son de 4" x 8"



**Figura:** vista de la 6 vigas y 9 probetas patrón



**Figura:** curado de las probetas y vigas



**Figura:** ensayo de resistencia ala compresión



**Figura:** rotura de probetas según norma ASTM C36



**Figura:** ensayo a flexión según norma ASTM C78

## Anexo 5: Normas

### ADOPCIÓN AVISO

ASTM-C136, "agregados, finas y gruesas, análisis granulométrico de", fue aprobada el 15-SEP-93 para su uso por el Departamento de Defensa (DoD). Los cambios propuestos por las actividades del Departamento de Defensa debe ser sometido a

el Departamento de Defensa Adoptar Actividad: Comandante, Centro de Defensa de alimentación

Philadelphia, ATTN: DSCP ILEA, 700 Robbins Avenue, Philadelphia, PA 19111-5096. Copias de este documento puede ser adquirido de la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales 100 Barr Harbor Drive West Conshohocken, Pennsylvania, Estados Unidos, 19428-2959.

<http://www.astm.org/>

Custodios: la adopción de la actividad:

Ejército - CE DLA - IS

Navy - YD

DLA - IS

FSC

Método de prueba estándar para

Análisis de tamiz Agregados Fino y Grosero

Esta norma ha sido publicada bajo la designación fija C 136, el número inmediatamente siguiente a la designación indica el año de adopción original o, en el caso de revisión, el año de la última revisión. Un número entre paréntesis indica el año de la última aprobación. la epsilon en superíndice (e) indica un cambio editorial desde la última revisión o aprobación.

Esta norma ha sido aprobada para su uso por agencias del Departamento de Defensa.

#### 1. Alcance \*

1.1 Este método de ensayo cubre la determinación de la partícula la distribución del tamaño de agregados finos y gruesos por tamizado.

1.2 Algunas características de los agregados que hacen referencia a este método contener los requisitos de calificación incluyen tanto gruesa y fracciones fina. Se incluyen instrucciones para análisis granulométrico de tales agregados.

1.3 Los valores indicados en unidades SI deben ser considerados como la estándar. Los valores en paréntesis se proporcionan para información propósitos solamente. Especificación E 11 designa el tamaño de tamiz marcos con unidades de pulgadas de serie, pero en este método de ensayo el tamaño del marco se designa en unidades SI exactamente equivalente a la de pulgada.

1.4 Esta norma no pretende tratar todos los preocupaciones de seguridad, si los hay, asociados con su uso. Es el responsabilidad del usuario de esta norma establecer adecuado prácticas de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad



## ASTM C29/C29M - 97

# Método de Prueba Estándar para Densidad de masa ("Peso Unitario") y Vacíos en Agregado

### 1. Ámbito

1.1 Este método de prueba cubre la determinación de la densidad de masa ("peso unitario") de agregado en una condición compactada o suelta, y calculando vacíos entre partículas en fino, grueso o mezclas de agregados basados en la misma determinación. Este método de prueba es aplicable a agregados que no excedan 5 in [125mm] en tamaño máximo nominal.

Nota 1 - El peso unitario es la terminología tradicional usada para describir la propiedad determinada por este método de prueba, la cual es peso por unidad de volumen (masa correctamente, masa por unidad de volumen o densidad).

1.2 Los valores declarados en cualquier unidad lb-in o SI son para ser considerados separadamente como estándar, como apropiado para una especificación con la cual este método es usado. Una excepción en la cual considerar para tamaños de tamiz y tamaños nominales de agregado, en el cual los valores en SI son el estándar como declara en la especificación E11. Dentro del texto, las unidades SI son mostradas en corchetes. Los valores declarados en cada sistema no deben ser exactamente equivalentes; por tanto cada sistema debe ser usado independientemente del otro, sin combinar valores de ninguna manera.

1.3 *Este estándar no tiene propósito de direccionar en todo lo concerniente a seguridad, si alguna, asociada con su uso. Es la responsabilidad del usuario de este estándar establecer prácticas apropiadas de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad de limitaciones regulatorias previo al uso.*

### 2. Documentos de Referencia

#### 2.1 Estándares ASTM:

C 125 Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates

C 127 Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate

C 128 Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate

C 138/C 138M Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete

C 670 Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials

C 702 Practice for Reducing Samples of Aggregate to Testing Size

D 75 Practice for Sampling Aggregates

D 123 Terminology Relating to Textiles

E 11 Specification for Wire Cloth and Sieves for Testing Purposes

#### 2.2 Estándares de AASHTO:

T19/T19M Method of Test for Unit Weight and Voids in Aggregates

### 3. Terminología

3.1 *Definiciones* - Las definiciones están en concordancia con la Terminología C125 a menos que se indique de otra forma.

3.1.1 *Densidad de masa, n - de agregado*, la masa de una unidad de volumen de material de agregado voluminoso, en la cual el volumen incluye el volumen de las partículas individuales y el volumen de vacíos entre las partículas. Expresado en lb/ft<sup>3</sup> [kg/m<sup>3</sup>].

3.1.2 *Peso Unitario, n - peso (masa) por unidad de volumen*. (Termino obsoleto usa preferiblemente el término **densidad de masa**).

3.1.2.1 *Discusión* - El peso es igual a la masa del cuerpo multiplicada por la aceleración debida a la gravedad. El peso debe ser expresado en unidades absolutas (newtons, poundals) o unidades gravitacionales (kgf, lbf), por ejemplo: en la superficie de la tierra un cuerpo con masa de 1kg tiene un peso de 1kgf (aproximadamente 9.81N), o un cuerpo con masa de 1lb tiene un peso de 1lbf (aproximadamente 4.45N o 32.2poundals). Desde que el peso es igual a la masa por la aceleración debido a la gravedad, el peso de un cuerpo variara con la localización donde el peso es determinado, mientras la masa del cuerpo permanece constante. En la superficie de la tierra, la fuerza de gravedad imparte al cuerpo en caída libre una aceleración de aproximadamente 9.81m/s<sup>2</sup> (32.2ft/s<sup>2</sup>).

3.2 *Definiciones de Términos Específicos a Este Estándar:*

3.2.1 *Vacios, n - en volumen unitario de agregado*, el espacio entre partículas en una masa de agregado no ocupada por una materia mineral sólida.



**Método de Prueba Estándar para la Densidad, Densidad Relativa (Gravedad Específica), y absorción De agregado grueso<sup>1</sup>**

Esta norma ha sido publicada bajo la designación fija C127, el número inmediatamente siguiente a la designación indica el año de adopción original o, en el caso de revisión, el año de la última revisión. Un número entre paréntesis indica el año de la última aprobación. A épsilon en superíndice ( $\epsilon$ ) indica un cambio editorial desde la última revisión o aprobación. Esta norma ha sido aprobada para su uso por agencias del Departamento de Defensa.

**1. Alcance \***

1.1 Este método de ensayo cubre la determinación de la densidad media de una cantidad de partículas de agregado grueso (sin incluir el volumen de vacíos entre las partículas), la densidad relativa (gravedad específica), y la absorción del agregado grueso. Dependiendo del procedimiento utilizado, la densidad ( $\text{kg/m}^3$  ( $\text{lb/ft}^3$ )) se expresa como secado al horno (OD), superficie saturada seca (SSD), o como aparente densidad. Asimismo, la densidad relativa (gravedad específica), una cantidad sin dimensiones, se expresa como OD, SSD, o como densidad relativa aparente (gravedad específica aparente). La densidad OD y la densidad relativa OD se determinó tras secar el agregado. La densidad de SSD, densidad relativa SSD, y la absorción se determinó después de remojar el agregado en agua para una duración prescrita.

1,2 Este método de ensayo se utiliza para determinar la densidad de la porción esencialmente sólida de un gran número de partículas de agregado y proporciona un valor medio que representa la muestra. Existe una distinción entre la densidad de las partículas de agregado según lo determinado por este método de ensayo, y la densidad aparente de los agregados tal como se determina por el Método de Ensayo C29/C29M, que incluye el volumen de vacíos entre las partículas de agregados.

1,3 Este método de ensayo no está diseñado para ser utilizado con agregados de peso ligero.

---

<sup>1</sup> Este método de ensayo está bajo la jurisdicción del Comité ASTM C09 sobre Concreto y agregados del concreto y es responsabilidad directa del Subcomité C09.20 sobre agregados de peso normal. Edición actual aprobada el 01 de agosto 2007. Publicado en septiembre de 2007. Originalmente aprobado en 1936. Última edición anterior aprobada en 2004 como





PERÚ

Ministerio de Vivienda  
Construcción y Saneamiento



**SENCICO**  
SERVICIO NACIONAL DE CALIFICACIÓN EN  
LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

# **NORMA E.060 CONCRETO ARMADO**

**LIMA – PERÚ  
2009**

**PUBLICACIÓN OFICIAL**

## CAPÍTULO 5 CALIDAD DEL CONCRETO, MEZCLADO Y COLOCACIÓN

### 5.1 GENERALIDADES

5.1.1 El concreto debe dosificarse para que proporcione una resistencia promedio a la compresión,  $f'_{cr}$ , según se establece en 5.3.2, y debe satisfacer los criterios de durabilidad del Capítulo 4. El concreto debe producirse de manera que se minimice la frecuencia de resultados de resistencia inferiores a  $f'_{c}$ , como se establece en 5.6.3.3.

La resistencia mínima del concreto estructural,  $f'_{c}$ , diseñado y construido de acuerdo con esta Norma no debe ser inferior a 17 MPa.

5.1.2 Los requisitos para  $f'_{c}$  deben basarse en ensayos de probetas cilíndricas, confeccionadas y ensayadas como se establece en 5.6.3.

5.1.3 A menos que se especifique lo contrario,  $f'_{c}$  debe basarse en los resultados de ensayos realizados a los 28 días. Si se requieren resultados a otra edad, ésta debe indicarse en los planos y especificaciones del proyecto.

5.1.4 Cuando se use concreto liviano y los criterios de diseño de 9.6.2.3 ó 11.2 indican un valor de resistencia a la tracción del concreto, determinada por compresión diametral, (*split test*), deben realizarse ensayos de laboratorio de acuerdo con "Standard Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete" (ASTM C 330) para establecer el valor de  $f'_{cr}$  correspondiente a  $f'_{c}$ .

5.1.5 Los ensayos de resistencia a la tracción por flexión o por compresión diametral (*split test*) no deben emplearse como base para la aceptación del concreto en obra.

5.1.6 Se considera como un ensayo de resistencia al promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas hechas de la misma muestra de concreto y ensayadas a los 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de  $f'_{c}$ .

5.1.7 Para la selección del número de muestras de ensayo, se considerará como "clase de concreto" a:

- (a) Cada una de las diferentes calidades de concreto requeridas por resistencia en compresión.
- (b) Para una misma resistencia en compresión, cada una de las diferentes calidades de concreto obtenidas por variaciones en el tamaño máximo del agregado grueso, modificaciones en la granulometría del agregado fino o utilización de cualquier tipo de aditivo.
- (c) El concreto producido por cada uno de los equipos de mezclado utilizados en la obra.

### 5.2 DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO

5.2.1 La dosificación de los materiales para el concreto debe establecerse para permitir que:

- (a) Se logre la trabajabilidad y consistencia que permitan colocar fácilmente el concreto dentro del encofrado y alrededor del refuerzo bajo las condiciones de colocación que vayan a emplearse, sin segregación ni exudación excesiva.
- (b) Se logre resistencia a las condiciones especiales de exposición a las que pueda estar sometido el concreto, según lo requerido en el Capítulo 4.
- (c) Se cumpla con los requisitos de los ensayos de resistencia de 5.6.

5.2.2 Cuando se empleen materiales diferentes para distintas partes de una misma obra, debe evaluarse cada una de las combinaciones de ellos.

5.2.3 La dosificación del concreto debe establecerse de acuerdo con 5.3 ó alternativamente con 5.4 y se deben cumplir las exigencias correspondientes del Capítulo 4.

### 5.3 DOSIFICACIÓN BASADA EN LA EXPERIENCIA EN OBRA O EN MEZCLAS DE PRUEBA

#### 5.3.1 Desviación estándar

5.3.1.1 Cuando se dispone de registros de ensayos, debe establecerse la desviación estándar de la muestra,  $S_x$ . Los registros de ensayos a partir de los cuales se calcula  $S_x$ , deben cumplir las siguientes condiciones:

- Deben representar los materiales, procedimientos de control de calidad y condiciones similares a las esperadas. Las variaciones en los materiales y en las proporciones dentro de la muestra no deben haber sido más restrictivas que las de la obra propuesta.
- Deben representar a concretos producidos para lograr una resistencia o resistencias especificadas, dentro del rango de  $\pm 7$  MPa de  $f'_c$ .
- Deben consistir en al menos 30 ensayos consecutivos, o de dos grupos de ensayos consecutivos totalizando al menos 30 ensayos como se define en 5.6.2.3, excepto por lo especificado en 5.3.1.2.

5.3.1.2 Cuando no se dispone de registros de ensayos que se ajusten a los requisitos de 5.3.1.1, pero sí se tenga un registro basado en 15 a 29 ensayos consecutivos, se debe establecer la desviación estándar de la muestra,  $S_x$ , como el producto de la desviación estándar calculada de la muestra por el factor de modificación de la Tabla 5.1. Para que sean aceptables, los registros de ensayos deben ajustarse a los requisitos (a) y (b) de 5.3.1.1, y deben representar un solo registro de ensayos consecutivos que abarquen un período no menor de 45 días calendario consecutivos.

**TABLA 5.1**  
**FACTOR DE MODIFICACIÓN PARA LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA MUESTRA CUANDO SE DISPONE DE MENOS DE 30 ENSAYOS**

Número de ensayos (*)	Factor de modificación para la desviación estándar de la muestra (+) (emplear Tabla 5.3)
Menos de 15	
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30 o más	1,00

(\*) Se permite interpolar para un número de ensayos intermedios.

(+) Desviación estándar de la muestra modificada,  $S_x$ , para usar en la determinación de la resistencia promedio requerida,  $f'_{cr}$ , de 5.3.2.1.

#### 5.3.2 Resistencia promedio requerida

5.3.2.1 La resistencia promedio a la compresión requerida,  $f'_{cr}$ , usada como base para la dosificación del concreto debe ser determinada según la Tabla 5.2, empleando la desviación estándar,  $S_x$ , calculada de acuerdo con 5.3.1.1 o con 5.3.1.2.

**TABLA 5.2**  
**RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESIÓN REQUERIDA CUANDO HAY DATOS DISPONIBLES PARA ESTABLECER UNA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA MUESTRA**

Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa
$f'_c \leq 35$	Usar el mayor valor obtenido de las ecuaciones (5-1) y (5-2): $f'_{cr} = f'_c + 1,34 S_x$ (5-1) $f'_{cr} = f'_c + 2,33 S_x - 3,5$ (5-2)
	Usar el mayor valor obtenido de las ecuaciones (5-1) y (5-3): $f'_{cr} = f'_c + 1,34 S_x$ (5-1) $f'_{cr} = 0,90 f'_c + 2,33 S_x$ (5-3)

## Anexo 6: confiabilidad de los instrumentos



questionario de validez de instrumentos

Nombre: Yessica  
 Apellido: Cuero Berroa  
 CIP: 115803



1. totalmente en desacuerdo      2. en acuerdo      3. ni de acuerdo, ni en desacuerdo  
 4. De acuerdo      5. Totalmente de acuerdo

Preguntas	1	2	3	4	5
en su experiencia usted ha usado las fichas de recolección de datos para la validación de algún instrumento					X
Ha usado el Método ACI para el diseño de mezcla				X	
En su experiencia cree usted que se podría incorporar celulosa reciclado en el concreto para mejorar las propiedades mecánicas del concreto				X	
la norma técnica peruana (NTP) son documentos que establecen especificaciones de calidad de los productos, métodos de ensayos, muestras, procesos y servicios				X	
la norma ASTM es la mayor organización científica y técnica para el establecimiento y la difusión de normas relativas a las características y prestaciones de materiales, sistemas, productos y servicios				X	
en su experiencia usted ha utilizado las normas técnicas peruanas de concreto y los resultados obtenidos fueron validos				X	
en su experiencia usted ha utilizado el método de análisis granulométrico donde los resultados obtenidos han sido verídicos				X	
En su experiencia al realizar el ensayo del Slump los resultados obtenidos fueron validos					X
El SLUMP consiste en compactar una muestra de concreto fresco en un molde tronco- cónico, midiendo el asiento o descenso de la mezcla luego de desmoldarlo				X	
en su experiencia profesional al realizar el ensayo ala comprensión como mínimo se tiene que realizar 3 muestras.				X	
el ensayo de la resistencia a la flexión es más exacto que el ensayo a comprensión del concreto				X	
el método para determinar la temperatura del concreto, provee un medio para medir la temperatura del concreto recién mezclado entonces podemos decir que esa es la temperatura final del concreto				X	

Tesis: Efecto de la incorporación de la celulosa de papel BOND reciclado en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima - 2019.

**cuestionario de validación de instrumentos**

Nombre: E. LHOZ  
 Apellido: HURTADO HURTADO  
 CP: 210906

1. totalmente en desacuerdo      2. en desacuerdo      3. ni de acuerdo, ni en desacuerdo  
 4. De acuerdo      5. Totalmente de acuerdo

Preguntas	1	2	3	4	5
en su experiencia usted ha usado las fichas de recolección de datos para la validación de algún instrumento					X
Ha usado el Método ACI para el diseño de mezcla					X
En su experiencia cree usted que se podría incorporar celulosa reciclada en el concreto para mejorar las propiedades mecánicas del concreto				X	
la norma técnica peruana (NTP) son documentos que establecen especificaciones de calidad de los productos, métodos de ensayos, muestras, procesos y servicios					X
la norma ASTM es la mayor organización científica y técnica para el establecimiento y la difusión de normas relativas a las características y prestaciones de materiales, sistemas, productos y servicios			X		
en su experiencia usted ha utilizado las normas técnicas peruanas de concreto y los resultados obtenidos fueron válidos				X	
en su experiencia usted ha utilizado el método de análisis granulométrico donde los resultados obtenidos han sido verídicos					X
En su experiencia al realizar el ensayo del Slump los resultados obtenidos fueron válidos				X	
El SLUMP consiste en compactar una muestra de concreto fresco en un molde tronco-cónico, midiendo el asiento o descenso de la mezcla luego de desmoldarlo					X
en su experiencia profesional al realizar el ensayo de compresión como mínimo se tiene que realizar 3 muestras.					X
el ensayo de la resistencia a la flexión es más exacto que el ensayo a compresión del concreto					X
el método para determinar la temperatura del concreto, provee un medio para medir la temperatura del concreto recién mezclado entonces podemos decir que esa es la temperatura final del concreto				X	

Fecha: Clase de la incorporación de la celulosa de papel BOND reciclado en las propiedades mecánicas del concreto Fc=210 kg/cm2, Lima - 2016



## cuestionario de validez de instrumentos

Nombre: Jorge Luis  
 Apellido: Rosales Aguino  
 CP:

1. totalmente en desacuerdo      2. en acuerdo      3. ni de acuerdo, ni en desacuerdo  
 4. De acuerdo      5. Totalmente de acuerdo

Preguntas	1	2	3	4	5
en su experiencia usted ha usado las fichas de recolección de datos para la validación de algún instrumento				X	
Ha usado el Método ACI para el diseño de mezcla				X	
En su experiencia cree usted que se podría incorporar celulosa reciclado en el concreto para mejorar las propiedades mecánicas del concreto				X	
la norma técnica peruana (NTP) son documentos que establecen especificaciones de calidad de los productos, métodos de ensayos, muestreos, procesos y servicios					X
la norma ASTM es la mayor organización científica y técnica para el establecimiento y la difusión de normas relativas a las características y prestaciones de materiales, sistemas, productos y servicios				X	
en su experiencia usted ha utilizado las normas técnicas peruanas de concreto y los resultados obtenidos fueron validos				X	
en su experiencia usted ha utilizado el método de análisis granulométrico donde los resultados obtenidos han sido verídicos				X	
En su experiencia al realizar el ensayo del Slump los resultados obtenidos fueron validos					X
El SLUMP consiste en compactar una muestra de concreto fresco en un molde tronco- cónico, midiendo el asiento o descenso de la mezcla luego de desmoldarlo				X	
en su experiencia profesional al realizar el ensayo a compresión como mínimo se tiene que realizar 3 muestras.					X
el ensayo de la resistencia a la flexión es más exacto que el ensayo a compresión del concreto				X	
el método para determinar la temperatura del concreto, provee un medio para medir la temperatura del concreto recién mezclado entonces podemos decir que esa es la temperatura final del concreto					X

Tesis: Efecto de la incorporación de la celulosa de papel BOND reciclado en las propiedades mecánicas del concreto  $f'_{c} > 210 \text{ kg/mc}^2$ , Lima - 2019.

**cuestionario de validez de instrumentos**

Nombre:	JOHN NELINHO
Apellido:	TACZA ZEVALLOS
CIP:	121824

1. totalmente en desacuerdo	2. en acuerdo	3. ni de acuerdo, ni en desacuerdo
4. De acuerdo	5. Totalmente de acuerdo	

Preguntas	1	2	3	4	5
en su experiencia usted ha usado las fichas de recolección de datos para la validación de algún instrumento					X
Ha usado el Método ACI para el diseño de mezcla				X	
En su experiencia cree usted que se podría incorporar celulosa reciclado en el concreto para mejorar las propiedades mecánicas del concreto					X
la norma técnica peruana (NTP) son documentos que establecen especificaciones de calidad de los productos, métodos de ensayos, muestreos, procesos y servicios					X
la norma ASTM es la mayor organización científica y técnica para el establecimiento y la difusión de normas relativas a las características y prestaciones de materiales, sistemas, productos y servicios				X	
en su experiencia usted ha utilizado las normas técnicas peruanas de concreto y los resultados obtenidos fueron validos					X
en su experiencia usted ha utilizado el método de análisis granulométrico donde los resultados obtenidos han sido verídicos				X	
En su experiencia al realizar el ensayo del Slump los resultados obtenidos fueron validos					X
El SLUMP consiste en compactar una muestra de concreto fresco en un molde tronco- cónico, midiendo el asiento o descenso de la mezcla luego de desmoldarlo				X	
en su experiencia profesional al realizar el ensayo ala comprensión como mínimo se tiene que realizar 3 muestras.					X
el ensayo de la resistencia a la flexión es más exacto que el ensayo a comprensión del concreto				X	
el método para determinar la temperatura del concreto, provee un medio para medir la temperatura del concreto recién mezclado entonces podemos decir que esa es la temperatura final del concreto					X

Tesis: Efecto de la incorporación de la celulosa de papel BOND reciclado en las propiedades mecánicas del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima - 2019.



**cuestionario de validez de instrumentos**

Nombre: Hugo Heinrich  
 Apellido: Ortiz Ríos  
 CIP: 98608

1. totalmente en desacuerdo      2. en acuerdo      3. ni de acuerdo, ni en desacuerdo  
 4. De acuerdo      5. Totalmente de acuerdo

Preguntas	1	2	3	4	5
en su experiencia usted ha usado las fichas de recolección de datos para la validación de algún instrumento		X			
Ha usado el Método ACI para el diseño de mezcla					X
En su experiencia cree usted que se podría incorporar celulosa reciclado en el concreto para mejorar las propiedades mecánicas del concreto				X	
la norma técnica peruana (NTP) son documentos que establecen especificaciones de calidad de los productos, métodos de ensayos, muestreos, procesos y servicios				X	
la norma ASTM es la mayor organización científica y técnica para el establecimiento y la difusión de normas relativas a las características y prestaciones de materiales, sistemas, productos y servicios					X
en su experiencia usted ha utilizado las normas técnicas peruanas de concreto y los resultados obtenidos fueron validos					X
en su experiencia usted ha utilizado el metodo de análisis granulométrico donde los resultados obtenidos han sido veridicos					X
En su experiencia al realizar el ensayo del Slump los resultados obtenidos fueron validos				X	
El SLUMP consiste en compactar una muestra de concreto fresco en un molde tronco- cónico, midiendo el asiento o descenso de la mezcla luego de desmoldarlo					X
en su experiencia profesional al realizar el ensayo a la comprensión como mínimo se tiene que realizar 3 muestras.					X
el ensayo de la resistencia a la flexión es más exacto que el ensayo a comprensión del concreto				X	
el método para determinar la temperatura del concreto, provee un medio para medir la temperatura del concreto recién mezclado entonces podemos decir que esa es la temperatura final del concreto				X	

Tesis: Efecto de la incorporación de la celulosa de papel BOND reciclado en las propiedades mecánicas del concreto  $f'_c=210$  kg/mc<sup>2</sup>, Lima - 2019.





# Anexo 7: informe de laboratorio de ensayos de materiales



Cel: 980700014 / 947280585  
 Fijo: 01 7261348  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos  
 San Martín de Porras - Lima  
 Informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	GC-MTL
		Fecha	18/02/16

## LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO ACI 211

<b>REFERENCIA</b> : Datos de laboratorio			
<b>SOLICITANTE</b> : Michael Pablo Garcia - Carlos Raúl Ortiz Mandujano			
<b>TESIS</b> : "Efecto de la incorporación de la celulosa del papel bond reciclado en las propiedades físicas del concreto 210kg/m <sup>3</sup> , Lima - 2020"			
<b>UBICACION</b> : Lima		<b>Fecha de ensayo:</b> 05/06/2020	
<b>f<sub>c</sub> 210 kg/cm<sup>2</sup></b>			
<b>MATERIAL</b>	<b>PESO ESPECIFICO (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>MODULO PIEZA</b>	<b>HUM. NATURAL %</b>
CEMENTO SOL TIPO I	3.12		
AGREGADO FINO - CANTERA	2.31	2.73	1.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA	2.74	7.43	0.1
			<b>ABSORCIÓN %</b>
			1.2
			0.8
			<b># UNIDADES E. (m<sup>3</sup>)</b>
			1054.0
			1518.0
			<b># UNIDADES C. (m<sup>3</sup>)</b>
			1784.0
			1638.0
<b>MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA</b>			
<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>			
1	ASENTAMIENTO	4	mm
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL	1"	
3	RELACION AGUA CEMENTO	0.64	
4	AGUA	330	litros
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %	1.6	
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	0.33	
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>			
<b>FACTOR CEMENTO</b>		381.000	Kg/m <sup>3</sup>
Volumen absoluto del cemento		0.1187	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
Volumen absoluto del Agua		0.2300	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
Volumen absoluto del Aire		0.0100	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>			
Volumen absoluto del Agregado fino		0.3067	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
Volumen absoluto del Agregado grueso		0.3320	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>			1.001
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>			
CEMENTO		381	Kg/m <sup>3</sup>
AGUA		330	L/m <sup>3</sup>
AGREGADO FINO		821	Kg/m <sup>3</sup>
AGREGADO GRUESO		810	Kg/m <sup>3</sup>
<b>PESO DE MEZCLA</b>		2314	Kg/m <sup>3</sup>
<b>D) CORRECCION POR HUMEDAD</b>			
AGREGADO FINO HUMEDO		699.5	Kg/m <sup>3</sup>
AGREGADO GRUESO HUMEDO		911.4	Kg/m <sup>3</sup>
<b>E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>			
AGREGADO FINO		0.20	L/m <sup>3</sup>
AGREGADO GRUESO		0.70	L/m <sup>3</sup>
<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>		6.0	L/m <sup>3</sup>
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>			
CEMENTO		381	Kg/m <sup>3</sup>
AGUA		330	L/m <sup>3</sup>
AGREGADO FINO		840	Kg/m <sup>3</sup>
AGREGADO GRUESO		811	Kg/m <sup>3</sup>
<b>PESO DE MEZCLA</b>		2368	Kg/m <sup>3</sup>
<b>G) CANTIDAD DE MATERIALES (M &amp; I)</b>			
CEMENTO		13.00	Kg
AGUA		6.57	L/m <sup>3</sup>
AGREGADO FINO		30.22	Kg
AGREGADO GRUESO		32.81	Kg
<b>PROPORCIÓN EN PESO p1 (base 1)</b>			
C	1.0		
A/A	2.33		
A/G	2.52		
H/A	39.07 Kg		
<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN p2 (base 1)</b>			
C	1.0		
A/A	2.28		
A/G	2.52		
H/A	26.37 L.T.		
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	
<b>JJ GEOTECNIA S.A.C.</b>	<b>JJ GEOTECNIA S.A.C.</b>	<b>JJ GEOTECNIA S.A.C.</b>	
<b>INGENIERO DE MATERIALES</b>	<b>INGENIERO MECANICO</b>	<b>INGENIERO CIVIL</b>	
<b>REG. CIP Nº 21006</b>	<b>REG. CIP Nº 21006</b>	<b>REG. CIP Nº 21006</b>	
<b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Sueldos y Peritajes</b>	<b>Control de Calidad S.R.L. GEOTECNIA S.A.C.</b>	

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN</b>	Código	FOR-LAB-AG-013
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJJ

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS**  
ASTM C128

REFERENCIA	Delto de laboratorio
SOLICITANTE	Michele/Pablo García - Carlos Raúl Ortiz Manduján
TESTE	"Efecto de la incorporación de la Celulosa de Papel Bond Reciclado en las Propiedades Físicas del Concreto 210 Agbr2, Lima - 2020"
UBICACION	Lima <span style="float: right;">Fecha de ensayo: 24/09/2020</span>

MATERIAL: AGREGADO FINO CANTERA: HLAJYCAM

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	PROBADO	
1. Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón + Peso de Agua	g	994.1	957.9	986.0
2. Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón	g	936.1	943.2	940.2
3. Peso del Agua (W = 1 - S)	g	318	315.4	310.7
4. Peso de la Arena Seca al horno + Peso del Balón	grm	652.1	636.5	634.22
5. Peso del Balón	grm	135.1	142.8	140.26
6. Peso de la Arena Seca al horno (A = 4 - S)	grm	494	494	484.22
7. Volumen del Balón (V = 100)	cm <sup>3</sup>	499.2	487.7	486.1

RESULTADOS				
PESO ESPECÍFICO DE LA MASA (P.S.M. = A/(V-W))	grm	1.71	1.71	1.71
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 100/(V-W))	grm	1.74	1.74	1.74
PESO ESPECÍFICO APARENTE (P.E.A. = A/(V-W-0.01A))	grm	2.80	2.80	2.80
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (N) (DEB. APARENTE)	%	1.2	1.2	1.2

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210926	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suavos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO</b>	Código	POR-LTC-AG-002
		Revisión	1
		Aprobado	CC-LJG

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
ASTM C708

REFERENCIA	Fecha de laboratorio		
POLICITANTE	Michelel Pedro Garcia - Carlos Raúl Ortiz Manduján		
TESTS	Efecto de la incorporación de la Cebuja de Pacel Bovi Reciclado en las Propiedades Físicas del Concreto 215 kg/m <sup>3</sup> Lima - 2020		
SUBICACION	LTM	Fecha de ensayo:	04/09/2020

MATERIAL	AGREGADO GRUESO	CANTERA HUAYCHA
PESO INICIAL HÚMEDO (g)	1,302.00	% W = 0.1
PESO INICIAL SECO (g)	1,300.00	MF = 7.43

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% DECRETADOS		ESPECIFICACIONES VISO 955
		(g)	(%)	Retenido	Pass	
20"	30.0	0.0	0.0	0.0	100.0	
1.18"	20.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.0	0.0	0.0	0.0	100.0	95 - 100
3/4"	19.0	0.0	0.0	0.0	100.0	85 - 95
1/2"	12.5	45.0	34.6	34.6	65.4	75 - 85
3/8"	9.5	99.0	76.2	76.2	23.8	6 - 12
Nº 4	4.75	100.0	76.9	76.9	23.1	0 - 3
Nº 8	2.36	0.0	0.0	0.0	100.0	
Nº 16	1.18	0.0	0.0	0.0	100.0	
FOFDO		0.0	0.0			



**OBSERVACIONES:**  
\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO (F, G o GIB)</b>	Código FOR.LTC-AQ-018
		Revisado 1
		Aprobado CC-JUG

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
ASTM C39

REFERENCIA	Datos de laboratorio	
SOLICITANTE	Michael Pablo García - Carlos Raúl Ortiz Mendizábal	
TEST	Efecto de la incorporación de la Calafate de Papel Bond Reciclado en las Propiedades Físicas del Concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> , Lima - 2020*	
UBICACIÓN	Lima	Fecha de ensayo: 04/05/2020

MATERIAL: AGREGADO GRUESO CANTERA: HUAYCAN

MUESTRA N°		M-1	M-2	M-3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	3095	3094	3091
2	Peso del Molde	g	800	800	800
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	2195	2194	2191
4	Volumen del Molde	cc	1180	1180	1180
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cm <sup>3</sup>	1.820	1.818	1.817

PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	g/cm <sup>3</sup>	1.818
-------------------------------	-------------------	-------

MUESTRA N°		M-1	M-2	M-3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	3300	3275	3292
2	Peso del Molde	g	800	800	800
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	2500	2475	2492
4	Volumen del Molde	cm <sup>3</sup>	1180	1180	1180
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cm <sup>3</sup>	1.838	1.830	1.839

PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cm <sup>3</sup>	1.838
-----------------------------------	-------------------	-------

**OBSERVACIONES:**

\* Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. PROF. N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  Control de Calidad JJ GEOTECNIA
--	--	---



Cel: 980703014 / 947280585  
 Fijo: 01 7261348  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos  
 San Martín de Porres - Lima  
 Informes@jgeotecniasac.com

www.jgeotecniasac.co

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO	Código	FOR-LAB-AG-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JUG

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS**  
 ASTM D29

REFERENCIA	Catálogo de Laboratorio
SOLICITANTE	Michael Pablo Gamero - Carlos Raúl Ordóñez Mendigán
TESIS	"Efecto de la incorporación de la Celulosa de Papel Bond Reciclado en las Propiedades Físicas del Concreto 210 kg/m <sup>3</sup> , Lima - 2020"
UBICACIÓN	Lima <span style="float: right;">Fecha de ensayo: 04/05/2020</span>

MATERIAL	AGREGADO FINO	CANTERA	ILAYCAN
<b>SUELTOS</b>			
MUESTRA N°			
1	Peso de la Muestra + Molde	g	4833 3643 3932
2	Peso del Molde	g	2300 2360 2360
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4291 4200 4200
4	Volúmenes del Molde	cm <sup>3</sup>	2168 2168 2168
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cm <sup>3</sup>	1.955 1.923 1.934
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO</b>		g/cm <sup>3</sup>	1.934
<b>COMPACTADOS</b>			
MUESTRA N°			
1	Peso de la Muestra + Molde	g	7190 7280 7280
2	Peso del Molde	g	2385 2385 2385
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4817 4922 4920
4	Volúmenes del Molde	cm <sup>3</sup>	2168 2168 2168
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cm <sup>3</sup>	1.762 1.785 1.785
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO</b>		g/cm <sup>3</sup>	1.784

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS</b>	Código	FOR LAB MS-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JUG

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS**  
ASTM C127

<b>REFERENCIA</b>	Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	Michael Pazo García - Carlos Raúl Ortiz Manduján
<b>TESIS</b>	Efecto de la Incorporación de la Celulosa de Papel Bond Reciclado en las Propiedades Físicas del Concreto 310 Agromé, Lima - 2020*
<b>UBICACIÓN</b>	Lima <span style="float: right;">Fecha de ensayo: 24/05/2020</span>

MATERIAL: AGREGADO GRUESO      CANTERA: HUAYCAN

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	PROMEDIO
1. Peso de la muestra sumergida en agua	2088.0	2088.0	2088.0
2. Peso muestra Sol. Seco	3325.0	3365.0	3345.0
3. Peso muestra seco	3326.0	3311.0	3318.5
4. Peso específico del agua = 998.4	g/cm <sup>3</sup>	2.76	2.76
5. Peso específico aparente = 2.74	g/cm <sup>3</sup>	2.74	2.74
6. Peso específico aparente = 2.80	g/cm <sup>3</sup>	2.76	2.80
7. Absorción de agua = 3.5 - 3.57%	%	3.5	3.5

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:  V.B. Jefe de Laboratorio	Revisado por:  ELMER MICHAEL PILAAMAN INGENIERO CIVIL REG. C.O.P. N° 210606 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA
--	--	---

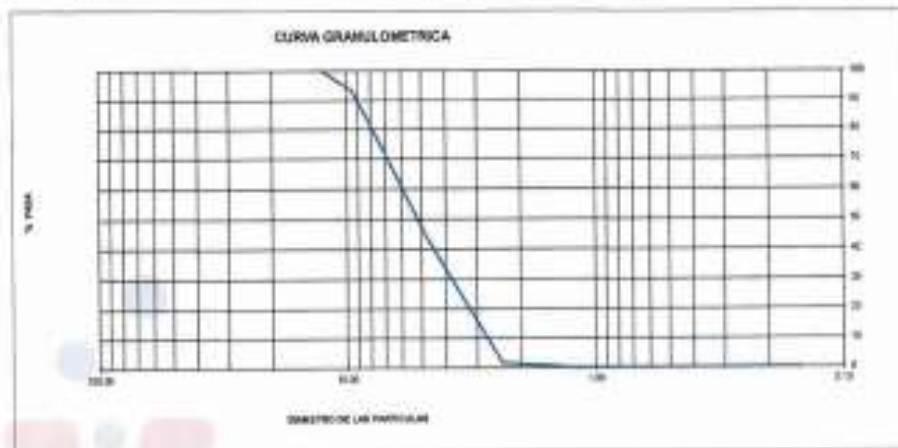
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO</b>	Código	FOR-LTC-AD-681
		Revisado	1
		Aprobado	00-JUN

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
ASTM C136

REFERENCIA	Data de laboratorio		
SOLICITANTE	Micheal Pablo García		
TESE	Efecto de la incorporación de la Celulosa de Papel Blando Reciclado en las Propiedades Plásticas del Concreto 210 kg/m <sup>3</sup> Lima - 2020*		
UBICACIÓN	Ciudad de Lima	Fecha de ensayo:	04/06/2020

MATERIAL	CELULOSA DEL PAPEL Blando RECYCLADO	CANTERA	-
PESO NOMINAL HUMEDO (g)	94.8	% W = 22.0	
PESO NOMINAL SECO (g)	94.8	WF = 1.00	

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ADIVULADO		ESPECIFICACIONES
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
12"	11.25	0.00	0.00	0.00	100.00	/
30"	3.00	4.18	0.20	8.01	91.97	
60"	4.75	31.5	18.2	31.7	68.2	
75"	2.50	37.2	42.1	38.1	61.8	
100"	1.50	1.1	1.7	98.9	1.1	
150"	1.00	0.0	0.0	99.9	0.1	
200"	0.75	0.0	0.0	99.9	0.1	
300"	0.50	0.0	0.0	99.9	0.1	
400"	0.425	0.0	0.0	99.9	0.1	
POSDO		0.0	0.1	100.0	0.0	



**OBSERVACIONES:**

\* Prohíbese la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Estructuras y Pavimentación	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO	Código	FOR-LAB-AG-018
		Revisión	1
		Aprobado	CC-LIG

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS**  
ASTM C29

REPRESA/CIA SOLICITANTE/TESTE	Datos de laboratorio: Michael Pablo Garcia Efecto de la Incorporación de la Celulosa de Papel/Band Reciclado en las Propiedades Físicas del Concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> , Lima - 2022*		
UBICACIÓN	Dirección de Lima	Fecha de ensayo:	04/08/2022

MATERIAL: CELULOSA DEL PAPEL BOND REICLADO CANTERA: --

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	2944	2948	2948
2	Peso del Molde	g	2593	2593	2593
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	351	355	355
4	Volumen del Molde	cm <sup>3</sup>	2190	2190	2190
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cm <sup>3</sup>	0.211	0.212	0.208

PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	g/cm <sup>3</sup>	0.211
-------------------------------	-------------------	-------

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	3046	3041	3048
2	Peso del Molde	g	2593	2593	2593
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	455	448	455
4	Volumen del Molde	cm <sup>3</sup>	2190	2190	2190
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cm <sup>3</sup>	0.249	0.248	0.247

PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cm <sup>3</sup>	0.247
-----------------------------------	-------------------	-------

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	Código	FOR-LAB-AG-013
		Revisión	1
		Aprobado	CCJJG

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS**  
ASTM C128

REFERENCIA	Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	Michael Pablo Garza		
FRASE	"Efecto de la incorporación de la Celulosa de Papel Bond Reciclado en las Propiedades Físicas del Concreto 310 (g/cm <sup>3</sup> ), Lima - 2020"		
UBICACIÓN	Ciudad de Lima	Fecha de ensayo:	04/06/2020

MATERIAL : CELULOSA DEL PAPEL BOND RECICLADO CANTERA : --

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1. Peso de la Cebolla S.S.S. + Peso Balón + Peso de Agua	g	665	663.9	664.9
2. Peso de la Cebolla S.S.S. + Peso Balón	g	343.1	345	344.0
3. Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	421.9	399.9	400.9
4. Peso de la Cebolla Seca al Horno + Peso del Balón	g/cm <sup>3</sup>	321.2	300.9	301.06
5. Peso del Balón (W)	g/cm <sup>3</sup>	171	171	171.00
6. Peso de la Cebolla Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/cm <sup>3</sup>	35.2	29.9	30.06
7. Volumen del Balón (V)	cm <sup>3</sup>	496.0	496.0	496.0

RESULTADOS

PESO ESPECÍFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))	g/cm <sup>3</sup>	0.33	0.38	0.31
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 800/(V-W))	g/cm <sup>3</sup>	0.75	0.73	0.74
PESO ESPECÍFICO APARIENTE (P.E.A. = A/(V-W) (200-A))	g/cm <sup>3</sup>	0.87	0.92	0.94
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (% = (300-A)/W)	%	19.7	18.8	19.0

OBSERVACIONES:

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Fecha de Laboratorio:	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO</b>		Código	PCB-LAB-CO-089
			Revisión	2
			Aprobado	CC-JUG
			Fecha	31/12/2019

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C39-07 / NTP 200.004-11

REFERENCIA	Dato de laboratorio
SOLICITANTE	Michael Pablo Garcia
TESIS	"Efecto de la incorporación de la Celulosa de Papel Reciclado en las Propiedades Físicas del Concreto 210 kg/m <sup>3</sup> Lima - 2020"
UBICACIÓN	Districto de Lima
FECHA	30 de Junio de 2020

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kgf/cm <sup>2</sup>	F <sub>c</sub> Diseño kgf/cm <sup>2</sup>	S.F.c
INTRÓN 1218	13/06/2020	20/06/2020	7	3077.5	35.5	119.2	21.0	86.4
INTRÓN 1219	13/06/2020	20/06/2020	7	1897.1	78.8	114.0	21.0	81.0
INTRÓN 1219	13/06/2020	20/06/2020	7	1423.8	78.8	181.0	21.0	86.2
1% DE CELULOSA	13/06/2020	20/06/2020	7	1294.3	78.8	164.0	21.0	78.1
1% DE CELULOSA	13/06/2020	20/06/2020	7	1840.4	55.5	133.4	21.0	83.9
1% DE CELULOSA	13/06/2020	20/06/2020	7	3330.0	78.8	198.0	21.0	76.0
5% DE CELULOSA	13/06/2020	20/06/2020	7	1880.4	78.8	188.0	21.0	80.7
5% DE CELULOSA	13/06/2020	20/06/2020	7	1455.3	78.8	184.0	21.0	86.3
5% DE CELULOSA	13/06/2020	20/06/2020	7	1289.0	55.5	98.6	21.0	78.3
5% DE CELULOSA	13/06/2020	20/06/2020	7	1892.0	78.8	188.0	21.0	84.0
5% DE CELULOSA	13/06/2020	20/06/2020	7	3072.4	78.8	188.0	21.0	86.0
5% DE CELULOSA	13/06/2020	20/06/2020	7	888.0	78.8	32.3	21.0	38.2

**EQUIPO DE ENSAYO**

Capacidad máxima 250 000 Lb; ómnibus de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**

- \* No se observaron defectos visuales en las roturas.
- \* El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de gesso como material referencial.
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Sueldos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-609
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	21/10/2018

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C39-07 / MTP 339.039.11

REFERENCIA	Datos de Laboratorio
SOLICITANTE	Michael Pardo Garcia
TEST	Efecto de la incorporación de la Celulosa de Papel Reciclado en las Propiedades Físicas del Concreto 210 Aglomer. Lima - 2020*
UBICACIÓN	Districto de Lima
FECHA	11 de Julio de 2020

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VIGADO	FECHA DE ROTURA	ESPA EN CM3	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm2	ESFUERZO kg/cm2	Ft Desea kg/cm2	N.F.%
PATRÓN K210	13062020	11072020	28	3142.8	76.5	372.8	210.0	159.8
PATRÓN K211	13062020	11072020	28	2296.3	76.5	300.2	210.0	139.1
PATRÓN K216	13062020	11072020	28	2834.1	76.5	371.7	210.0	176.1
FN DE CELULOSA	13062020	11072020	28	1877.0	76.5	245.4	210.0	83.3
FN DE CELULOSA	13062020	11072020	28	1551.8	76.5	202.8	210.0	111.2
FN DE CELULOSA	13062020	11072020	28	1681.4	76.5	221.1	210.0	86.3
FN DE CELULOSA	13062020	11072020	28	1883.0	76.5	246.1	210.0	100.7
FN DE CELULOSA	13062020	11072020	28	1540.3	76.5	201.3	210.0	94.3
FN DE CELULOSA	13062020	11072020	28	1655.8	76.5	216.3	210.0	100.4
FN DE CELULOSA	13062020	11072020	28	931.3	76.5	121.9	210.0	41.4
FN DE CELULOSA	13062020	11072020	28	1131.8	76.5	148.0	210.0	69.9
FN DE CELULOSA	13062020	11072020	28	1025.0	76.5	134.0	210.0	63.8

**EQUIPO DE ENSAYO**

Capacidad máxima 250 000 Lb. división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**

- No se observaron fallas atípicas en las roturas.
- El ensayo fue realizado haciendo uso de automatización de recepción con sistema referencial.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	SS-PO-130	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Revisión	2	
		Fecha	26-10-2018	
		Página	1 de 1	

TESIS : Efecto de la Incorporación de la Celulosa de Papel Bond Reciclado en las Propiedades Físicas del Concreto 210 kg/m<sup>3</sup> Lima - 2020"

SOLICITANTE : Michael Pablo Garcia

OCURSO DE PROYECTO : ---

UBICACIÓN DE PROYECTO : Distrito de Lima

FECHA DE EMISIÓN : 20/09/2018

REALIZADO POR : F. Takyari

REVISADO POR : G. Coss

FECHA DE ENSAYO : 20/09/2018

TURNO : Diurno

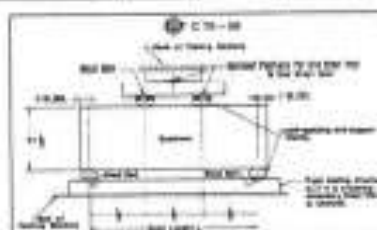
Tipo de muestra : Concreto endurecido

Presentación : Especímenes prismáticos

F's de diseño : 210 kg/cm<sup>2</sup>

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENVEJECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LIZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
PATRÓN F's 210	13/09/2018	20/09/2018	7 días	2	45.0	38 kg/cm <sup>2</sup>
PATRÓN F's 210	13/09/2018	20/09/2018	7 días	1	46.9	38 kg/cm <sup>2</sup>
1% DE CELULOSA	13/09/2018	20/09/2018	7 días	1	45.0	37 kg/cm <sup>2</sup>
1% DE CELULOSA	13/09/2018	20/09/2018	7 días	2	45.0	36 kg/cm <sup>2</sup>
5% DE CELULOSA	13/09/2018	20/09/2018	7 días	1	48.2	32 kg/cm <sup>2</sup>
5% DE CELULOSA	13/09/2018	20/09/2018	7 días	1	48.2	28 kg/cm <sup>2</sup>
9% DE CELULOSA	13/09/2018	20/09/2018	7 días	2	45.0	25 kg/cm <sup>2</sup>
9% DE CELULOSA	13/09/2018	20/09/2018	7 días	2	48.3	25 kg/cm <sup>2</sup>



OBSERVACIONES:

- Muestra proporcionada por el cliente
- Las medidas cumplen con las dimensiones dadas en el forma de ensayo
- Publicando la información aquí se garantiza documentado con la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

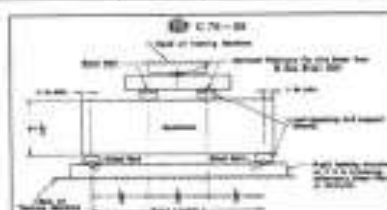
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	MS-PS-126	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Edición		3
		Fecha		09-13-2018
		Formato		1 de 1

TESE : "Efecto de la incorporación de la Celulosa de Papel Bond Reciclado en las Propiedades Físicas del Concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> Lima - 2020"

SOLICITANTE	Moisés Pablo García	REALIZADO POR	P. Tasejón
CÓDIGO DE PROYECTO	--	REVISADO POR	G. Coto
UBICACIÓN DE PROYECTO	Delma de Lima	FECHA DE ENSAYO	21/09/2020
FECHA DE EMISIÓN	27/08/2020	TURNO	Diurno
Tipo de muestra	Concreto endurecido		
Preparación	Especímenes prismáticos		
F <sub>c</sub> de diseño	210 kg/cm <sup>2</sup>		

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACION	FECHA DE VACADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
PR03N Fc 210	13/08/2020	27/08/2020	14 días	2	45.0	32 kg/cm <sup>2</sup>
PR03N Fc 210	13/08/2020	27/08/2020	14 días	2	45.0	31 kg/cm <sup>2</sup>
1% DE CELULOSA	13/08/2020	27/08/2020	14 días	2	45.0	34 kg/cm <sup>2</sup>
1% DE CELULOSA	13/08/2020	27/08/2020	14 días	2	45.0	41 kg/cm <sup>2</sup>
3% DE CELULOSA	13/08/2020	27/08/2020	14 días	2	45.0	33 kg/cm <sup>2</sup>
5% DE CELULOSA	13/08/2020	27/08/2020	14 días	2	45.0	32 kg/cm <sup>2</sup>
5% DE CELULOSA	13/08/2020	27/08/2020	14 días	2	45.0	41 kg/cm <sup>2</sup>
5% DE CELULOSA	13/08/2020	27/08/2020	14 días	2	45.0	38 kg/cm <sup>2</sup>



OBSERVACIONES:

- \* Muestras proporcionadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en el formato de ensayo
- \* Proporciona la representación visual o gráfica del proceso de documentar en el laboratorio ensayo de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	JJ GEOTECNIA S.A.C.  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL R.S. Nº 21020	JJ GEOTECNIA S.A.C. 
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

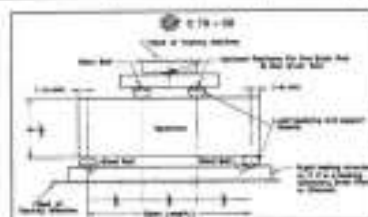
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO		Edición	ALFO-134	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versiones		3	
		Fecha		26-10-2019	
		Página		1 de 1	

1988 "Efecto de la Incorporación de la Cebada de Papel Buro Reciclado en las Propiedades Físicas del Concreto (210 kg/m<sup>3</sup>, Lima - 2020"

SOLICITANTE	Michael Páez García	REALIZADO POR	F. Taveira
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR	D. Cozo
DIRECCIÓN DE PROYECTO	Distrito de Lima	FECHA DE ENVIÓ	11/07/2020
FECHA DE EMISIÓN	11/07/2020	TURNO	Diurno
Tipo de muestra	Concreto endurecido		
Presentación	Especímenes prismáticos		
Fx de diseño	210 kg/m <sup>3</sup>		

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
WATRON Fx 210	13/06/2020	11/07/2020	28 días	3	45.0	41 kg/cm <sup>2</sup>
WATRON Fx 210	13/06/2020	11/07/2020	28 días	2	45.0	42 kg/cm <sup>2</sup>
Wx DE CELULOSA	13/06/2020	11/07/2020	28 días	2	45.0	42 kg/cm <sup>2</sup>
Wx DE CELULOSA	13/06/2020	11/07/2020	28 días	2	45.0	42 kg/cm <sup>2</sup>
Wx DE CELULOSA	13/06/2020	11/07/2020	28 días	2	45.0	38 kg/cm <sup>2</sup>
Wx DE CELULOSA	13/06/2020	11/07/2020	28 días	2	45.0	45 kg/cm <sup>2</sup>
Wx DE CELULOSA	13/06/2020	11/07/2020	28 días	2	45.0	34 kg/cm <sup>2</sup>
Wx DE CELULOSA	13/06/2020	11/07/2020	28 días	2	45.0	30 kg/cm <sup>2</sup>



**OBSERVACIONES**

- \* Muestras Proporcionalizadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en el formato de ensayo
- \* Permitida la reproducción total o parcial del presente documento en la suscriptor web de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

## Anexo 8: Certificados de calibración

<h1>Certificado</h1>	 <p><b>INACAL</b> Instituto Nacional de Calidad Acreditación</p>
<p>La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, <b>OTORGA</b> el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:</p>	
<h2>TEST &amp; CONTROL S.A.C.</h2>	
<p>Laboratorio de Calibración</p>	
<p>En su sede ubicada en: Calle Condesa de Lemós N° 117, Urb. San Miguelito, distrito de San Miguel, provincia de Lima y departamento de Lima</p>	
<p>Con base en la norma</p>	
<p><b>NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración</b></p>	
<p>Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-OSP-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número de registro indicado líneas abajo.</p>	
<p>Fecha de Renovación: 24 de marzo de 2019 Fecha de Vencimiento: 23 de marzo de 2023</p>	
	
<p><b>ESTELA CONTRERAS JUGO</b> Directora, Dirección de Acreditación - INACAL</p>	
<p>Cédula N° : 230-2019-INACAL/DA Contrato N° : Adenda al Contrato de Acreditación N°004-16/INACAL-DA Registro N° : LC-016</p>	<p>Fecha de emisión: 05 de junio de 2019</p>
<p><small>El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y nómina de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web <a href="http://www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados">www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados</a> al momento de hacer uso del presente certificado. La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MRA) del Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC)</small></p>	
<p>DA-acr-01P-02M Ver: 02</p>	



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**TC - 4371 - 2020**

PROFORMA : 1006A

Fecha de emisión : 2020 - 05 - 27

Página : 1 de 3

**SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.**

Dirección : Cal.La Madrid No. 254 As. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

**EQUIPO** : HORNO  
 Marca : GEMMY  
 Modelo : YC3-010  
 N° de Serie : 510647  
 Tipo de Ventilación : Turbulencia  
 Procedencia : ALEMANIA  
 Identificación : NO INDICA  
**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : TERMÓMETRO DIGITAL  
 Marca : No indica  
 Alcance : 1°C a 250°C  
 Resolución : 1°C  
**TIPO DE CONTROLADOR** : DIGITAL  
 Marca : No indica  
 Alcance : 1°C a 250°C  
 Resolución : 1°C  
 Fecha de Calibración : 2020 - 05 - 25  
 Ubicación : LABORATORIO

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recibir sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 018 "Procedimiento de calibración o caracterización de medidores isotermos con aire como medio termostático". Segunda Edición - Junio 2009. SNM - INDECOPI.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	29,3 °C	29,6 °C
Humedad Relativa	45,3 %	43,2 %

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CPF- 0216



**TRAZABILIDAD**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Dois Termómetros Digitales Incertidumbre 0,007 °C DM - INACAL	Termómetro Digital -200 °C a 400 °C	LT-247-2018

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

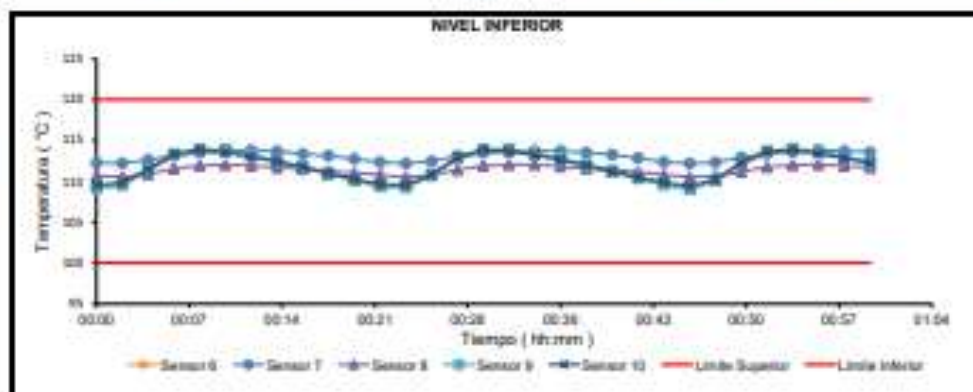
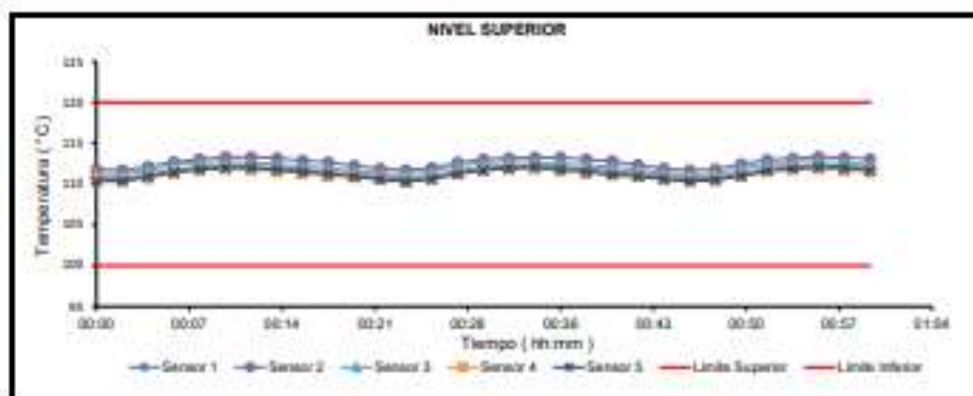
Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador	Tiempo de Calentamiento	Tiempo de Estabilización	Porcentaje de carga	Tipo de Carga / Muestra
110 °C ± 10 °C	110	60 min	180 min	30 %	ENVASE METÁLICO C/ MUESTRAS CLIENTE

Tiempo (Minas)	Temperatura Nominal (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T <sub>prom</sub> <sup>m</sup> (°C)	T <sub>max</sub> - T <sub>min</sub> (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
005	110	110,8	111,8	111,3	110,9	110,1	109,2	112,1	110,7	109,3	108,6	110,8	3,1
002	110	110,7	111,7	111,2	110,4	110,4	109,5	112,2	110,5	109,6	108,8	110,6	3,7
004	110	111,1	112,1	111,7	110,6	110,9	111,3	112,8	110,9	111,2	111,5	111,4	1,8
006	110	111,7	112,7	112,3	111,8	111,4	113,8	113,2	111,8	113,3	112,4	112,4	1,9
008	110	112,1	113,6	112,7	111,6	111,8	113,6	113,2	111,9	114,0	112,9	112,8	2,2
010	110	112,2	113,3	112,7	111,9	112,0	113,5	113,8	112,0	113,9	112,6	112,9	1,9
012	110	112,1	113,3	112,8	111,6	112,0	112,1	113,8	111,9	113,3	112,0	112,7	1,8
014	110	111,8	113,2	112,4	111,6	111,8	112,4	113,7	111,7	112,5	112,6	112,4	2,1
016	110	111,8	112,9	112,3	111,4	111,2	111,6	112,4	111,5	111,8	111,7	112,8	2,0
018	110	111,4	112,6	111,8	111,1	111,2	110,9	113,1	111,2	111,0	111,0	111,8	2,3
020	110	111,2	112,2	111,8	110,9	110,9	110,1	112,7	111,0	110,2	110,2	111,1	2,6
022	110	110,6	111,9	111,3	110,7	110,6	109,4	112,4	110,8	109,4	108,7	110,7	3,0
024	110	110,7	111,7	111,2	110,4	110,3	109,2	112,2	110,5	109,3	108,6	110,5	3,0
026	110	111,0	112,0	111,5	110,7	110,6	110,7	112,5	110,8	110,0	110,8	111,1	1,9
028	110	111,8	112,6	112,2	111,3	111,2	112,7	112,1	111,4	112,9	112,0	112,2	1,9
030	110	112,1	113,0	112,6	111,8	111,7	113,6	113,5	111,9	113,9	113,8	112,8	2,2
032	110	112,2	113,2	112,7	112,0	111,9	112,6	113,7	112,1	114,0	112,7	112,9	2,1
034	110	112,2	113,2	112,7	111,9	112,1	113,3	113,7	112,0	113,5	112,2	112,8	1,8
036	110	112,0	113,2	112,5	111,7	111,8	112,7	113,7	111,8	112,8	112,0	112,5	2,0
038	110	111,8	113,0	112,3	111,5	111,5	111,9	113,5	111,6	112,0	112,0	112,1	2,0
040	110	111,8	112,8	112,1	111,3	111,1	111,1	112,3	111,4	111,2	111,2	111,7	2,2
042	110	111,3	112,3	111,7	111,1	110,9	110,1	112,6	111,2	110,4	110,5	111,2	2,5
044	110	110,9	111,9	111,4	110,7	110,8	109,6	112,4	110,8	109,0	108,9	110,8	2,8
046	110	110,7	111,7	111,2	110,5	110,3	109,1	112,2	110,6	109,1	108,4	110,1	3,1
048	110	110,8	111,8	111,2	110,5	110,2	110,9	112,3	110,8	110,1	110,2	110,8	2,3
050	110	111,4	112,6	112,0	111,1	111,0	112,0	113,0	111,2	112,2	112,3	111,8	2,0
052	110	111,8	112,9	112,2	111,7	111,8	113,3	112,4	111,6	112,7	112,7	112,8	2,1
054	110	112,3	113,2	112,8	111,9	111,9	112,7	113,7	112,0	114,0	112,8	112,9	2,1
056	110	112,3	113,3	112,8	112,0	112,1	112,4	113,8	112,1	112,7	112,4	112,9	1,8
058	110	112,1	113,2	112,6	111,6	111,8	112,9	113,7	111,9	112,1	112,9	112,8	1,9
100	110	112,0	112,1	112,4	111,6	111,7	112,2	113,8	111,7	112,3	112,2	112,2	2,0
T. PROM <sup>m</sup>	110,0	111,8	112,8	112,1	111,2	111,2	111,7	112,1	111,4	111,9	111,9		
T. MAX <sup>m</sup>	110,0	112,2	113,2	112,8	112,0	112,1	112,7	113,8	112,1	114,0	112,9		
T. MIN <sup>m</sup>	110,0	110,7	111,7	111,2	110,4	110,3	109,1	112,2	110,5	109,1	108,4		
DTT <sup>m</sup>	0,0	1,6	1,6	1,6	1,6	1,8	4,8	1,6	1,6	4,9	4,4		

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	114.0	0,4
Mínima Temperatura Medida	109,1	0,5
Desviación Temperatura en el Tiempo	4,9	0,1
Desviación Temperatura en el Espacio	1,8	0,5
Estabilidad Medida (±)	2,45	0,04
Uniformidad Medida	3,1	0,5

**GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES**



## CERTIFICADO DE CALIBRACION

**TC - 4372 - 2020**

PROFORMA : 1696A Fecha de emisión : 2020-05-25

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.  
Dirección : CALLA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA-LIMA-SAN MARTÍN DE PORRES

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN :** BALANZA  
Tipo : ELECTRÓNICA  
Marca : DENVER INSTRUMENT  
Modelo : AA-250  
N° de Serie : B032815  
Capacidad Máxima : 220 g  
Resolución : 0.0001 g  
División de Verificación : 0.001 g  
Clase de Exactitud : I  
Capacidad Mínima : 0,1 g  
Procedencia : U.S.A.  
N° de Parte : No Indica  
Identificación : No Indica  
Ubicación : LABORATORIO  
Variación de  $\Delta T$  Local : 5 °C  
Fecha de Calibración : 2020-05-25

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una verificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patróns según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CPF: 0316

