



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Análisis de las características mecánicas del concreto incorporando  
agregado de concreto reciclado en la ciudad de Juliaca – 2021**

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

**AUTOR:**

Calsina Quispe, Joel Nehemías (ORCID: 0000-0002-9620-0167)

**ASESOR:**

Mg. Requis Carbajal, Luis Villar (ORCID: 0000-0002-3816-7047)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Construcción Sostenible Diseño Sísmico Estructural

LIMA - PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

*Esta tesis es la representación de uno de mis más grandes anhelos en la vida; la dedico con mucho cariño, amor y respeto a mis padres, JUAN y VIRGINIA, quienes con su amor y dedicación supieron enseñarme a ser perseverante.*

## **Agradecimientos**

*A nuestro divino creador, por darme vida y salud.*

*A la comunidad Vallejana.*

*Especial reconocimiento y agradecimiento, al Mg. Ing. Luis Villar Requis Carbajal, por sus sabios conocimientos, su don de gente, por su mística profesional y sobre todo por si inestimable apoyo y confianza depositada en mi persona, que bajo su dirección en calidad de Asesor de Tesis , se puso culminar el presente trabajo.*

## Índice de contenidos

Dedicatoria.....	I
Agradecimientos .....	II
Índice de contenidos .....	III
Índice de tablas.....	V
Índice de figuras.....	VII
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT.....	X
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	3
III. METODOLOGÍA .....	9
3.1 Tipo y diseño de la investigación .....	9
3.2 Variables y operacionalización .....	9
3.3 Población y muestra .....	10
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	10
3.2.1 Técnicas.....	10
3.2.2 Instrumentos.....	10
3.5 Procedimientos .....	10
3.3.1 Agregado utilizado en la investigación .....	10
3.3.2 Cemento utilizado en la investigación ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.3.3 Concreto reciclado utilizado en la investigación.....	11

3.3.4 Mezcla de concreto .....	11
3.3.5 Colocado del espécimen en las probetas cilíndricas <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
3.3.6 Desencofrado y curado de las probetas cilíndricas estándar..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
3.6. Método de análisis de datos .....	15
3.7 Aspectos técnicos .....	15
IV. RESULTADOS .....	16
4.1 Características físicas del concreto reciclado .....	16
4.1.1 Absorción del agregado grueso mezclado .....	16
4.1.2 Peso específico del agregado grueso mezclado.....	17
4.1.3 Abrasión los ángeles o resistencia al desgaste .....	18
4.2 Resistencia a compresión .....	19
A. Resultado de $f'c$ a los 7 días de edad.....	19
B. Resultado de $f'c$ a los 14 días de edad.....	20
C. Resultado de $f'c$ a los 28 días de edad.....	21
4.3 Contrastación de hipótesis.....	23
4.3.1 Contrastación de hipótesis (a .....	23
V. DISCUSIÓN.....	32
VI. CONCLUSIONES .....	35
VII. RECOMENDACIONES.....	36
REFERENCIAS .....	37
ANEXOS.....	42

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Cuadro de operacionalización de variables .....	9
<b>Tabla 2.</b> Dosificación de materiales para el diseño de mezclas .....	12
<b>Tabla 3.</b> % de absorción con el 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de concreto reciclado incorporado al agregado grueso .....	16
<b>Tabla 4.</b> Peso específico con el 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de concreto reciclado incorporado al agregado grueso .....	17
<b>Tabla 5.</b> % de pérdida del agregado grueso incorporado con 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de concreto reciclado .....	18
<b>Tabla 6.</b> Resumen de $f'c$ a los 7 días con el 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de concreto reciclado incorporado al agregado grueso .....	19
<b>Tabla 7.</b> Resumen de $f'c$ a los 14 días con el 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de concreto reciclado incorporado al agregado grueso .....	20
<b>Tabla 8.</b> Resumen de $f'c$ a los 28 días con el 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de concreto reciclado incorporado al agregado grueso .....	22
<b>Tabla 9.</b> Cálculo estadístico del contraste de prueba para la resistencia a la compresión del concreto .....	24
<b>Tabla 10.</b> Tabla de distribución T de Student - Resistencia a la compresión del concreto .....	24
<b>Tabla 11.</b> Cálculo estadístico del contraste de prueba para el % de absorción .....	26
<b>Tabla 12.</b> Tabla de distribución T de Student - Porcentaje de absorción .....	27

<b>Tabla 13.</b> Cálculo estadístico del contraste de prueba del peso específico.....	28
<b>Tabla 14.</b> Tabla de distribución T de Student - Peso específico.....	29
<b>Tabla 15.</b> Cálculo estadístico del contraste de prueba de abrasión los Ángeles .....	30
<b>Tabla 16.</b> Tabla de distribución T de Student - Porcentaje de desgaste .....	31

## Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> % de absorción del agregado grueso incorporado con el 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de concreto reciclado .....	16
<i>Figura 2.</i> % de absorción del agregado grueso incorporado con el 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de concreto reciclado .....	17
<i>Figura 3.</i> % de pérdida del agregado grueso incorporado con el 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de concreto reciclado .....	18
<i>Figura 4.</i> Influencia del concreto reciclado incorporado al agregado grueso en la $f'c$ a los 7 días de edad .....	20
<i>Figura 5.</i> Influencia del concreto reciclado incorporado al agregado grueso en la $f'c$ a los 7 días de edad .....	21
<i>Figura 6.</i> Influencia del concreto reciclado incorporado al agregado grueso en la $f'c$ a los 28 días de edad .....	22
<i>Figura 7.</i> Resumen de $f'c$ en las edades 7, 14 y 28 días con el 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de concreto reciclado incorporado al agregado grueso .....	23
<i>Figura 8.</i> Contrastación de hipótesis N° 1 .....	25
<i>Figura 9.</i> Contrastación de hipótesis N° 2 .....	27
<i>Figura 10.</i> Contrastación de hipótesis N° 3 .....	29
<i>Figura 11.</i> Contrastación de hipótesis N° 4 .....	31



## RESUMEN

El estudio desarrollado en la tesis propone y plantea el uso del concreto reciclado proveniente de residuos de construcción en mezclas de concreto incorporado al agregado grueso en proporciones del 25%, 50%, 75% y 100% en peso. Cumpliendo con las especificaciones granulométricas del agregado grueso según la norma ASTM C-33 para el adecuado comportamiento del concreto.

El objetivo general de la tesis fue determinar la influencia de las características mecánicas del concreto reciclado incorporado al agregado grueso en la resistencia a la compresión del concreto para elementos estructurales de edificaciones en la ciudad de Juliaca, donde se determinaron las propiedades físicas de absorción, peso específico y desgaste del agregado grueso incorporado con concreto reciclado y las propiedades mecánicas de resistencia a compresión del concreto endurecido con el concreto reciclado.

Para conocer las propiedades físico-mecánicas del concreto reciclado proveniente de residuos de construcción en el concreto, se elaboraron briquetas para las edades de 7, 14 y 28 días calendarios, realizando 3 briquetas por edad para cada propiedad mecánica del concreto, considerando el diseño de mezcla de 210kg/cm<sup>2</sup>.

Los resultados de la investigación de la influencia del concreto reciclado proveniente de residuos de construcción en las propiedades físico-mecánicas del concreto son: La absorción con el 0%, 25%, 50%, 75% y 100% es 1.92%, 2.54%, 3.09%, 3.65% y 4.27%. El porcentaje de desgaste con el 0%, 25%, 50%, 75% y 100% es 18.3%, 23.08%, 27.18%, 31.72%, 36.68%. Y el peso específico con el 0%, 25%, 50%, 75% y 100% es 2.54 gr/cm<sup>3</sup>, 2.51gr/cm<sup>3</sup>, 2.46 gr/cm<sup>3</sup>, 2.43 gr/cm<sup>3</sup>, 2.39 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente.

La resistencia a la compresión: con el 0%, 25%, 50%, 75% y 100% es 217.98kg/cm<sup>2</sup>, 210.65kg/cm<sup>2</sup>, 203.76 kg/cm<sup>2</sup>, 196.22 kg/cm<sup>2</sup> y 181.91 kg/cm<sup>2</sup>.

Las conclusiones a los que se llegaron fueron: el porcentaje de absorción y el porcentaje de desgaste del agregado grueso incorporado con el concreto

reciclado incrementan sus valores a mayores contenidos de concreto reciclado. Mientras que el peso específico del agregado grueso incorporado con concreto reciclado disminuye a mayor adición de concreto reciclado. La resistencia a la compresión de concreto presentó una tendencia polinómica de 3er grado alcanzando su máximo valor con el 0%, llegando a 217.98kg/cm<sup>2</sup> (103.8% de  $f_c$ ), y el mínimo con el 100% de incorporación de concreto reciclado.

**Palabras clave:** propiedades físico-mecánicas, resistencia a la compresión, porcentaje de desgaste concreto reciclado, concreto.

## ABSTRACT

The study developed in the thesis proposes and proposes the use of recycled concrete from construction waste in concrete mixtures incorporated into the coarse aggregate in proportions of 25%, 50%, 75% and 100% by weight. Complying with the granulometric specifications of the coarse aggregate according to the ASTM C-33 standard for the proper behavior of the concrete.

The general objective of the thesis was to determine the influence of the mechanical characteristics of the recycled concrete incorporated into the coarse aggregate in the compressive strength of concrete for structural elements of buildings in the city of Juliaca, where the physical properties of absorption, weight were determined specific and wear of the coarse aggregate incorporated with recycled concrete and the mechanical properties of compressive strength of hardened concrete with recycled concrete.

To know the physical-mechanical properties of recycled concrete from construction waste in the concrete, briquettes were made for the ages of 7, 14 and 28 calendar days, making 3 briquettes by age for each mechanical property of the concrete, considering the design of mix of 210kg / cm<sup>2</sup>.

The results of the investigation of the influence of recycled glass from construction waste on the physico-mechanical properties of concrete are: Absorption with 0%, 25%, 50%, 75% and 100% is 1.92%, 2.54% , 3.09%, 3.65% and 4.27% .The percentage of wear with 0%, 25%, 50%, 75% and 100% is 18.3%, 23.08%, 27.18%, 31.72%, 36.68% .And the specific weight with 0%, 25%, 50%, 75% and 100% is 2.54 gr / cm<sup>3</sup>, 2.51 gr / cm<sup>3</sup>, 2.46 gr / cm<sup>3</sup>, 2.43 gr / cm<sup>3</sup>, 2.39 gr / cm<sup>3</sup> respectively.

The resistance to compression: with 0%, 25%, 50%, 75% and 100% is 217.98kg / cm<sup>2</sup>, 210.65kg / cm<sup>2</sup>, 203.76 kg / cm<sup>2</sup>, 196.22 kg / cm<sup>2</sup> and 181.91 kg / cm<sup>2</sup>. The resistance to bending of concrete: with 0%, 30%, 60% and 100% is 66.35kg / cm<sup>2</sup>, 62.51kg / cm<sup>2</sup>, 61.66kg / cm<sup>2</sup> and 57.31kg / cm<sup>2</sup>. The modulus of elasticity with 0%, 30%, 60% and 100% is 9460.40MPa, 9047.29MPa, 9066.28MPa and 9152.86MPa respectively.

The conclusions reached were: the percentage of absorption and the percentage of wear of the coarse aggregate incorporated with the recycled concrete increase their values to higher contents of recycled concrete. While the specific weight of the coarse aggregate incorporated with recycled concrete decreases to greater addition of recycled concrete. The resistance to compression of concrete presented a polynomial tendency of 3rd degree reaching its maximum value with 0% and the minimum with 100% incorporation of recycled concrete.

**Keywords:** physical-mechanical properties, resistance to compression, percentage of concrete recycled wear, concrete.

## I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de los años, el concepto de construcción sostenible ha ido tomando fuerza frente a una necesidad imperante de aprovechar los materiales de construcción de manera adecuada. Si bien, en muchos países considerados de primer mundo existen estudios de gran significancia y, por lo tanto, normativas sobre el uso del concreto reciclado como agregado para producción de concreto fresco; lamentablemente en el Perú aún no se cuenta con un avance significativo al respecto. El concreto es de gran importancia para las diferentes edificaciones, por ello está en constante innovación en cuanto a funciones, normas y técnicas; teniendo como objetivo primordial un diseño de mezcla de concreto eficiente, que brinde seguridad en cuanto a su resistencia.

La incorporación de diferentes materiales reciclados al diseño de mezcla del concreto se utilizó desde hace varios años, ya que la tecnología del reciclaje puede ser direccionada para mejorar las propiedades del concreto, incrementando así la calidad de las construcciones y generando al mismo tiempo la reducción considerable de la contaminación ambiental. El concreto de desecho origina tanto agregados finos como gruesos, cuyo potencial de uso es de gran diversidad en diferentes obras. Para la elaboración del concreto reciclado se debe contar con maquinaria especial que triture los desechos de demolición y genere un nuevo agregado con una variedad de granulometría adecuada para cada uso específico al que vaya a ser destinado.

Esta tesis denominada “Análisis de las Características Mecánicas del Concreto Incorporando Agregado de Concreto Reciclado en la Ciudad de Juliaca – 2021”, consideró el beneficio ambiental, técnico y económico para la sociedad mediante el reciclaje del concreto, ya que es importante impulsar el concepto de ingeniería sostenible en el sector de construcción del país, mediante la propuesta de prácticas sostenibles en la construcción de edificaciones. Estas prácticas se enfocan en introducir el concreto reciclado en elementos estructurales de una construcción para el beneficio del costo de producción

Teniendo como objetivo general determinar la influencia de las características mecánicas del concreto reciclado incorporado al agregado grueso en la

resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Juliaca, además de los objetivos específicos: Determinar la varianza en el porcentaje de absorción de agua del concreto reciclado incorporado al agregado grueso; determinar la diferencia en el peso específico del concreto reciclado incorporado al agregado grueso; y determinar la influencia en el porcentaje de desgaste del concreto reciclado.

Para alcanzar los objetivos propuestos, se realizaron ensayos del concreto con incorporación de concreto reciclado como agregado grueso en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%, respectivamente.

Según ese planteamiento, se propuso la siguiente hipótesis general: El concreto reciclado incorporado al agregado grueso, en función a sus características mecánicas, disminuirá la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Juliaca. Así como las siguientes hipótesis específicas: el concreto reciclado aumenta de una manera considerable la cantidad de agua en la absorción del agregado grueso; el concreto reciclado disminuye de una manera considerable el peso específico del agregado grueso; y el concreto reciclado aumenta de una manera considerable el porcentaje de desgaste del agregado grueso

## II. MARCO TEÓRICO

### 21 Antecedentes de la investigación

Según (Ebrahim y Behiry 2013, p. 267) la fabricación de hormigones con agregados reciclados procedentes de concreto reciclado no es un hecho reciente, sino que se ha potenciado en los últimos años por las indicadas razones económico-medioambientales.

En las últimas décadas, los materiales novedosos han sido objeto de una amplia investigación con el fin de reducir las emisiones de efecto invernadero en actividades de ingeniería civil (Van Dao et al. 2016, p. 1). Además, se debe de realizar un desarrollo de tecnología, de manera oportuna y adecuada, que pueda permitir que el concreto sea optimizado tanto en sus características mecánicas como en las plásticas. (Armas 2016, p.2)

#### 21.1 Antecedente número 01

(Albújar Barredo 2014) parte de la interrogante ¿es posible el uso del concreto de los desechos de construcción para la elaboración de concretos?, y con el objetivo de probar la utilidad de este material se planteó la hipótesis que; “el comportamiento del concreto usando agregado reciclado es similar al de un concreto convencional” y en consecuencia es factible su uso para la elaboración de concretos. Tomando en cuenta lo anterior, el presente estudio propone incorporar agregado reciclado en mezclas de concreto, con objetivos de reciclar material de construcción (concreto) y encontrarle un uso sostenible. Para contrastar esta premisa fue necesario evaluar el comportamiento del concreto al sustituir el agregado natural por agregado reciclado; observando los cambios que se producen en la trabajabilidad, cohesión y resistencia a la compresión del concreto.

El método considerado para el uso del agregado reciclado consistió en producir mezclas de concreto con la inclusión o incorporación de diversos porcentajes que reemplazaron el agregado grueso natural por agregado grueso

reciclado reemplazos del orden del 25%, 50%, 75% y 100%. Además, se evaluó la resistencia a la compresión a los 7, 14, 28 y a los 60 días de edad.

Como resultado de los ensayos de laboratorio se obtuvo valores aceptables que superaron las expectativas de la investigación. Quedando demostrado que si es factible el uso del concreto reciclado para la elaboración de concretos. En base a ello se propone elaborar concretos con agregado reciclado para construir losas de bajo volumen de tránsito y veredas, sardineles, cercos perimétricos, entre otros. Con esto no solo se contribuye a una mejora medioambiental sino también contribuye a dar soluciones novedosas que optimicen los recursos económicos.

### **2.1.2 Antecedente número 02**

(Pickel 2014) refiere que el agregado de concreto reciclado es un material de construcción, el cual está siendo usado cada vez más en la construcción canadiense. Los beneficios ambientales del uso de este tipo de concreto han sido identificados por la industria y las agencias gubernamentales.

En esta investigación fueron utilizadas dos tipos de Agregado de concreto reciclado, uno de alta calidad y el otro de baja calidad. Estos fueron comparados con un agregado natural, el cual sirvió como la muestra control. Los niveles relativos de humedad en los dos tipos de agregado de concreto reciclado estuvieron entre 85%-93%. Este comportamiento indica que no se comportarían igual en un proceso de curado interno.

Dentro del concreto, los niveles de saturación del agregado de concreto reciclado fueron 0%, 60% y 100% de su capacidad de absorción completa. Las mezclas fluctuaron entre 30%-100% de agregado de concreto reciclado del volumen completo de agregado.

Cuando se compararon ambos tipos de agregados ( el agregado natural con el agregado de concreto reciclado) se encontró que los agregados de concreto reciclado saturado presentaban beneficios en cuanto a la resistencia a la compresión. Sin embargo, en la mezcla de 30% no hubo cambios significativos en la resistencia a la compresión.



## 2.2 Marco teórico

(Aliabdo et al. 2016) refiere que el concreto es el material de construcción primario más utilizado a nivel mundial. Cerca de 800 millones de toneladas de concreto fueron producidas en Estados Unidos en el año 2007, y el consumo a nivel mundial fue estimado en 11 billones de toneladas, o aproximadamente 1.7 toneladas por cada ser humano viviente (Naik 2005, p. 56-59). Además, una de las industrias más contaminantes del planeta es la de la construcción, ya que su producción genera cantidades masivas de desechos a consecuencia de la demolición de edificaciones antiguas o la construcción de nuevas (Méndez et al. 2010, p. 37)

Existen varios estudios con el objetivo de mitigar los efectos de la contaminación ambiental y reducir el costo de la ejecución de obras, han puesto en evidencia el impacto positivo de la utilización de desechos de la construcción por su incorporación como alternativa a los agregados del concreto, de esta forma se reduce el volumen que existía en botaderos y otros lugares que son destino final de dichos escombros. (Xuan, Molenaar y Houben 2015) (Woolley 1994) (Arulrajah et al. 2014) (Arshad y Ahmed 2017) (Abu y Behiry 2013).

En las principales ciudades hay un aumento en las cantidades de residuos de construcción y demolición que provocan un efecto adverso en el medio ambiente (Wagih et al. 2013, p. 178). Los países considerados tercermundistas tienden a generar más desechos, a pesar de que tengan un importante valor económico debido a la falta de industrias que se ocupen de tratar dichos residuos, generando efectos ambientales negativos al no reutilizar e incrementar el consumo de energía. (Ferney y Builes-jaramillo 2018, p. 80)

En muchos países se han dado grandes avances en el estudio del concreto reciclado, lo cual ha permitido la elaboración de normas para su posterior aplicación como material de construcción para la elaboración de concreto nuevo (Kazemi 2012, p. 56); pero lamentablemente en Perú aún no se cuenta con un avance significativo al respecto.

La limitación al porcentaje de agregado de concreto que se recomienda utilizar, así como las especificaciones que se exijan en cuanto a su calidad y uniformidad, van a permitir garantizar un concreto con agregado de concreto reciclado cuyas propiedades no difieran sustancialmente de las de un concreto convencional(Dao et al. 2019, p. 2). Así mismo, se deben tener en cuenta los requisitos que debe cumplir un agregado, tales como, ser químicamente estable, poseer adecuadas resistencias mecánicas y tener buena adherencia con la pasta.(Gottfredsen 1993, p. 114)

a) Efecto de los agregados gruesos y finos en el concreto.

El agregado es el material granular de diferente forma y volumen, generalmente inerte y que tiene dimensiones y propiedades compatibles para su uso en la construcción (Alves et al. 2019).

(Kosmatka et al. 2004, p. 62) Coinciden en que el concreto es óptimo cuando las características de sus agregados, en cuanto a forma y granulometría (tamaños) es la adecuada, esto se explica porque deben acomodarse y así lograr una mayor densidad. Según varios autores, las diferentes características físicas y mecánicas de los agregados (como la forma, la absorción, la textura y la granulometría) afectan en gran medida a la trabajabilidad (Al Saffar et al. 2020, p. 16). (Alves 2014)plantea que el porcentaje de absorción de los agregados es la característica más influyente en la trabajabilidad del concreto, debido a que el agregado absorbe el agua de forma directa en el proceso de mezclado, por lo tanto, la mezcla del concreto se vuelve menos fluida lo que se traduce en una trabajabilidad menor.

(Portugal 2007)afirma que es posible que exista cierta relación entre la absorción que tendrá el agregado y la hidratación que necesita el cemento debido a la producción de calor que realiza el concreto. Así, el requerimiento de agua se ve afectado por lo siguiente:

1. Tamaño Máximo
2. Granulometría
3. Pureza

4. Forma
5. Textura

(Pinheiro 2016, p. 21) expresa que para obtener una trabajabilidad y consistencia adecuada se debe combinar porcentajes bajos de absorción y agregados con una forma que permita una acomodación entre partículas que haga el concreto más denso. En cuanto a la forma de los agregados, es evidente que esta relacionada directamente con la manejabilidad del concreto en estado fresco, siendo las formas más usuales, las siguientes:

1. Irregular
2. Esférica
3. Tubular
4. Prismática

Los principales desafíos en el uso de materiales reciclados como sustitutos en el concreto, como lo observado por estudios previos (Elaqra y Rustom, 2018), (Jubeh et al., 2019); (Mousa et al., 2017); (Tayeh 2018); (Tayeh y col. 2013); (Wang & Huang 2010), están representados por los siguientes términos: cantidad de impurezas, cantidad de agregado a reemplazar, contenido de agua para la trabajabilidad deseada y la activación de materiales inertes.

#### a) Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión se mide rompiendo briquetas, que son probetas cilíndricas de concreto, en una máquina de ensayos de compresión, de esta manera la resistencia a la compresión es calculada a partir de la carga de ruptura dividida entre el área de la sección que resiste a la carga y se reporta en megapascales (MPa) en unidades SI (Cottier 1995). Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión se usan fundamentalmente para determinar que la mezcla de concreto suministrada cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada,  $f'c$ , del proyecto (Shetty 2013, p. 3). (Castro 2007, p. 98).

El módulo de elasticidad del hormigón representa la rigidez de este material ante una carga impuesta sobre el mismo (Agudelo 2003). El ensayo para la

determinación del módulo de elasticidad estático del concreto se hace por medio de la Norma la ASTM C 469 y tiene como principio la aplicación de carga estática y de la correspondiente deformación unitaria producida(Silva, Brito y Dhir 2014, p. 209).

b) Peso específico

(Santa Cruz 2013, p 37), asegura que esta en relación al volumen, y que es de gran importancia para la producción del concreto debido a que, en relación a éste se puede determinar un diseño de mezcla de concreto que cumpla con los parámetros de calidad que exija el proyecto. Entonces, es mejor contar con materiales que tengan un valor alto o al menos lo más alto posible para que el concreto tenga un comportamiento mejor.

c) Índice de absorción

(Mego 2018, p 38) menciona que el índice de absorción hace que los agregados aumenten su peso por su porosidad, permeabilidad y otras características, el porcentaje de absorción es la capacidad máxima de que los agregados puedan absorber o incorporarse de agua logrando saturarse por completo. Este índice tiene mucha importancia a la hora de diseñar la mezcla de concreto ya que la cantidad de agua de la mezcla va a reducirse afectando la trabajabilidad si es que no se hacen las correcciones pertinentes.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de la investigación

##### Tipo de investigación:

Corresponde a la investigación aplicada.

##### Diseño de investigación:

El diseño de investigación de esta tesis corresponde al diseño experimental, ya que el investigador manipuló las condiciones del experimento al tratar de causar algún cambio en las mismas. En este caso, al dosificar en diferentes porcentajes (0%, 25%,50%,75% y 100%) de concreto reciclado en el agregado grueso.

#### 3.2 Variables y operacionalización

3.2.1 Variable independiente : Agregado reciclado.

3.2.2 Variable dependiente: Resistencia a la compresión del concreto.

#### 3.2.3 Operacionalización

Tabla 1. Cuadro de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>1.- VARIABLE INDEPENDIENTE</b>  Agregado de concreto reciclado	Pickel (2014) refiere que el agregado de concreto reciclado es un material de construcción, el cual está siendo usado cada vez más en la construcción por razones económico-medioambientales.	Porcentaje del peso de agregado grueso	• Peso	Kilogramos
<b>2.- VARIABLE DEPENDIENTE</b>  Resistencia Del Concreto En Elementos estructurales	La resistencia a la compresión es calculada a partir de la carga de ruptura dividida entre el área de la sección que resiste a la carga y se reporta en megapascuales (MPa) en unidades SI. Se mide rompiendo briquetas, que son probetas cilíndricas de concreto, en una máquina de ensayos de compresión (Cottier, 1995).	Ensayo de resistencia a la compresión	• Fuerza/ Área	Kg/cm 2

Fuente: Elaboración propia

### **3.3 Población y muestra**

Dentro de la población se consideran los desechos de concreto de todas las obras de edificaciones y otras obras civiles existentes en el distrito de Juliaca.

Se tomará un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando como mínimo 3 probetas por indicador como indica la norma para cumplimiento de los estándares de calidad. Por lo desarrollado en el muestreo no probabilístico, se calculó 45 probetas en general, las cuales cumplen con las exigencias de la norma. Dentro de las 45 probetas, se consideran 9 probetas para cada uno de los porcentajes de incorporación del agregado de concreto reciclado ( 0%, 25%, 50%, 75% y 100%).

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.2.1 Técnicas**

Fichaje, análisis de contenidos, cuadros estadísticos y ensayos de laboratorio.

#### **3.2.2 Instrumentos**

Ficha de investigación, probetas cilíndricas, cono de Abram, tamices, máquina de los ángeles, software y otros.

### **3.5 Procedimientos**

#### **3.3.1 Agregado utilizado en la investigación**

Los agregados usados para la elaboración de este concreto han sido producto de la extracción de una cantera de agregados llamada Unocolla, cuya ubicación geográfica es por la salida que lleva a lampa desde la ciudad de Juliaca.

El puente UNOCOLLA es la ubicación de una de las canteras de agregados que se usan para construir edificaciones en la ciudad de Juliaca, además de ser recomendada por sus propiedades mecánicas. Es una cantera

natural de hormigón que dentro de su composición incluye agregados gruesos y finos.

Después de que se seque al aire libre, se ha hecho pasar por el tamiz N° 4 para hacer la separación del agregado fino del agregado grueso, para su posterior análisis.

Además, el cemento utilizado fue el estándar utilizado en la región con un peso de 42.5 kilogramos por bolsa.

### **3.3.2 Concreto reciclado utilizado en la investigación**

El concreto fue reciclado de las construcciones en demolición y construcciones en modificación, donde quedan desechos que no tienen uso ni utilidad alguna, reciclando en las diferentes partes de la ciudad de Juliaca como se pueda apreciar en las fotografías del panel fotográfico

### **3.3.3 Triturado del concreto reciclado**

Según (Arriaga, 2013) para obtener el agregado grueso proveniente del concreto reciclado se debe diferenciar entre dos principales fuentes que son asociadas a los desechos del mismo proceso de construcción y a los desechos de la demolición de construcciones que ya existían; dicho origen provoca diversas características en el agregado que están firmemente relacionadas a la cantidad de agua que se incluye en el concreto y a su forma de envejecer, cuya presencia siempre se debe de tomar en cuenta a la hora de usar concreto reciclado como material de construcción.

### **3.3.4 Mezcla de concreto**

Para la dosificación de los componentes del concreto se utilizó el método ACI considerando una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Entonces, después de la aplicación del método de diseños de Mezclas ( Veáse en los Anexos) se pudo llegar a la siguiente tabla de dosificación:

**Tabla 2.** Dosificación de materiales para el diseño de mezclas

MATERIALES	DOSIFICACION EN PESO SECO	PROPORCION EN VOLUMEN	DOSIFICACION EN PESO HUMEDO	PROPORCION EN VOLUMEN
	(Kg/m3)	PESO SECO	(Kg/m3)	PESO HUMEDO
Cemento	351	1.00	351	1.00
Agua	193	0.55	170	0.49
Agreg. Grueso	1037	2.95	1071	3.05
Agreg. Fino	660	1.88	691	1.97
Aire	1.5 %		1.5 %	

*Fuente: Elaboración propia*

Teniendo las diferentes dosis para un diseño de mezcla para una resistencia a la compresión de 210kg/cm<sup>2</sup>, con el 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de concreto reciclado incorporado al agregado grueso, lo primero que se hace es pesarlo en la balanza.

El mezclado del concreto se hizo de forma manual, en el que se tomó a una carretilla como recipiente movable con la ayuda de una herramienta manual, denominada pala. Entonces, de acuerdo al volumen de la carretilla, se produjeron 3 briquetas por tanda. También se utilizaron otras herramientas y materiales que se detallan a continuación

**Tabla 3.** Herramientas y materiales utilizadas en la mezcla

Herramientas	Materiales
Carretilla	Agregado fino y grueso
Pala	Cemento
Bandejas metálicas	Agua
Balanza	Concreto reciclado triturado

*Fuente: Elaboración propia*

### **Proceso de elaboración del mezclado del concreto con el 0% de concreto reciclado**

1. Los agregados son mezclados con la cantidad necesaria del cemento durante unos minutos, cabe resaltar que la mezcla es en seco.



2. Se echa la cantidad de agua medida en tres tandas, cada tanda en un determinado tiempo y se mezcla por tres a cuatro minutos, por lo que el tiempo de mezclado sería de nueve a doce minutos.
3. Cuando se termina el tiempo total de mezclado, se coloca la pasta en los moldes de briquetas.

#### **Proceso de elaboración con el 25%, 50% y 75% de concreto reciclado**

1. Se mezclan los porcentajes establecidos, en peso, de concreto reciclado granulométricos de concreto reciclado triturado y el agregado grueso en seco.
2. Los agregados mezclados con el concreto reciclado son mezclados con la cantidad necesaria del cemento durante unos minutos, cabe resaltar que la mezcla es en seco.
3. Se echa la cantidad de agua medida en tres tandas, cada tanda en un determinado tiempo y se mezcla por tres a cuatro minutos, por lo que el tiempo de mezclado sería de nueve a doce minutos
4. Cuando se termina el tiempo total de mezclado, se coloca la pasta en los moldes de briquetas.

#### **Proceso de elaboración con el 100% de concreto reciclado**

1. Se mezcla el total de concreto reciclado como agregado grueso y el agregado fino en seco.
2. Los agregados mezclados con el concreto reciclado son mezclados con la cantidad necesaria del cemento durante unos minutos, cabe resaltar que la mezcla es en seco.
3. Se echa la cantidad de agua medida en tres tandas, cada tanda en un determinado tiempo y se mezcla por cuatro a cinco minutos, por lo que el tiempo de mezclado sería de doce a quince minutos
4. Cuando se termina el tiempo total de mezclado, se coloca la pasta en los moldes de briquetas.

### 3.3.5 Colocación del concreto en los moldes de briquetas

Para la colocación del concreto en los moldes para la elaboración de briquetas se utilizaron las siguientes herramientas y materiales.

**Tabla 4.** Herramientas y materiales utilizadas para moldear las briquetas

Herramientas	Materiales
Moldes cilíndricos	Mezcla de concreto
Varilla de compactación	
Mazo de goma	Petróleo
Plancha y/o frotacho	

*Fuente: Elaboración propia*

Para colocar la mezcla en cada probeta, es necesario hacer:

1. Un ajuste de los pernos del molde de la briketa para asegurar el armazón.
2. Un embadurnamiento de las paredes de la briketera con petróleo.
3. El llenado del molde con la mezcla en tres capas equivalentes.
4. Una compactación de la mezcla con 25 golpes por cada capa , esto se realiza con la ayuda de la varilla metálica, para luego golpear los costados con el mazo de goma de 10-12 veces para que se compacte bien y se reduzcan los espacios vacíos.
5. Un enrasamiento de los excedentes de la mezcla en el molde cilíndrico ya que la superficie debe quedar lisa.

### 3.3.6 Desencofrado y curado de las briquetas

El desencofrado de las briquetas se hace al pasar las 24 horas. Luego, se trasladan hacia una piscina de curado que tenga el agua a una temperatura promedio de 22 , en la que las briquetas son sumergidas completamente bajo el agua.

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

Para el análisis de datos se utilizaron diferentes tablas de recolección de datos que fueron recolectados en cada ensayo efectuado, además se utilizó software como apoyo para facilitar el proceso y análisis de datos.

### **3.7 Aspectos técnicos**

Para el desarrollo de esta tesis, se tuvo en cuenta datos reales que fueron recolectados durante los ensayos, de tal manera que se garantizaba el diseño de mezclas de acuerdo a los parámetros establecidos por las normas y manuales vigentes.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Características físicas del concreto reciclado

#### 4.1.1 Absorción del agregado grueso mezclado

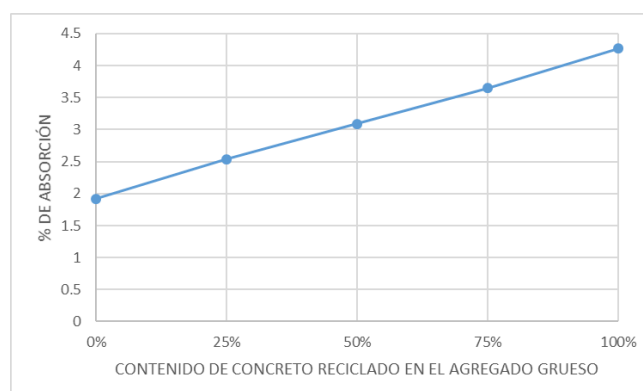
Cada resultado obtenido de los ensayos de absorción, son respaldados por la norma ASTM C-128, que es a la que se acoge el ensayo del picnómetro, con la influencia del 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de concreto reciclado incorporado al agregado grueso, dichos resultados se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 5.** % de absorción con el 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de concreto reciclado incorporado al agregado grueso

CONCRETO RECICLADO	AGREGADO GRUESO	%
0%	100%	1.92
25%	75%	2.54
50%	50%	3.09
75%	25%	3.65
100%	0%	4.27

*Fuente: Elaboración propia*

En la figura N° 1 se muestra la influencia del 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de concreto reciclado incorporado al agregado grueso en la absorción. Mostrando como aumentan los porcentajes de absorción cuando se le incorpora los porcentajes de concreto reciclado al agregado grueso en cada ensayo.



**Figura 1.** % de absorción del agregado grueso incorporado con el 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de concreto reciclado

#### 4.1.2 Peso específico del agregado grueso mezclado

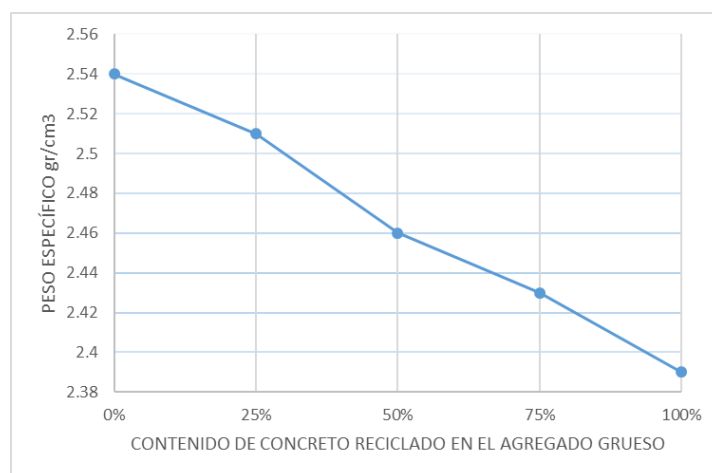
Los resultados del peso específico fueron obtenidos según el ensayo de del picnómetro que está bajo la norma ASTM C-128, con la influencia del 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de concreto reciclado incorporado al agregado grueso.

**Tabla 6.** Peso específico con el 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de concreto reciclado incorporado al agregado grueso

CONCRETO RECICLADO	AGREGADO GRUESO	PESO ESPECÍFICO
0%	100%	2.54
25%	75%	2.51
50%	50%	2.46
75%	25%	2.43
100%	0%	2.39

*Fuente: Elaboración propia*

En la figura N°2 se muestra la influencia del 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de concreto reciclado incorporado al agregado grueso en la absorción. Mostrando como aumentan los porcentajes de absorción cuando se le incorpora los porcentajes de concreto reciclado al agregado grueso en cada ensayo.



**Figura 2.** % de absorción del agregado grueso incorporado con el 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de concreto reciclado

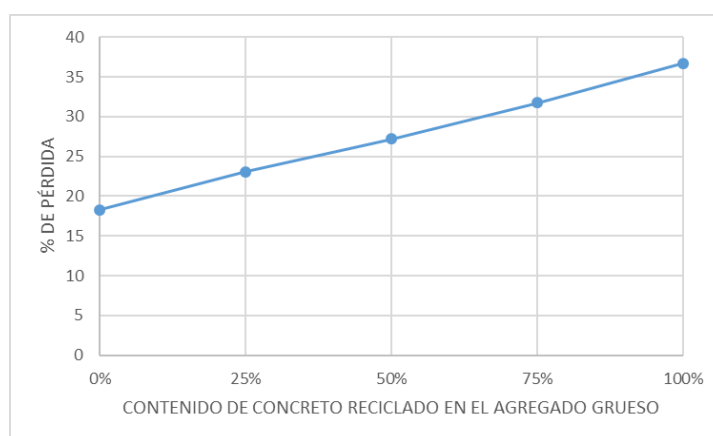
### 4.1.3 Abrasión los ángeles o resistencia al desgaste

Los resultados del porcentaje de desgaste se consiguieron con los procedimientos hallados en la norma MTC E-207 mediante el ensayo de Abrasión los Ángeles del agregado grueso, incorporado con el 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de concreto reciclado, como se muestran en la tabla N°3.

**Tabla 7.** % de pérdida del agregado grueso incorporado con 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de concreto reciclado

CONCRETO RECICLADO	AGREGADO GRUESO	%
0%	100%	18.30
25%	75%	23.08
50%	50%	27.18
75%	25%	31.72
100%	0%	36.68

*FUENTE: Elaboración propia*



**Figura 3.** % de pérdida del agregado grueso incorporado con el 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de concreto reciclado

En la figura N°3 se mostró la influencia del 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de concreto reciclado incorporado al agregado grueso en la resistencia al desgaste, se aprecia que el porcentaje de pérdida se incrementa cuando se le incorpora los porcentajes de concreto reciclado al agregado grueso en cada ensayo.

## 4.2 Resistencia a compresión

La resistencia a la compresión se midió respetando los procedimientos de la NTP 339.034. Se compara la resistencia a la compresión de diseño que fue 210 kg/cm<sup>2</sup>, con la resistencia obtenida en cada una de las mezclas del agregado grueso que está incorporado con el 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de concreto reciclado en peso, para las edades de 7, 14, 28 días.

### A. Resultado de f'c a los 7 días de edad

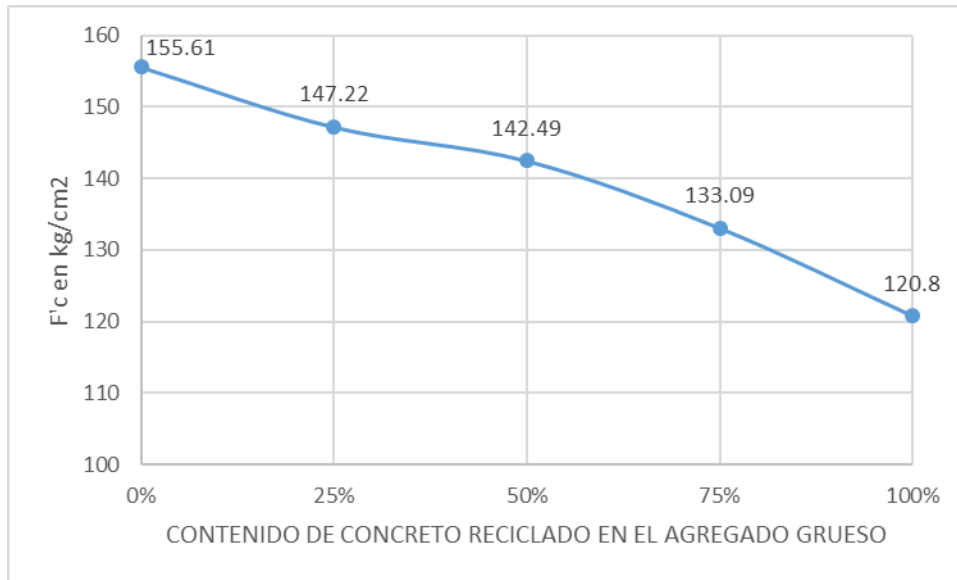
El resultado de los 7 días de edad, para cada mezcla de 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de concreto reciclado en peso, con su comparación respectiva, se aprecia en la siguiente tabla.

**Tabla 8.** Resumen de f'c a los 7 días con el 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de concreto reciclado incorporado al agregado grueso

Mezcla de concreto	N° Probeta	7 días de edad			
		Esfuerzo de Rotura	Promedio de Esfuerzo de Rotura	f'c	%
		kg/cm <sup>2</sup>		kg/cm <sup>2</sup>	
0% Concreto reciclado Mezcla estándar	1	156.75	155.61	210	74.1
	2	152.05			
	3	158.02			
25% Concreto reciclado Incorporado al Agregado Grueso	1	147.11	147.22	210	70.1
	2	145.87			
	3	148.69			
50% Concreto reciclado Incorporado al Agregado Grueso	1	143.93	142.49	210	67.9
	2	141.32			
	3	142.23			
75% Concreto reciclado Incorporado al Agregado Grueso	1	133.52	133.09	210	63.4
	2	134.01			
	3	131.76			
100% Concreto reciclado Incorporado al Agregado Grueso	1	118.93	120.80	210	57.5
	2	123.23			
	3	120.26			

FUENTE: Elaboración propia

Además, de manera gráfica se tiene:



*Figura 4.* Influencia del concreto reciclado incorporado al agregado grueso en la  $f'c$  a los 7 días de edad

### B. Resultado de $f'c$ a los 14 días de edad

El resultado de los 14 días de edad, para cada mezcla de 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de concreto reciclado en peso, con su comparación respectiva, se aprecia en la siguiente tabla.

**Tabla 9.** Resumen de  $f'c$  a los 14 días con el 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de concreto reciclado incorporado al agregado grueso

Mezcla de concreto	N° Probeta	14 días de edad			
		Esfuerzo de Rotura kg/cm <sup>2</sup>	Promedio de Esfuerzo de Rotura	$f'c$ kg/cm <sup>2</sup>	%
0% Concreto reciclado Mezcla estándar	1	195.96	196.67	210	93.7
	2	198.43			
	3	195.61			
25% Concreto reciclado Incorporado al Agregado Grueso	1	190.65	189.53	210	90.3
	2	189.05			
	3	188.89			
50% Concreto reciclado Incorporado al Agregado Grueso	1	184.69	183.19	210	87.2
	2	183.39			
	3	181.49			
75% Concreto reciclado	1	177.01	175.38	210	83.5



Mezcla de concreto	N° Probeta	14 días de edad			%
		Esfuerzo de Rotura kg/cm <sup>2</sup>	Promedio de Esfuerzo de Rotura	f'c kg/cm <sup>2</sup>	
Incorporado al Agregado Grueso	2	175.66			
	3	173.47			
100% Concreto reciclado Incorporado al Agregado Grueso	1	159.48	159.83	210	76.1
	2	160.43			
	3	159.56			

FUENTE: Elaboración propia

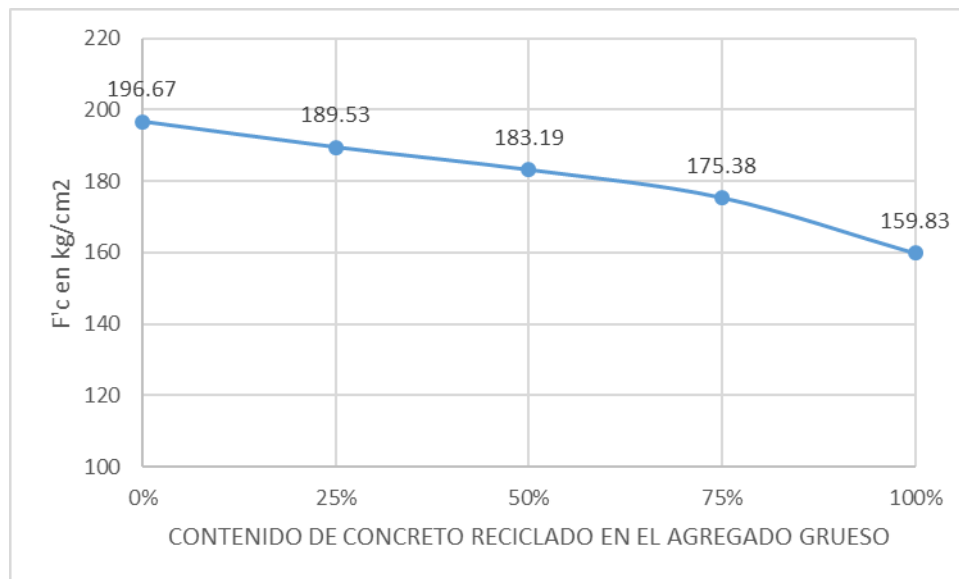


Figura 5. Influencia del concreto reciclado incorporado al agregado grueso en la f'c a los 7 días de edad

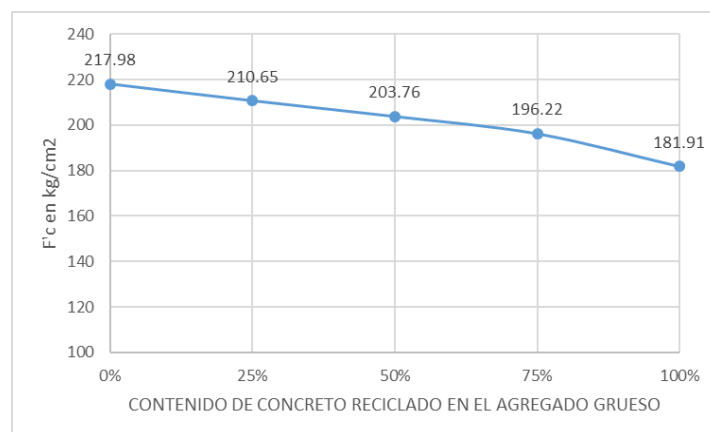
### C. Resultado de f'c a los 28 días de edad

El resultado de los 28 días de edad, para cada mezcla de 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de concreto reciclado en peso, con su comparación respectiva, se aprecia en la siguiente tabla.

**Tabla 10.** Resumen de  $f'c$  a los 28 días con el 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de concreto reciclado incorporado al agregado grueso

Mezcla de concreto	N° Probeta	28 días de edad			
		Esfuerzo de Rotura kg/cm <sup>2</sup>	Promedio de Esfuerzo de Rotura	$f'c$ kg/cm <sup>2</sup>	%
0% Concreto reciclado Mezcla estándar	1	217.17	217.98	210	103.8
	2	216.28			
	3	220.49			
25% Concreto reciclado Incorporado al Agregado Grueso	1	213.34	210.65	210	100.3
	2	210.21			
	3	208.41			
50% Concreto reciclado Incorporado al Agregado Grueso	1	204.07	203.76	210	97.0
	2	203.11			
	3	204.10			
75% Concreto reciclado Incorporado al Agregado Grueso	1	198.76	196.22	210	93.4
	2	196.27			
	3	193.62			
100% Concreto reciclado Incorporado al Agregado Grueso	1	180.06	181.91	210	86.6
	2	184.01			
	3	181.65			

FUENTE: Elaboración propia



**Figura 6.** Influencia del concreto reciclado incorporado al agregado grueso en la  $f'c$  a los 28 días de edad

En la figura N°7 se aprecia el comportamiento en cuanto a la resistencia a la compresión del concreto a los 7, 14 y 28 días de edad, considerando la influencia del 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de concreto reciclado incorporado al agregado grueso.

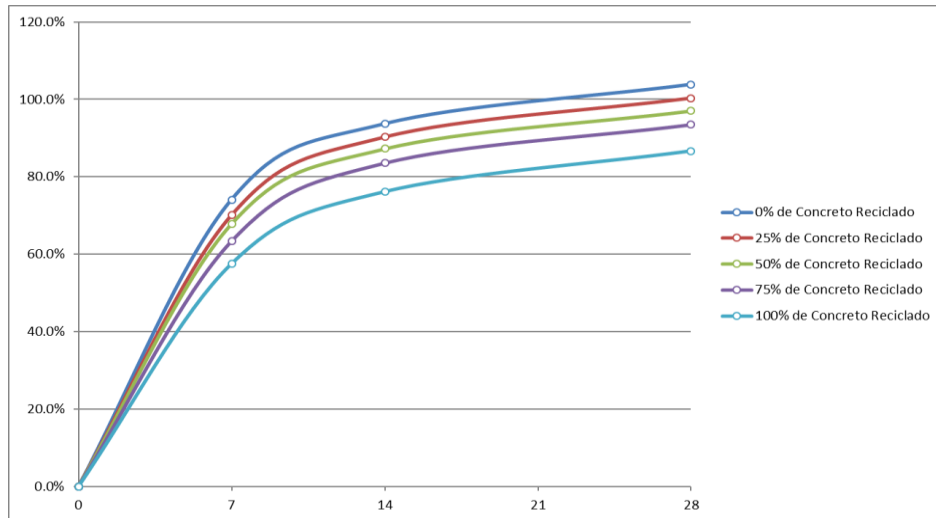


Figura 7. Resumen de  $f'c$  en las edades 7, 14 y 28 días con el 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de concreto reciclado incorporado al agregado grueso

### 4.3 Contrastación de hipótesis

Para realizar la contrastación de hipótesis se tomó en consideración el método estadístico de comparación de medias con T-Student para muestras independientes, ya que es un tipo de prueba que mide los aspectos cuantitativos de los resultados obtenidos en los diferentes ensayos y, también mide la influencia que tiene una de las variables de estudio sobre la otra variable.

#### 4.3.1 Contrastación de hipótesis (a)

Hipótesis general: El concreto reciclado incorporado al agregado grueso, en función a sus características mecánicas, disminuirá la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Juliaca.

##### a. Planteamiento de hipótesis

Ho:  $\mu \geq 210 \text{ kg/cm}^2$  [No existe reducción en la resistencia a la compresión del concreto para el concreto reciclado incorporado al agregado grueso].

Ha :  $\mu < 210 \text{ kg/cm}^2$  [Existe un reducción en la resistencia a la compresión del concreto para el concreto reciclado incorporado al agregado grueso ]

Datos:

**Tabla 9.** Cálculo estadístico del contraste de prueba para la resistencia a la compresión del concreto

EDAD (DIAS)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN(Kg/cm <sup>2</sup> )			
	25% CONCRETO RECICLADO	50% CONCRETO RECICLADO	75% CONCRETO RECICLADO	100% CONCRETO RECICLADO
28 DIAS	213.34	204.07	198.76	180.06
	210.21	203.11	196.27	184.01
	208.41	204.1	193.62	181.65
<b>Media Arit.</b>	210.6533333	203.76	196.2166667	181.9066667
<b>n</b>	3	3	3	3
<b>S</b>	2.49	0.56	2.57	1.99
<b>t</b>	0.45	-19.19	-9.29	-24.48

*FUENTE: Elaboración propia*

## b. Puntos Críticos

Para este estudio, el nivel de error es del 5% y el nivel de confianza es del 95%

$$(\alpha = 5\% = 0.05)$$

**Tabla 10.** Tabla de distribución T de Student - Resistencia a la compresión del concreto

**Distribución T de Student**

k \ p	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	0,975	0,99	0,995	0,9995
1	0,158	0,325	0,510	0,727	1,000	1,38	1,96	3,078	6,314	12,71	31,8	63,7	637
2	0,142	0,289	0,445	0,617	0,816	1,06	1,39	1,886	2,920	4,30	6,96	9,92	31,6
3	0,137	0,277	0,424	0,584	0,765	0,978	1,25	1,638	2,353	3,18	4,54	5,84	12,9
4	0,134	0,271	0,414	0,569	0,741	0,941	1,19	1,533	2,132	2,78	3,75	4,60	8,61
5	0,132	0,267	0,408	0,559	0,727	0,920	1,16	1,476	2,015	2,57	3,36	4,03	6,86
6	0,131	0,265	0,404	0,553	0,718	0,906	1,13	1,440	1,943	2,45	3,14	3,71	5,96
7	0,130	0,263	0,402	0,549	0,711	0,896	1,12	1,415	1,895	2,36	3,00	3,50	5,40
8	0,130	0,262	0,399	0,546	0,706	0,889	1,11	1,397	1,860	2,31	2,90	3,36	5,04
9	0,129	0,261	0,398	0,543	0,703	0,883	1,10	1,383	1,833	2,26	2,82	3,25	4,78
10	0,129	0,260	0,397	0,542	0,700	0,879	1,09	1,372	1,812	2,23	2,76	3,17	4,59
11	0,129	0,260	0,396	0,540	0,697	0,876	1,09	1,363	1,796	2,20	2,72	3,11	4,44
12	0,128	0,259	0,395	0,539	0,695	0,873	1,08	1,356	1,782	2,18	2,68	3,06	4,32
13	0,128	0,259	0,394	0,538	0,694	0,870	1,08	1,350	1,771	2,16	2,65	3,01	4,22
14	0,128	0,258	0,393	0,537	0,692	0,868	1,08	1,341	1,761	2,14	2,62	2,98	4,14
15	0,128	0,258	0,393	0,536	0,691	0,866	1,07	1,337	1,753	2,13	2,60	2,95	4,07

FUENTE: (Llorente, 2010)

Valor crítico:

$$T_t = T_{n-1;1-\alpha} = T_{2;0.95} = -2.92$$

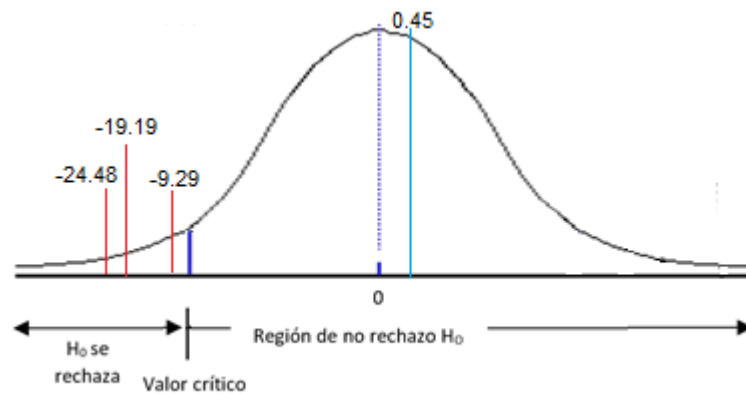


Figura 8. Contrastación de hipótesis N° 1

Las cifras que se han calculado fueron encontradas dentro de la zona de rechazo de la H<sub>0</sub>, a excepción del primero.

**c. Decisión:**

De acuerdo a los resultados, es posible asegurar que a mayor cantidad de porcentaje de concreto reciclado incorporado al concreto, la resistencia a la compresión disminuye.

#### 4.3.2 Contrastación de hipótesis (b)

Hipótesis específica 1: El concreto reciclado aumenta de una manera considerable la cantidad de agua en la absorción del agregado grueso.

##### a. Planteamiento de hipótesis

$H_0 : \mu \leq 1.92 \%$  [No existe aumento en la cantidad de agua en la absorción del agregado grueso].

$H_a : \mu > 1.92$  [Existe un aumento en la cantidad de agua en la absorción del agregado grueso ]

Datos:

**Tabla 11.** Cálculo estadístico del contraste de prueba para el % de absorción

CONCRETO RECICLADO	ABSORCIÓN %
25%	2.54
50%	3.09
75%	3.65
100%	4.27
<b>Media Arit.</b>	3.3875
<b>n</b>	4
<b>S</b>	0.74
<b>t</b>	3.95

*FUENTE: Elaboración propia*

##### b. Puntos Críticos

Para este estudio, el nivel de error es del 5% y el nivel de confianza es del 95%

$$(\alpha = 5\% = 0.05)$$

**Tabla 12.** Tabla de distribución T de Student - Porcentaje de absorción

k \ p	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.975	0.99	0.995	0.9995
1	0,158	0,325	0,510	0,727	1,000	1,38	1,96	3,078	6,314	12,71	31,8	63,7	637
2	0,142	0,289	0,445	0,617	0,816	1,06	1,39	1,886	2,920	4,30	6,96	9,92	31,6
3	0,137	0,277	0,424	0,584	0,765	0,978	1,25	1,638	2,353	3,18	4,54	5,84	12,9
4	0,134	0,271	0,414	0,569	0,741	0,941	1,19	1,533	2,132	2,78	3,75	4,60	8,61
5	0,132	0,267	0,408	0,559	0,727	0,920	1,16	1,476	2,015	2,57	3,36	4,03	6,86
6	0,131	0,265	0,404	0,553	0,718	0,906	1,13	1,440	1,943	2,45	3,14	3,71	5,96
7	0,130	0,263	0,402	0,549	0,711	0,896	1,12	1,415	1,895	2,36	3,00	3,50	5,40
8	0,130	0,262	0,399	0,546	0,706	0,889	1,11	1,397	1,860	2,31	2,90	3,36	5,04
9	0,129	0,261	0,398	0,543	0,703	0,883	1,10	1,383	1,833	2,26	2,82	3,25	4,78
10	0,129	0,260	0,397	0,542	0,700	0,879	1,09	1,372	1,812	2,23	2,76	3,17	4,59
11	0,129	0,260	0,396	0,540	0,697	0,876	1,09	1,363	1,796	2,20	2,72	3,11	4,44
12	0,128	0,259	0,395	0,539	0,695	0,873	1,08	1,356	1,782	2,18	2,68	3,06	4,32
13	0,128	0,259	0,394	0,538	0,694	0,870	1,08	1,350	1,771	2,16	2,65	3,01	4,22
14	0,128	0,258	0,393	0,537	0,692	0,868	1,08	1,341	1,761	2,14	2,62	2,98	4,14
15	0,128	0,258	0,393	0,536	0,691	0,866	1,07	1,337	1,753	2,13	2,60	2,95	4,07

FUENTE: (Llorente, 2010)

Valor crítico:

$$T_t = T_{n-1;1-\alpha} = T_{2;0.95} = 2.353$$

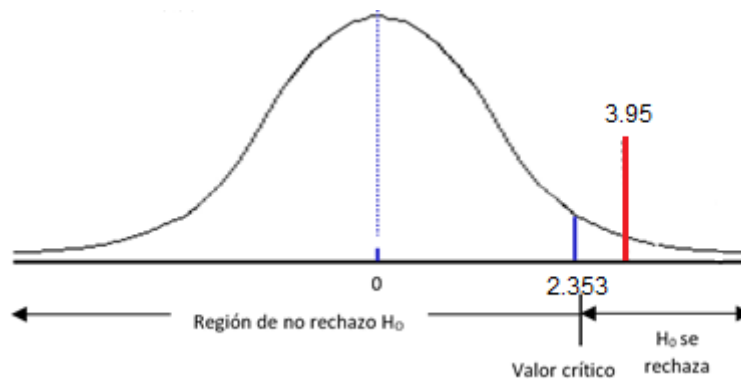


Figura 9. Contrastación de hipótesis N° 2

La cifra calculada se ha encontrado dentro de la zona de rechazo de la  $H_0$ .

**c. Decisión:**

De acuerdo a los resultados, es posible asegurar que, el concreto reciclado aumenta de una manera considerable la cantidad de agua en la absorción del agregado grueso.

**4.3.3 Contrastación de hipótesis (c)**

Hipótesis específica 2: El concreto reciclado disminuye de una manera considerable el peso específico del agregado grueso. Considerando el peso específico del agregado sin mezclar 2.54 gr/cm<sup>3</sup>.

**a. Planteamiento de hipótesis**

Ho :  $\mu \geq 2.54$  gr/cm<sup>3</sup> [No existe disminución en el peso específico del agregado grueso].

Ha :  $\mu < 2.54$  gr/cm<sup>3</sup> [Existe disminución en el peso específico del agregado grueso]

Datos:

**Tabla 13.** Cálculo estadístico del contraste de prueba del peso específico

CONCRETO RECICLADO	PESO ESPECÍFICO Gr/cm <sup>3</sup>
25%	2.51
50%	2.46
75%	2.43
100%	2.39
<b>Media Arit.</b>	2.4475
<b>n</b>	4
<b>S</b>	0.05
<b>t</b>	-3.66

*FUENTE: Elaboración propia*

**b. Puntos Críticos**

Para este estudio, el nivel de error es del 5% y el nivel de confianza es del 95%

$$(\alpha = 5\% = 0.05)$$



**Tabla 14.**Tabla de distribución T de Student - Peso específico

k \ P	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	0,975	0,99	0,995	0,9995
1	0,158	0,325	0,510	0,727	1,000	1,38	1,96	3,078	6,314	12,71	31,8	63,7	637
2	0,142	0,289	0,445	0,617	0,816	1,06	1,39	1,886	2,920	4,30	6,96	9,92	31,6
3	0,137	0,277	0,424	0,584	0,765	0,978	1,25	1,638	2,353	3,18	4,54	5,84	12,9
4	0,134	0,271	0,414	0,569	0,741	0,941	1,19	1,533	2,132	2,78	3,75	4,60	8,61
5	0,132	0,267	0,408	0,559	0,727	0,920	1,16	1,476	2,015	2,57	3,36	4,03	6,86
6	0,131	0,265	0,404	0,553	0,718	0,906	1,13	1,440	1,943	2,45	3,14	3,71	5,96
7	0,130	0,263	0,402	0,549	0,711	0,896	1,12	1,415	1,895	2,36	3,00	3,50	5,40
8	0,130	0,262	0,399	0,546	0,706	0,889	1,11	1,397	1,860	2,31	2,90	3,36	5,04
9	0,129	0,261	0,398	0,543	0,703	0,883	1,10	1,383	1,833	2,26	2,82	3,25	4,78
10	0,129	0,260	0,397	0,542	0,700	0,879	1,09	1,372	1,812	2,23	2,76	3,17	4,59
11	0,129	0,260	0,396	0,540	0,697	0,876	1,09	1,363	1,796	2,20	2,72	3,11	4,44
12	0,128	0,259	0,395	0,539	0,695	0,873	1,08	1,356	1,782	2,18	2,68	3,06	4,32
13	0,128	0,259	0,394	0,538	0,694	0,870	1,08	1,350	1,771	2,16	2,65	3,01	4,22
14	0,128	0,258	0,393	0,537	0,692	0,868	1,08	1,341	1,761	2,14	2,62	2,98	4,14
15	0,128	0,258	0,393	0,536	0,691	0,866	1,07	1,337	1,753	2,13	2,60	2,95	4,07

FUENTE: (Llorente, 2010)

Valor crítico:

$$T_t = T_{n-1;1-\alpha} = T_{2;0,95} = -2.353$$

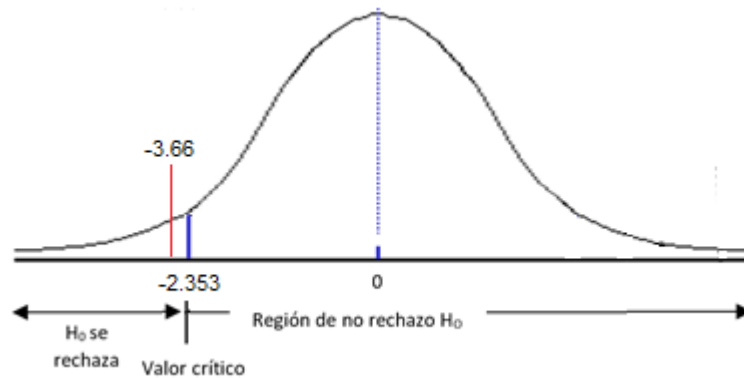


Figura 10. Contrastación de hipótesis N° 3

La cifra calculada se ha encontrado dentro de la zona de rechazo de la H<sub>0</sub>.

**c. Decisión:**

De acuerdo a los resultados, es posible asegurar que el concreto reciclado disminuye de una manera considerable el peso específico del agregado grueso.

#### 4.3.4 Contratación de hipótesis (d)

Hipótesis específica 3: El concreto reciclado aumenta de una manera considerable el porcentaje de desgaste del agregado grueso. Considerando el porcentaje de desgaste del agregado sin mezclar 18.3%.

##### a. Planteamiento de hipótesis

$H_0 : \mu \leq 18.3\%$  [No existe aumento en el porcentaje de desgaste del agregado grueso].

$H_a : \mu > 18.3\%$  [Existe aumento en el porcentaje de desgaste del agregado grueso]

Datos:

**Tabla 15.** Cálculo estadístico del contraste de prueba de abrasión los Ángeles

CONCRETO RECICLADO	DESGASTE%
25%	23.08
50%	27.18
75%	31.72
100%	36.68
<b>Media Arit.</b>	29.665
<b>n</b>	4
<b>S</b>	5.86
<b>t</b>	3.88

*FUENTE: Elaboración propia*

##### b. Puntos Críticos

Para este estudio, el nivel de error es del 5% y el nivel de confianza es del 95%

$$(\alpha = 5\% = 0.05)$$

**Tabla 16.**Tabla de distribución T de Student - Porcentaje de desgaste

Distribución T de Student														
k \ P	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.975	0.99	0.995	0.9995	
1	0.158	0.325	0.510	0.727	1.000	1.38	1.96	3.078	6.314	12.71	31.8	63.7	637	
2	0.142	0.289	0.445	0.617	0.816	1.06	1.39	1.886	2.920	4.30	6.96	9.92	31.6	
3	0.137	0.277	0.424	0.584	0.765	0.978	1.25	1.638	2.353	3.18	4.54	5.84	12.9	
4	0.134	0.271	0.414	0.569	0.741	0.941	1.19	1.533	2.132	2.78	3.75	4.60	8.61	
5	0.132	0.267	0.408	0.559	0.727	0.920	1.16	1.476	2.015	2.57	3.36	4.03	6.86	
6	0.131	0.265	0.404	0.553	0.718	0.906	1.13	1.440	1.943	2.45	3.14	3.71	5.96	
7	0.130	0.263	0.402	0.549	0.711	0.896	1.12	1.415	1.895	2.36	3.00	3.50	5.40	
8	0.130	0.262	0.399	0.546	0.706	0.889	1.11	1.397	1.860	2.31	2.90	3.36	5.04	
9	0.129	0.261	0.398	0.543	0.703	0.883	1.10	1.383	1.833	2.26	2.82	3.25	4.78	
10	0.129	0.260	0.397	0.542	0.700	0.879	1.09	1.372	1.812	2.23	2.76	3.17	4.59	
11	0.129	0.260	0.396	0.540	0.697	0.876	1.09	1.363	1.796	2.20	2.72	3.11	4.44	
12	0.128	0.259	0.395	0.539	0.695	0.873	1.08	1.356	1.782	2.18	2.68	3.06	4.32	
13	0.128	0.259	0.394	0.538	0.694	0.870	1.08	1.350	1.771	2.16	2.65	3.01	4.22	
14	0.128	0.258	0.393	0.537	0.692	0.868	1.08	1.341	1.761	2.14	2.62	2.98	4.14	
15	0.128	0.258	0.393	0.536	0.691	0.866	1.07	1.337	1.753	2.13	2.60	2.95	4.07	

FUENTE: (Llorente, 2010)

Valor crítico:

$$T_t = T_{n-1;1-\alpha} = T_{2;0.95} = 2.353$$

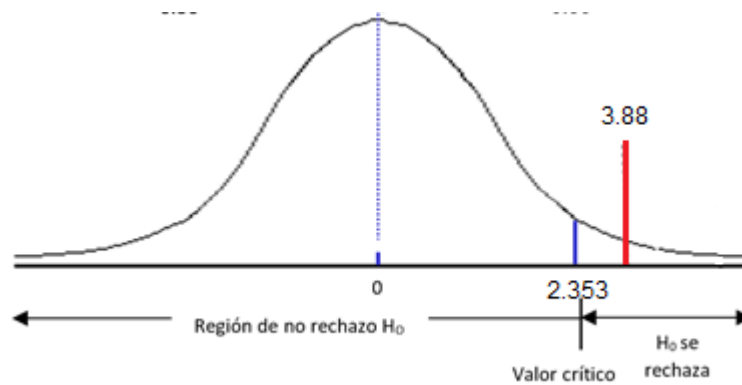


Figura 11. Contrastación de hipótesis N° 4

La cifra calculada se ha encontrado dentro de la zona de rechazo de la Ho.

**c. Decisión:**

De acuerdo a los resultados, es posible asegurar que el concreto reciclado aumenta de una manera considerable el porcentaje de desgaste del agregado grueso.

## V. DISCUSIÓN

Según los resultados obtenidos en este estudio, el porcentaje de absorción de agua del agregado grueso con la incorporación del concreto reciclado proveniente de residuos de construcción, aumenta considerablemente a mayores contenidos de concreto reciclado. Se obtuvieron con el 0% de adición con concreto reciclado (muestra patrón) 1.92% de absorción, con el 25% de adición con concreto reciclado 2.54% de absorción, con el 50% de adición con concreto reciclado 3.09% de absorción, con el 75% de adición con concreto reciclado 3.65% de absorción y finalmente, con el 100% de adición con concreto reciclado 4.27% de absorción.

Otros resultados comparables de otras investigaciones reportan sobre el porcentaje de absorción:

- (García 2009, p. 69) refiere que el porcentaje de absorción del agregado que es 100% concreto reciclado, es de 4.98%.
- (Albújar 2014 ,p. 17) el porcentaje de absorción del agregado que es 100% concreto reciclado, es de 4.72%.
- (Laverde 2014, p. 51) sostiene que la absorción del agregado que es 100% concreto reciclado, es de 5.90%

En cuanto al porcentaje de desgaste del agregado grueso con la incorporación del concreto reciclado proveniente de residuos de construcción, aumenta considerablemente a mayores contenidos de concreto reciclado. .Se obtuvieron con el 0% de adición con concreto reciclado (muestra patrón) 18.3% de porcentaje de desgaste, con el 25% de adición con concreto reciclado 23.08% de porcentaje de desgaste, con el 50% de adición con concreto reciclado 27.18% de porcentaje de desgaste, con el 75% de adición con concreto reciclado 31.72% de porcentaje de desgaste y finalmente, con el 100% de adición con concreto reciclado 36.68% de porcentaje de desgaste.

En comparación con los resultados de otras investigaciones sobre el porcentaje de desgaste del agregado grueso:

- (García 2009, p. 69) refiere que el porcentaje de desgaste del agregado que es 100% concreto reciclado, es de 31.2%.
- (Laverde 2014, p. 51) sostiene que el desgaste del agregado que es 100% concreto reciclado, es de 36.1%

En lo referente al peso específico del agregado grueso con la incorporación del concreto reciclado proveniente de residuos de construcción, este estudio evidencia que disminuye considerablemente a mayores contenidos de concreto reciclado. Se obtuvieron con el 0% de adición con concreto reciclado (muestra patrón) 2.54 gr/cm<sup>3</sup> de peso específico, con el 25% de adición con concreto reciclado 2.51gr/cm<sup>3</sup> de peso específico, con el 50% de adición con concreto reciclado 2.46 gr/cm<sup>3</sup> de peso específico, con el 75% de adición con concreto reciclado 2.43 gr/cm<sup>3</sup> de peso específico y finalmente, con el 100% de adición con concreto reciclado 2.39 gr/cm<sup>3</sup> de peso específico.

En tanto que, los resultados de otras investigaciones reportan sobre el peso específico:

- (García 2009, p. 69) refiere que el peso específico del agregado que es 100% concreto reciclado, es de 2.07 gr/cm<sup>3</sup>.
- Mientras que, para (Albújar 2014 ,p. 18) el peso específico del agregado que es 100% concreto reciclado, es de 2.35 gr/cm<sup>3</sup>.
- Además, (Cruz y Velásquez 2004, p. 67) sostiene que la absorción del agregado que es 100% concreto reciclado, es de 2.4 gr/cm<sup>3</sup>.

Para abordar el tema de la resistencia a la compresión del concreto endurecido con la incorporación de concreto reciclado proveniente de residuos de construcción a los 28 días de edad, esta tesis afirma que dicha resistencia presenta una tendencia polinómica de 3er grado, en donde el punto mas alto se da con el 0% de concreto reciclado llegando a 217.98kg/cm<sup>2</sup> (103.8% de f'c) y disminuyendo con las proporciones del 25%, 50% y 75% alcanzando las resistencias de 210.65kg/cm<sup>2</sup> (100.31% de f'c), 203.76 kg/cm<sup>2</sup> (97.03% de f'c) y 196.22 kg/cm<sup>2</sup> (93.44% de f'c); siendo la resistencia mínima 181.91 kg/cm<sup>2</sup> (86.62% de f'c), con el 100% de concreto reciclado.

En relación a la resistencia a la compresión, otros estudios señalan lo siguiente:

- (García 2009, p. 78) refiere que la resistencia a la compresión con 100%de concreto reciclado como agregado, a los 28 días 219.29 kg/cm<sup>2</sup> para una resistencia proyectada de 250 kg/cm<sup>2</sup> , lo cual implica que se alcanzó un 87.7% de la resistencia deseada.
- Para (Albújar 2014 ,p. 18) la resistencia a la compresión con 100%de concreto reciclado como agregado, a los 28 días 190.51 kg/cm<sup>2</sup> para una resistencia proyectada de 210 kg/cm<sup>2</sup> , lo cual implica que se alcanzó un 90.7% de la resistencia deseada.
- (Cruz y Velásquez 2004, p. 67) sostiene que la resistencia a la compresión con 100%de concreto reciclado como agregado, a los 28 días 200 kg/cm<sup>2</sup> para una resistencia proyectada de 250 kg/cm<sup>2</sup> , lo cual implica que se alcanzó un 80% de la resistencia deseada.

## VI. CONCLUSIONES

1. El porcentaje de absorción de agua del agregado grueso con la incorporación del concreto reciclado proveniente de residuos de construcción, aumenta considerablemente a mayores contenidos de concreto reciclado. Se obtuvieron con el 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de concreto reciclado; 1.92%, 2.54%, 3.09%, 3.65% y 4.27% respectivamente.
2. El porcentaje de desgaste del agregado grueso con la incorporación del concreto reciclado proveniente de residuos de construcción, aumenta considerablemente a mayores contenidos de concreto reciclado. Se obtuvieron con el 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de concreto reciclado; 18.3%, 23.08%, 27.18%, 31.72%, 36.68% respectivamente.
3. El peso específico del agregado grueso con la incorporación del concreto reciclado proveniente de residuos de construcción, disminuye considerablemente a mayores contenidos de concreto reciclado. Se obtuvieron con el 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de concreto reciclado; 2.54 gr/cm<sup>3</sup>, 2.51 gr/cm<sup>3</sup>, 2.46 gr/cm<sup>3</sup>, 2.43 gr/cm<sup>3</sup>, 2.39 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente.
4. La resistencia a la compresión del concreto endurecido con la incorporación de concreto reciclado proveniente de residuos de construcción a los 28 días de edad, presenta una tendencia polinómica de 3er grado, en donde el punto mas alto se da con el 0% de concreto reciclado llegando a 217.98kg/cm<sup>2</sup> (103.8% de f'c) y disminuyendo con las proporciones del 25 %, 50% y 75% alcanzando las resistencias de 210.65kg/cm<sup>2</sup> (100.31% de f'c), 203.76 kg/cm<sup>2</sup> (97.03% de f'c) y 196.22 kg/cm<sup>2</sup> (93.44% de f'c); siendo la resistencia mínima 181.91 kg/cm<sup>2</sup> (86.62% de f'c), con el 100% de concreto reciclado.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Es recomendable la realización de otros tipos de ensayos para caracterizar mejor este tipo de mezcla de concreto con el fin de tener mayor información sobre sus posibles aplicaciones.
2. Se puede incorporar en dicha investigación aditivos que permitan tener mayor cohesión entre las partículas del agregado grueso con el concreto reciclado, así obtener modificaciones en las propiedades físicas del concreto llevando un mejor comportamiento del concreto.
3. El concreto de agregado reciclado tiene menos resistencia que el concreto de agregado natural de la misma composición; sin embargo, la mezcla se puede manipular para producir concreto de agregado reciclado de la misma resistencia que el concreto de agregado natural.
4. Se recomienda estudiar más el diseño de mezclas con la manipulación de la cantidad de agua y/o cemento empleado, a fin de conseguir la resistencia deseada.



## REFERENCIAS

- ABU, A.E. y BEHIRY, M., 2013. Utilization of cement treated recycled concrete aggregates as base or sub-base layer in Egypt. *Ain Shams Engineering Journal*, vol. 4, pp. 661-673.
- AGUDELO, L., 2003. *Abrasión y sortividad en concretos con agregado grueso reciclado*. Bogotá: s.n.
- AL SAFFARA, D. ,TAWFIKB, T., Y TAYEH, B., 2020. Stability of glassy concrete under elevated temperatures. *European journal of environmental and civil engineering [en línea]*, vol. 25, pp. 25-31. DOI 10.1080/19648189.2020.1783368. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/19648189.2020.1783368>
- ALBÚJAR BARREDO, A.I., 2014. *Estudio del comportamiento del concreto empleando agregado reciclado*. Tesis de pregrado. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo..
- ALIABDO, A.A., ELMOATY, A., ELMOATY, M.A. y ABOSHAMA, A.Y., 2016. Utilization of waste glass powder in the production of cement and concrete. *Construction and Building Materials [en línea]*, vol. 124, pp. 866-877. ISSN 0950-0618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2016.08.016. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.08.016>.
- ALVES, D., 2014. *Manual de tecnologia do concreto*. Rio de Janeiro: s.n. ISBN 857103155X.
- ALVES, D.E., ALENCAR, D.B. De, RIBEIRO, E.M., MUSTAFA, E.V., HENRIQUE, M., NASCIMENTO, R. y JUNIOR, D.A.B., 2019. Study of the Application of Glass Waste in Concrete Production. , vol. 6495, no. 7, pp. 681-691. Disponible en : <https://dx.doi.org/10.22161/ijaers.6777>
- ARMAS, C. , 2016. Efectos de la adición de fibra de polipropileno en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto hidráulico. *Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación. , vol. 3,no. 2, pp. 1-13. ISSN 2313-1926*

- ARSHAD, M. y AHMED, M., 2017. Potential use of reclaimed asphalt pavement and recycled concrete aggregate in base/sub-base layers of flexible pavements. *Construction and Building Materials.*, vol. 151, pp. 83-97.
- ARULRAJAH, A., DISFANI, M., HORPIBULSUK, S., CHERDSAK, S. y PRONGMANEE, N., 2014. Physical properties and shear strength responses of recycled construction and demolition materials in unbound pavement base/sub- base applications. *Construction and Building Materials*, vol. 58, pp. 245-257.
- CASTRO, A.L.D.E., 2007. *Aplicação de conceitos reológicos na tecnologia dos concretos de alto desempenho*. S.l.: Escola de Engenharia de São Carlos.
- COTTIER, J., 1995. *Tecnología del concreto*. México D. F.: UNAM. ISBN 0856233425.
- CRUZ, J. , y VELÁSQUEZ, R. , 2004. Concreto reciclado . Tesis de Pregrado. Mexico D.F. Instituto Politécnico Nacional.
- DAO, D. Van, TRINH, S.H., LY, H. y PHAM, B.T., 2019. applied sciences Prediction of Compressive Strength of Geopolymer Concrete Using Entirely Steel Slag Aggregates : Novel Hybrid Artificial Intelligence Approaches. , no. i, pp. 1-16. DOI 10.3390/app9061113.
- EBRAHIM, A. y BEHIRY, A.E., 2013. Utilization of cement treated recycled concrete aggregates as base or subbase layer in Egypt. *Ain Shams Engineering Journal* [en línea], vol. 4, no. 4, pp. 661-673. ISSN 2090-4479. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.asej.2013.02.005>.
- ELAQRA, H., Y RUSTOM, R. 2018. Effect of using glass powder as cement replacement on rheological and mechanical properties of cement paste. *Construction and Building Materials*, vol.179, no 1,pp 326–335.DOI. 10.1016/ t.2018.05.263. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.05.263>
- FERNEY, J. y BUILES-JARAMILLO, A., 2018. Evaluación de las propiedades de

residuos de construcción y demolición de concreto para su uso en la elaboración de sub-bases granulares . Una alternativa al manejo de residuos en el Valle de Aburrá . □. , vol. 10, pp. 79-90.

GARCÍA, C. , 2009. Características mecánicas de concretos reciclados fabricados con desechos sólidos de construcción. Tesis de pregrado. Xalapa: Universidad Veracruzana.

GOTTFREDSSEN, F., 1993. *Demolition and reuse of concrete and masonry*. S.l.: s.n.

JUBEH, A. I., AL SAFFAR, D. M., & TAYEH, B. A. 2019. Effect of recycled glass powder on properties of cementitious materials contains styrene butadiene rubber. *Arabian Journal of Geosciences*, Vol.12 , no 2 pp 39-51. DOI 0.1007/s12517-018-4212-0. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s12517-018-4212-0>

KAZEMI, K.A., 2012. Properties of Concretes Produced with Recycled Concrete Aggregates. , no. September, pp. 82.

KOSMATKA, S., BEATRIX, K., PANARESE, W. y TANESI, J., 2004. *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. Illinois: Portland Cement Association. ISBN 0893122335.

LAVERDE, J. , 2014. Propiedades mecánicas, eléctricas y de durabilidad de concretos con agregados reciclados. Tesis de Maestría. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito

MEGO, J. (2018). Absorción y peso específico de agregados. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.

MÉNDEZ, N., RODRIGUES, C., CRUZ, N. y LAINES, J., 2010. Los escombros como agregados en la industria de la construcción. *KUXULKAB*, XVI, vol. 30, pp. 37-45.

MOUSA, M., CUENCA, E., FERRARA, L., ROY, N., & TAGNIT-HAMOU, A. 2017. Tensile characterization of an “Eco- Friendly” UHPFRC with waste glass

powder and glass sand [Paper presentation]. International Conference on Strain-Hardening Cement-Based Composites, Springer.

NAIK, G., 2005. Moriconi, Environmental-friendly durable concrete made with recycled materials for sustainable concrete construction. *International Symposium on Sustainable Development of Cement*. Ontario: International Symposium on Sustainable Development of Cement, Concrete and Concrete Structures, pp. 36-58.

PICKEL, D., 2014. Recycled concrete aggregate: influence of aggregate pre-saturation and curing conditions on the hardened properties of concrete. , pp. 189.

PINHEIRO, L.M., 2016. Estruturas de concreto. *EESC-USP, Publicação 005*, pp. 86-79.

PORTUGAL, P., 2007. *Tecnología del concreto de alto desempeño*. París: Imprimerie Lafayette.

SANTA CRUZ, N. 2013. *Influencia de la cantidad de agregado más fino que pasa la malla n°100 en la resistencia mecánica del concreto de baja y mediana resistencia fabricado con cemento tipo I andino*. Tesis de pregrado. Lima. Universidad Nacional de Ingeniería.

SHETTY, M.S., 2013. *CONCRETE TECHNOLOGY*. 7th. New Delhi: S. Chand. ISBN 9788121900034.

SILVA, R. V, BRITO, J. De y DHIR, R.K., 2014. Properties and composition of recycled aggregates from construction and demolition waste suitable for concrete production. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 65, pp. 201-217. ISSN 0950-0618. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.04.117>.

TAYEH, B. A. 2018. Effects of marble, timber, and glass powder as partial replacements for cement. *Journal of Civil Engineering and Construction* [en línea], vol 7 no 2, pp 63–73. Disponible en :

<https://doi.org/10.32732/jcec.2018.7.2.63>

TAYEH, B. A., BAKAR, B. A., & JOHARI, M. M. 2013. Characterization of the interfacial bond between old concrete substrate and ultra high performance fiber concrete repair composite. *Materials and Structures [en línea]*, vol. 46 no 5, pp 743–751. Disponible en: <https://doi.org/10.1617/s11527-012-9931>

VAN DAO, D., HOANG TRINH, S., LY, H. Y THAI PHAM, B. ,2019. Prediction of compressive strength of geopolymer concrete using entirely steel slag aggregates: novel hybrid artificial intelligence approaches. *MDPI Journal [en línea]*, vol. 9, no 6, pp 1-16. DOI :10.3390/app9061113. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/app9061113>.

WAGIH, A.M., EL-KARMOTY, H.Z., EBID, M. y OKBA, S.H., 2013. Recycled construction and demolition concrete waste as aggregate for structural concrete. *HBRC Journal [en línea]*, vol. 9, no. 3, pp. 193-200. ISSN 1687-4048. DOI 10.1016/j.hbrj.2013.08.007. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.hbrj.2013.08.007>.

WANG, H.-Y., & HUANG, W.-L. 2010. Durability of self-consolidating concrete using waste LCD glass. *Construction and Building Materials*, vol 24 no 6, pp. 1008–1013. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2009.11>.

WOOLLEY, G., 1994. State of the art report use of waste materials in construction - technological development. *Environmental Aspects of Construction with Waste Materials.*,

XUAN, D., MOLENAAR, A. y HOUBEN, M., 2015. Evaluation of cement treatment of reclaimed construction and demolition waste as road bases. *Journal of Cleaner Production*, vol. 100, pp. 77-83.

## ANEXOS

### MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<p><b>1.- VARIABLE INDEPENDIENTE</b></p> <p>Agregado de concreto reciclado</p>	<p>Pickel (2014) refiere que el agregado de concreto reciclado es un material de construcción, el cual está siendo usado cada vez más en la construcción por razones económico-medioambientales.</p>	<p>Porcentaje del peso agregado grueso</p>	<p>• Peso</p>	<p>Kilogramos</p>
<p><b>2.- VARIABLE DEPENDIENTE</b></p> <p>Resistencia Del Concreto En Elementos estructurales</p>	<p>La resistencia a la compresión es calculada a partir de la carga de ruptura dividida entre el área de la sección que resiste a la carga y se reporta en megapascales (MPa) en unidades SI. Se mide rompiendo briquetas, que son probetas cilíndricas de concreto, en una máquina de ensayos de compresión (Cottier, 1995).</p>	<p>Ensayo de resistencia a la compresión</p>	<p>• Fuerza/ Área</p>	<p>Kg/cm 2</p>

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
<p><b>Problema Principal</b></p> <p>¿Cuál será la influencia de las características mecánicas del concreto reciclado incorporado al agregado grueso en la resistencia a la compresión del concreto para elementos estructurales de edificaciones en la ciudad de Juliaca?</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Determinar la influencia de las características mecánicas del concreto reciclado incorporado al agregado grueso en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Juliaca.</p>	<p><b>Hipótesis general</b></p> <p>El concreto reciclado incorporado al agregado grueso, en función a sus características mecánicas, disminuirá la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Juliaca.</p>	<p><b>1.- VARIABLE INDEPENDIENTE</b></p> <p>Agregado de concreto reciclado</p>	<p><b>Técnicas</b></p> <p>Fichaje, análisis de contenidos, cuadros estadísticos y ensayos de laboratorio.</p>	<p><b>Diseño de Investigación</b></p> <p>El estudio corresponde a la investigación cuantitativa del tipo experimental en el diseño pre experimental y con una característica de recolección y análisis de datos obtenidos.</p>
<p><b>Problemas secundarios</b></p> <p>¿Cuál será la varianza en el porcentaje de absorción de agua del concreto reciclado incorporado al agregado grueso?</p> <p>¿De qué manera afectará en el peso específico del concreto reciclado incorporado al agregado grueso?</p> <p>¿Cómo influirá en el porcentaje de desgaste del concreto reciclado incorporado al agregado grueso?</p>	<p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>Determinar la varianza en el porcentaje de absorción de agua del concreto reciclado incorporado al agregado grueso.</p> <p>Determinar la diferencia en el peso específico del concreto reciclado incorporado al agregado grueso.</p> <p>Determinar la influencia en el porcentaje de desgaste del concreto reciclado</p>	<p><b>Hipótesis específicas:</b></p> <p>El concreto reciclado aumenta de una manera considerable la cantidad de agua en la absorción del agregado grueso.</p> <p>El concreto reciclado disminuye de una manera considerable el peso específico del agregado grueso.</p> <p>El concreto reciclado aumenta de una manera considerable el porcentaje de desgaste del agregado grueso.</p>	<p><b>2.- VARIABLE DEPENDIENTE</b></p> <p>Resistencia Del Concreto En Elementos estructurales</p>	<p><b>Instrumentos</b></p> <p>- Ensayos de Laboratorio</p> <p>- Ensayo a la resistencia de la compresión del concreto</p> <p>- Ensayo de abrasión los Ángeles</p> <p>- Ensayo de Pesos unitarios</p> <p>- Ensayo de peso específico</p>	<p><b>POBLACIÓN</b></p> <p>Desechos de concreto de todas las obras de edificaciones y otras obras civiles existentes en el distrito de Juliaca.</p> <p><b>MUESTRA</b></p> <p>Se tomará un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando como mínimo 3 probetas por indicador , se calculó 45 probetas en general</p>

## Panel fotográfico

**FOTOGRAFÍA N° 1: Cantera Rio Unocolla**



**FOTOGRAFÍA N° 2 Separación finos y gruesos por la malla N°4**



**FOTOGRAFÍA N° 3 Vivienda en plena demolición en Juliaca**





**FOTOGRAFÍA N° 4: Escombros en una de las salidas de Juliaca**



**FOTOGRAFÍA N° 5: Restos de pavimento rígido**



**FOTOGRAFÍA N° 6: Proceso de trituración del concreto reciclado**



**FOTOGRAFÍA N° 7: Proceso del pesaje de los materiales en la balanza electrónica**



**FOTOGRAFÍA N° 8: Elaboración del mezclado**



**FOTOGRAFÍA N° 9: Mezcla de áridos granulares con el cemento**



**FOTOGRAFÍA N° 10: Mezcla con el agua**



**FOTOGRAFÍA N° 11: Proceso del mezclado del concreto**



**FOTOGRAFÍA N° 12: Mezclado manual del % de concreto reciclado con un % de cemento**



**FOTOGRAFÍA N° 13: Mezcla de áridos granulares con el cemento**



**FOTOGRAFÍA N° 14: Mezcla del concreto**



**FOTOGRAFÍA N° 15: Mezcla del concreto**



**FOTOGRAFÍA N° 16: Mezcla del concreto**



**FOTOGRAFÍA N° 17: Compactado con una varilla metálica en 25 golpes**



**FOTOGRAFÍA N° 18: Piscina de Curado**





UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



## ENSAYO ROTURA DE BRIQUETAS

NTP 339.034

**PROYECTO** : TESIS: "Análisis de las Características Mecánicas del Concreto Incorporando Agregado de Concreto Reciclado en la Ciudad de Juliaca"  
**SOLICITANTE** : Bach. Calsina Quispe, Joel Nehemías  
**LUGAR** : PUNO  
**DOSIFICACIÓN** : CONCRETO RECICLADO 0%

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	ÁREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA 14.97 x 30.00	27590.00	14.97	176.01	156.75	210	16/12/2019	23/12/2019	7	74.64%
	M - 01									
2	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.00	26780.00	14.98	176.13	152.05	210	16/12/2019	23/12/2019	7	72.40%
	M - 02									
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15.02 x 30.00	27980.00	15.02	177.07	158.02	210	16/12/2019	23/12/2019	7	75.25%
	M - 03									
4	BRIQUETA DE PRUEBA 14.99 x 30.00	34560.00	14.99	176.36	195.96	210	16/12/2019	30/12/2019	14	93.32%
	M - 01									
5	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.00	34950.00	14.98	176.13	198.43	210	16/12/2019	30/12/2019	14	94.49%
	M - 02									
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15.06 x 30.00	34820.00	15.06	178.01	195.61	210	16/12/2019	30/12/2019	14	93.15%
	M - 03									
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.00	38890.00	15.10	179.08	217.17	210	16/12/2019	13/01/2020	28	103.41%
	M - 01									
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15.06 x 30.00	38500.00	15.06	178.01	216.28	210	16/12/2019	13/01/2020	28	102.99%
	M - 02									
9	BRIQUETA DE PRUEBA 15.06 x 30.00	39250.00	15.06	178.01	220.49	210	16/12/2019	13/01/2020	28	105.00%
	M - 03									

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADAS POR EL TESISISTA.



B.N°5-129804



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



## ENSAYO ROTURA DE BRIQUETAS

NTP 339.034

**PROYECTO** : TESIS: "Análisis de las Características Mecánicas del Concreto Incorporando Agregado de Concreto Reciclado en la Ciudad de Juliaca"  
**SOLICITANTE** : Bach. Calsina Quispe, Joel Nehemías  
**LUGAR** : PUNO  
**DOSIFICACIÓN** : CONCRETO RECICLADO 25%

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15.05 x 30.00	26170.00	15.05	177.89	147.11	210	16/12/2019	23/12/2019	7	70.05%
	M - 01									
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.00	25760.00	15.00	176.6	145.87	210	16/12/2019	23/12/2019	7	69.46%
	M - 02									
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15.03 x 30.00	26380.00	15.03	177.42	148.69	210	16/12/2019	23/12/2019	7	70.80%
	M - 03									
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.00	33690.00	15.00	176.71	190.65	210	16/12/2019	30/12/2019	14	90.79%
	M - 01									
5	BRIQUETA DE PRUEBA 14.92 x 30.00	33030.00	14.92	174.72	189.05	210	16/12/2019	30/12/2019	14	90.02%
	M - 02									
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15.03 x 30.00	33490.00	15.03	177.3	188.89	210	16/12/2019	30/12/2019	14	89.95%
	M - 03									
7	BRIQUETA DE PRUEBA 14.99 x 30.00	37650.00	14.99	176.48	213.34	210	16/12/2019	13/01/2020	28	101.59%
	M - 01									
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15.04 x 30.00	37320.00	15.04	177.54	210.21	210	16/12/2019	13/01/2020	28	100.10%
	M - 02									
9	BRIQUETA DE PRUEBA 14.95 x 30.00	36560.00	14.95	175.42	208.41	210	16/12/2019	13/01/2020	28	99.24%
	M - 03									

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADAS POR EL TESISISTA.



B.N°5-129804



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



## ENSAYO ROTURA DE BRIQUETAS

NTP 339.034

**PROYECTO** : TESIS: "Análisis de las Características Mecánicas del Concreto Incorporando Agregado de Concreto Reciclado en la Ciudad de  
 "Jullaca"  
**SOLICITANTE** : Bach. Calsina Quispe, Joel Nehemías  
**LUGAR** : PUNO  
**DOSIFICACIÓN** : CONCRETO RECICLADO 50%

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15.04 x 30.00	25570.00	15.04	177.66	143.93	210	16/12/2019	23/12/2019	7	68.64%
	M - 01									
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.00	25290.00	15.10	178.96	141.32	210	16/12/2019	23/12/2019	7	67.29%
	M - 02									
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15.07 x 30.00	25370.00	15.07	178.37	142.23	210	16/12/2019	23/12/2019	7	67.73%
	M - 03									
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15.04 x 30.00	32790.00	15.04	177.54	184.69	210	16/12/2019	30/12/2019	14	87.95%
	M - 01									
5	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.00	32300.00	14.98	176.13	183.39	210	16/12/2019	30/12/2019	14	87.33%
	M - 02									
6	BRIQUETA DE PRUEBA 14.96 x 30.00	31900.00	14.96	175.77	181.49	210	16/12/2019	30/12/2019	14	86.42%
	M - 03									
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15.01 x 30.00	36110.00	15.01	176.95	204.07	210	16/12/2019	13/01/2020	28	97.18%
	M - 01									
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15.09 x 30.00	36300.00	15.09	178.72	203.11	210	16/12/2019	13/01/2020	28	96.72%
	M - 02									
9	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.00	36550.00	15.10	179.08	204.10	210	16/12/2019	13/01/2020	28	97.19%
	M - 03									

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADAS POR EL TESISTA.







UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



## ENSAYO ROTURA DE BRIQUETAS

NTP 339.034

**PROYECTO** : TESIS: "Análisis de las Características Mecánicas del Concreto Incorporando Agregado de Concreto Reciclado en la Ciudad de Juliaca"  
**SOLICITANTE** : Bach. Calsina Quispe, Joel Nehemías  
**LUGAR** : PUNO  
**DOSIFICACIÓN** : CONCRETO RECICLADO 75%

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	ÁREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.00	23910.00	15.10	179.08	133.52	210	16/12/2019	23/12/2019	7	63.58%
	M - 01									
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15.03 x 30.00	23760.00	15.03	177.3	134.01	210	16/12/2019	23/12/2019	7	63.81%
	M - 02									
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15.02 x 30.00	23330.00	15.02	177.07	131.76	210	16/12/2019	23/12/2019	7	62.74%
	M - 03									
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15.01 x 30.00	31300.00	15.01	176.83	177.01	210	16/12/2019	30/12/2019	14	84.29%
	M - 01									
5	BRIQUETA DE PRUEBA 14.99 x 30.00	31000.00	14.99	176.48	175.66	210	16/12/2019	30/12/2019	14	83.65%
	M - 02									
6	BRIQUETA DE PRUEBA 14.94 x 30.00	30390.00	14.94	175.19	173.47	210	16/12/2019	30/12/2019	14	82.60%
	M - 03									
7	BRIQUETA DE PRUEBA 14.95 x 30.00	34890.00	14.95	175.54	198.76	210	16/12/2019	13/01/2020	28	94.65%
	M - 01									
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15.04 x 30.00	34870.00	15.04	177.66	196.27	210	16/12/2019	13/01/2020	28	93.46%
	M - 02									
9	BRIQUETA DE PRUEBA 15.08 x 30.00	34560.00	15.08	178.49	193.62	210	16/12/2019	13/01/2020	28	92.20%
	M - 03									

**OBSERVACIONES** : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADAS POR EL TESISISTA.



B.N°5-129804



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



## ENSAYO ROTURA DE BRIQUETAS

NTP 339.034

**PROYECTO** : TESIS: "Análisis de las Características Mecánicas del Concreto Incorporando Agregado de Concreto Reciclado en la Ciudad de Juliaca"  
**SOLICITANTE** : Bach. Calsina Quispe, Joel Nehemías  
**LUGAR** : PUNO  
**DOSIFICACIÓN** : CONCRETO RECICLADO 100%

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	CARGA	φ	ÁREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15.06 x 30.00	21170.00	15.06	178.01	118.93	210	16/12/2019	23/12/2019	7	56.63%
	M - 01									
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15.01 x 30.00	21790.00	15.01	176.83	123.23	210	16/12/2019	23/12/2019	7	58.68%
	M - 02									
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15.05 x 30.00	21380.00	15.05	177.78	120.26	210	16/12/2019	23/12/2019	7	57.27%
	M - 03									
4	BRIQUETA DE PRUEBA 14.97 x 30.00	28070.00	14.97	176.01	159.48	210	16/12/2019	30/12/2019	14	75.94%
	M - 01									
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.00	28350.00	15.00	176.71	160.43	210	16/12/2019	30/12/2019	14	76.40%
	M - 02									
6	BRIQUETA DE PRUEBA 14.99 x 30.00	28160.00	14.99	176.48	159.56	210	16/12/2019	30/12/2019	14	75.98%
	M - 03									
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15.01 x 30.00	31840.00	15.01	176.83	180.06	210	16/12/2019	13/01/2020	28	85.74%
	M - 01									
8	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.00	32430.00	14.98	176.24	184.01	210	16/12/2019	13/01/2020	28	87.62%
	M - 02									
9	BRIQUETA DE PRUEBA 14.97 x 30.00	31950.00	14.97	175.89	181.65	210	16/12/2019	13/01/2020	28	86.50%
	M - 03									

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADAS POR EL TESISTA.



B.N°5-129804



**UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



## RESISTENCIA AL DESGASTE "ABRASIÓN LOS ANGELES"

NORMAS MTC E-207, NTP 400.019

**PROYECTO** : TESIS: "Análisis de las Características Mecánicas del Concreto Incorporando Agregado de Concreto Reciclado en la Ciudad de Juliaca "

**SOLICITANTE** : Bach. Calsina Quispe, Joel Nehemías

**CANTERA** : UNOCOLLA

**DOSIFICACIÓN** : CONCRETO RECICLADO 0%

**FECHA** : 12/12/2019

**TIPO DE AGREGADO:** FINO:  GRUESO:  OTROS:

**MUESTRA OBTENIDA POR:** CUARTEO:  DIVISOR DE MUESTRAS:

**NUMERO DE REVOLUCIONES:** 500  1000

**CARGA ABRASIVA:** 12 ESFERAS

**PESO SECO INICIAL DE LA MUESTRA:**  $W_i = 5000$  gr.

**PESO SECO FINAL RETENIDA EN EL TAMIZ Nº 12:**  $W_f = 4085.0$  gr.

**PESO DEL MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ Nº 12:** = 915.0 gr.

**PORCENTAJE DE PERDIDA:**  $De = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100$

$De = 18.30$  %

**OBSERVACIONES:**

GRADACIÓN : "A" 1 1/2"-1"=1250; 1"-3/4"=1250; 3/4"-1/2" =1250; 1/2"-3/8" =1250  
 TIENE UNA RESISTENCIA AL DESGASTE DE : **81.70** Y PERDIDA DE : **18.30**  
 NORMAS MTC E - 207, NTP 400.019



B.N°5-129804



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



## RESISTENCIA AL DESGASTE "ABRASIÓN LOS ANGELES"

NORMAS MTC E-207, NTP 400.019

**PROYECTO** : TESIS: "Análisis de las Características Mecánicas del Concreto Incorporando Agregado de Concreto Reciclado en la Ciudad de Juliaca"

**SOLICITANTE** : Bach. Calsina Quispe, Joel Nehemías

**CANTERA** : UNOCOLLA

**DOSIFICACIÓN** : CONCRETO RECICLADO 25%

**FECHA** : 12/12/2019

**TIPO DE AGREGADO:** FINO:  GRUESO:  OTROS:

**MUESTRA OBTENIDA POR:** CUARTEO:  DIVISOR DE MUESTRAS:

**NUMERO DE REVOLUCIONES:** 500  1000

**CARGA ABRASIVA:** 12 ESFERAS

**PESO SECO INICIAL DE LA MUESTRA:**  $W_i = 5000$  gr.

**PESO SECO FINAL RETENIDA EN EL TAMIZ Nº 12:**  $W_r = 3846.0$  gr.

**PESO DEL MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ Nº 12:** = 1154.0 gr.

**PORCENTAJE DE PERDIDA:**  $De = \frac{W_i - W_r}{W_i} \times 100$

$De = 23.08$  %

**OBSERVACIONES:**

GRADACIÓN : "A" 1 1/2"-1"=1250; 1"-3/4"=1250; 3/4"-1/2" =1250; 1/2"-3/8" =1250  
 TIENE UNA RESISTENCIA AL DESGASTE DE : 76.92 Y PERDIDA DE : 23.08  
 NORMAS MTC E - 207, NTP 400.019



B.N°5-129804



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



## RESISTENCIA AL DESGASTE "ABRASIÓN LOS ANGELES"

NORMAS MTC E-207, NTP 400.019

**PROYECTO** : TESIS: "Análisis de las Características Mecánicas del Concreto Incorporando Agregado de Concreto Reciclado en la Ciudad de Juliaca"  
**SOLICITANTE** : Bach. Calsina Quispe, Joel Nehemías  
**CANTERA** : UNOCOLLA  
**DOSIFICACIÓN** : CONCRETO RECICLADO 50%  
**FECHA** : 12/12/2019

**TIPO DE AGREGADO:** FINO:  GRUESO:  OTROS:

**MUESTRA OBTENIDA POR:** CUARTEO:  DIVISOR DE MUESTRAS:

**NUMERO DE REVOLUCIONES:** 500  1000

**CARGA ABRASIVA:** 12 ESFERAS

**PESO SECO INICIAL DE LA MUESTRA:**  $W_i = 5000$  gr.

**PESO SECO FINAL RETENIDA EN EL TAMIZ Nº 12:**  $W_r = 3641.0$  gr.

**PESO DEL MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ Nº 12:** = 1359.0 gr.

**PORCENTAJE DE PERDIDA:**  $De = \frac{W_i - W_r}{W_i} \times 100$

De = 27.18 %

### OBSERVACIONES:

GRADACIÓN : "A" 1 1/2"-1"=1250; 1"-3/4"=1250; 3/4"-1/2" =1250; 1/2"-3/8" =1250  
TIENE UNA RESISTENCIA AL DESGASTE DE : 72.82 Y PERDIDA DE : 27.18  
NORMAS MTC E - 207, NTP 400.019



B.N°5-129804



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



## RESISTENCIA AL DESGASTE "ABRASIÓN LOS ANGELES"

NORMAS MTC E-207, NTP 400.019

**PROYECTO** : TESIS: "Análisis de las Características Mecánicas del Concreto Incorporando Agregado de Concreto Reciclado en la Ciudad de Juliaca"

**SOLICITANTE** : Bach. Calsina Quispe, Joel Nehemías

**CANTERA** : UNOCOLLA

**DOSIFICACIÓN** : CONCRETO RECICLADO 75%

**FECHA** : 12/12/2019

**TIPO DE AGREGADO:** FINO:  GRUESO:  OTROS:

**MUESTRA OBTENIDA POR:** CUARTEO:  DIVISOR DE MUESTRAS:

**NUMERO DE REVOLUCIONES:** 500  1000

**CARGA ABRASIVA:** 12 ESFERAS

**PESO SECO INICIAL DE LA MUESTRA:**  $W_i = 5000$  gr.

**PESO SECO FINAL RETENIDA EN EL TAMIZ Nº 12:**  $W_r = 3414.0$  gr.

**PESO DEL MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ Nº 12:** = 1586.0 gr.

**PORCENTAJE DE PERDIDA:**  $De = \frac{W_i - W_r}{W_i} \times 100$

$De = 31.72$  %

**OBSERVACIONES:**

GRADACIÓN : "A" 1 1/2"-1"=1250; 1"-3/4"=1250; 3/4"-1/2" =1250; 1/2"-3/8" =1250  
 TIENE UNA RESISTENCIA AL DESGASTE DE : 68.28 Y PERDIDA DE : 31.72  
 NORMAS MTC E - 207, NTP 400.019



B.N°5-129804



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



## RESISTENCIA AL DESGASTE "ABRASIÓN LOS ANGELES"

NORMAS MTC E-207, NTP 400.019

**PROYECTO** : TESIS: "Análisis de las Características Mecánicas del Concreto Incorporando Agregado de Concreto Reciclado en la Ciudad de Juliaca"

**SOLICITANTE** : Bach. Calsina Quispe, Joel Nehemías

**CANTERA** : UNOCOLLA

**DOSIFICACIÓN** : CONCRETO RECICLADO 100%

**FECHA** : 12/12/2019

**TIPO DE AGREGADO:** FINO:  GRUESO:  OTROS:

**MUESTRA OBTENIDA POR:** CUARTEO:  DIVISOR DE MUESTRAS:

**NUMERO DE REVOLUCIONES:** 500  1000

**CARGA ABRASIVA:** 12 ESFERAS

**PESO SECO INICIAL DE LA MUESTRA:**  $W_i = 5000$  gr.

**PESO SECO FINAL RETENIDA EN EL TAMIZ Nº 12:**  $W_f = 3166.0$  gr.

**PESO DEL MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ Nº 12:** = 1834.0 gr.

**PORCENTAJE DE PERDIDA:**  $De = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100$

$De = 36.68$  %

**OBSERVACIONES:**

GRADACIÓN : "A" 1 1/2"-1"=1250; 1"-3/4"=1250; 3/4"-1/2" =1250; 1/2"-3/8" =1250  
 TIENE UNA RESISTENCIA AL DESGASTE DE : 63.32 Y PERDIDA DE : 36.68  
 NORMAS MTC E - 207, NTP 400.019



B.N°5-129804



**PROYECTO** : TESIS: "Análisis de las Características Mecánicas del Concreto Incorporando Agregado de Concreto Reciclado en la Ciudad de Juliaca"

**SOLICITANTE** : Bach. Calsina Quispe, Joel Nehemías

**CANTERA** : UNOCOLLA

**UBICACIÓN** : UNOCOLLA

**FECHA** : 12/12/2019

**ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS**

**ARENA**

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro																														
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;">A</td> <td style="width: 85%;">-Peso de muestra secada al horno</td> <td style="width: 10%; text-align: right;">484.07</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>-Peso de muestra saturada seca (SSS)</td> <td style="text-align: right;">500.00</td> </tr> <tr> <td>Wc</td> <td>-Peso del picnómetro con agua</td> <td style="text-align: right;">1266.89</td> </tr> <tr> <td>W</td> <td>-Peso del Pic. + muestra + agua</td> <td style="text-align: right;">1575.44</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;"><b>PESO ESPECÍFICO</b></td> </tr> <tr> <td>Wc+B =</td> <td>1767</td> <td>Wc+B-W = 191</td> </tr> <tr> <td>Pe =</td> <td><math>\frac{A}{Wc+B-W}</math></td> <td>2.53 gr/cm<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;"><b>ABSORCIÓN</b></td> </tr> <tr> <td>B =</td> <td>500.00</td> <td>B-A = 15.93</td> </tr> <tr> <td>Abs =</td> <td><math>\frac{(B-A) \times 100}{A}</math></td> <td>3.29 %</td> </tr> </table>	A	-Peso de muestra secada al horno	484.07	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS)	500.00	Wc	-Peso del picnómetro con agua	1266.89	W	-Peso del Pic. + muestra + agua	1575.44	<b>PESO ESPECÍFICO</b>			Wc+B =	1767	Wc+B-W = 191	Pe =	$\frac{A}{Wc+B-W}$	2.53 gr/cm <sup>3</sup>	<b>ABSORCIÓN</b>			B =	500.00	B-A = 15.93	Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A}$	3.29 %
A	-Peso de muestra secada al horno	484.07																																	
B	-Peso de muestra saturada seca (SSS)	500.00																																	
Wc	-Peso del picnómetro con agua	1266.89																																	
W	-Peso del Pic. + muestra + agua	1575.44																																	
<b>PESO ESPECÍFICO</b>																																			
Wc+B =	1767	Wc+B-W = 191																																	
Pe =	$\frac{A}{Wc+B-W}$	2.53 gr/cm <sup>3</sup>																																	
<b>ABSORCIÓN</b>																																			
B =	500.00	B-A = 15.93																																	
Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A}$	3.29 %																																	
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00																															
N° 8	98.51	19.70	19.70	80.30																															
N° 16	127.56	25.51	45.21	54.79																															
N° 30	129.99	26.00	71.21	28.79																															
N° 50	84.42	16.68	88.10	11.90																															
N° 100	34.48	6.90	94.99	5.01																															
N° 200	17.44	3.49	98.48	1.52																															
FONDO	7.60	1.52	100.00	0.00																															
SUMA	500.00	100.00																																	
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico																																			
<b>Mf = MODULO DE FINEZA</b> 3.19																																			

**PIEDRA**

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro																														
2"	0.0	0.00	0.00	100.00	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;">A</td> <td style="width: 85%;">-Peso de muestra secada al horno</td> <td style="width: 10%; text-align: right;">784.91</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>-Peso de muestra saturada seca (SSS)</td> <td style="text-align: right;">800.00</td> </tr> <tr> <td>Wc</td> <td>-Peso del picnómetro con agua</td> <td style="text-align: right;">1265.89</td> </tr> <tr> <td>W</td> <td>-Peso del Pic. + muestra + agua</td> <td style="text-align: right;">1756.30</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;"><b>PESO ESPECÍFICO</b></td> </tr> <tr> <td>Wc+B =</td> <td>2066</td> <td>Wc+B-W = 310</td> </tr> <tr> <td>Pe =</td> <td><math>\frac{A}{Wc+B-W}</math></td> <td>2.54 gr/cm<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;"><b>ABSORCIÓN</b></td> </tr> <tr> <td>B =</td> <td>800.00</td> <td>B-A = 15.09</td> </tr> <tr> <td>Abs =</td> <td><math>\frac{(B-A) \times 100}{A}</math></td> <td>1.92 %</td> </tr> </table>	A	-Peso de muestra secada al horno	784.91	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS)	800.00	Wc	-Peso del picnómetro con agua	1265.89	W	-Peso del Pic. + muestra + agua	1756.30	<b>PESO ESPECÍFICO</b>			Wc+B =	2066	Wc+B-W = 310	Pe =	$\frac{A}{Wc+B-W}$	2.54 gr/cm <sup>3</sup>	<b>ABSORCIÓN</b>			B =	800.00	B-A = 15.09	Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A}$	1.92 %
A	-Peso de muestra secada al horno	784.91																																	
B	-Peso de muestra saturada seca (SSS)	800.00																																	
Wc	-Peso del picnómetro con agua	1265.89																																	
W	-Peso del Pic. + muestra + agua	1756.30																																	
<b>PESO ESPECÍFICO</b>																																			
Wc+B =	2066	Wc+B-W = 310																																	
Pe =	$\frac{A}{Wc+B-W}$	2.54 gr/cm <sup>3</sup>																																	
<b>ABSORCIÓN</b>																																			
B =	800.00	B-A = 15.09																																	
Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A}$	1.92 %																																	
1 1/2"	0.0	0.00	0.00	100.00																															
1"	167.0	4.77	4.77	95.23																															
3/4"	622.00	17.77	22.54	77.46																															
1/2"	870.00	24.88	47.40	52.60																															
3/8"	966.00	27.60	75.00	25.00																															
1/4"	825.00	23.57	98.57	1.43																															
N° 4	50.00	1.43	100.00	0.00																															
FONDO	0.00	0.00	100.00	0.00																															
SUMA	3500.00	100.00																																	
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico																																			

**OBSERVACIONES:**

LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS Y LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL TESISTA.



B.N°5-129804





**UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

**PROYECTO** : TESIS: "Análisis de las Características Mecánicas del Concreto Incorporando Agregado de Concreto Reciclado en la Ciudad de Juliaca"

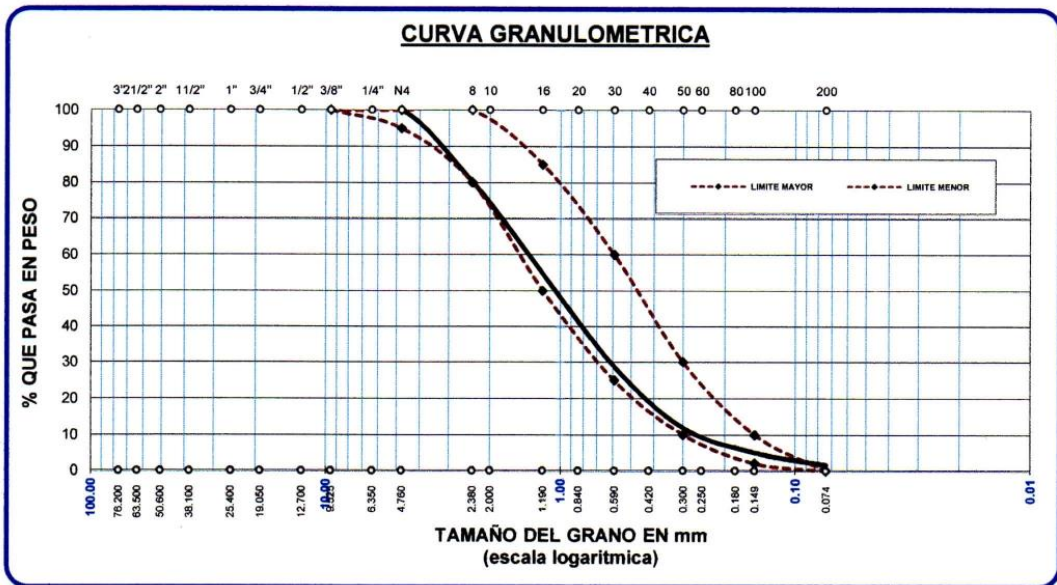
**SOLICITADO** : Bach. Calsina Quispe, Joel Nehemías

**CANTERA** : UNOCOLLA

**UBICACIÓN** : UNOCOLLA

**FECHA** : 12/12/2019

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	Peso Inicial = 500 Modulo de Fineza = 3.19 % que pasa la malla 200 = 1.52
1/4"	6.350						
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	95 100	
No8	2.380	98.51	19.70	19.70	80.30	80 100	
No10	2.000						
No16	1.190	127.56	25.51	45.21	54.79	50 85	
No20	0.840						
No30	0.590	129.99	26.00	71.21	28.79	25 60	
No40	0.420						
No 50	0.300	84.42	16.88	88.10	11.90	10 30	
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	34.48	6.90	94.99	5.01	2 10	
No200	0.074	17.44	3.49	98.48	1.52	0 0	
<b>BASE</b>		<b>7.60</b>	<b>1.52</b>	<b>100.00</b>	<b>0.00</b>		<b>OBSERVACIONES:</b> <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>
<b>TOTAL</b>		<b>500.00</b>	<b>100.00</b>				
<b>% PERDIDA</b>		<b>1.52</b>					



**OBSERVACIONES:**  
 LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS Y LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL TESISISTA.



B.N°5-129804



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

**PROYECTO** : TESIS: "Análisis de las Características Mecánicas del Concreto Incorporando Agregado de Concreto Reciclado en la Ciudad de Juliaca"

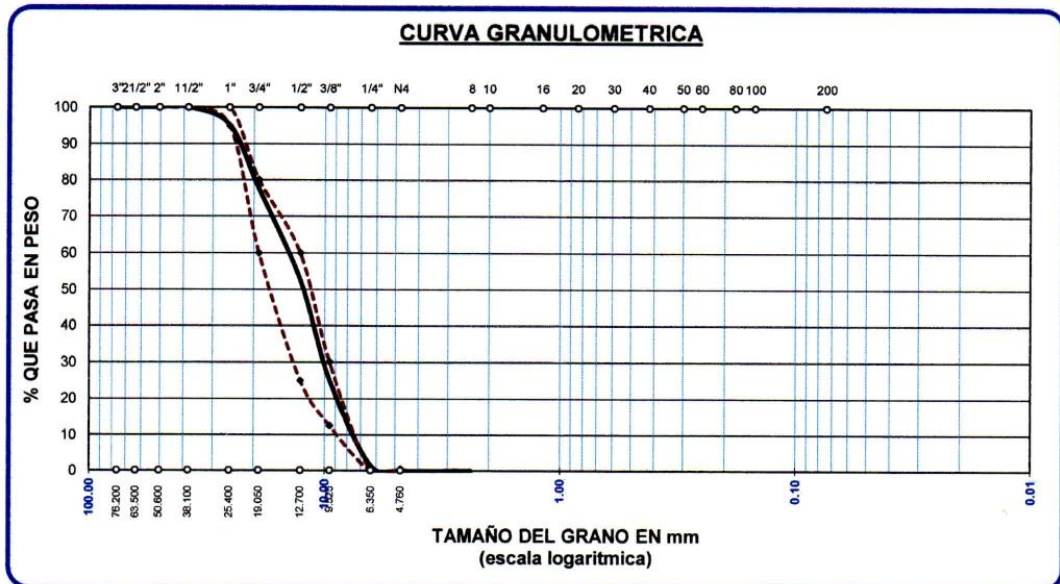
**SOLICITADO** : Bach. Calsina Quispe, Joel Nehemías

**CANTERA** : UNOCOLLA

**UBICACIÓN** : UNOCOLLA

**FECHA** : 12/12/2019

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	% QUE	ESPECIF.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
ASTM	mm	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA		
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		Peso Inicial = 3500.00  Tamaño máx. = 1"  OBSERVACIONES: <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	167.00	4.77	4.77	95.23		
3/4"	19.050	622.00	17.77	22.54	77.46		
1/2"	12.700	870.00	24.86	47.40	52.60		
3/8"	9.525	966.00	27.60	75.00	25.00		
1/4"	6.350	825.00	23.57	98.57	1.43		
No4	4.760	50.00	1.43	100.00	0.00		
BASE		0.00	0.00	100.00	0.0		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		0.00					



**OBSERVACIONES:**  
 LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS Y LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL TESISISTA.


 UNIV. - FICP  
 INGENIERIA CIVIL  
 Ing. Oscar V. Yamante Caba  
 CIP. 32730

B.N°5-129804



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



## DISEÑO DE MEZCLA $F'c = 210 \text{ Kg./cm.}^2$

### PROYECTO

TESIS: "Análisis de las Características Mecánicas del Concreto Incorporando Agregado de Concreto Reciclado en la Ciudad de Juliaca"

**SOLICITANTE** : Bach. Calsina Quispe, Joel Nehemias

**CANTERA** : UNOCOLLA

**UBICACIÓN** : UNOCOLLA

**FECHA** : 12/12/2019

### PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74  
 ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión  $F'c = 210 \text{ Kg./cm.}^2$  a los 28 días entonces la resistencia promedio  $F'cr = 294 \text{ Kg./cm.}^2$

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: 1 (25.40mm)

Además se indica las pruebas de laboratorio para los agregados realizadas previamente:

### RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO (GRAVA)	AGREGADO FINO (ARENA)
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.54	2.53
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1643	1685
P.U. Suelto	1523	1564
% de Absorción	1.92	3.29
% de Humedad Natural	3.28	4.57
Modulo de Fineza	-	3.19

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- 1, El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
- 2, Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal: 1 " (25.40mm)
- 3, Puesto que no se utilizara incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: 193 Lt/m3
- 4, Como el concreto no estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: 1.5 %
- 5, Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: 0.55
- 6, De acuerdo a la información obtenida en los items 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$( 193 \text{ Lt/m}^3 ) / ( 0.55 ) = 351 \text{ Kg/m}^3$$



B.N°5-129804



- 7, De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 3.19 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1643 Kg/m<sup>3</sup> y un agregado grueso con tamaño máximo nominal 1" (25.40mm) se recomienda el uso de 0.631 m<sup>3</sup> de agregado grueso por m<sup>3</sup> de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.631) * (1643) = 1037 \text{ Kg/m}^3$$

- 8, Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m<sup>3</sup> de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

Con las cantidades de agua, cemento y agregado grueso ya determinadas y considerando el contenido aproximado de aire atrapado, se puede calcular el contenido de arena como sigue:

Volúmen absoluto de agua	= ( 193 ) / ( 1000 )	= 0.193
Volúmen absoluto de cemento	= ( 351 ) / ( 2.88 * 1000 )	= 0.122
Volúmen absoluto de agregado grueso	= ( 1037 ) / ( 2.54 * 1000 )	= 0.409
Volúmen de aire atrapado	= ( 1.5 ) / ( 100 )	= 0.015
Volúmen sub total	=	0.739

Volúmen absoluto de arena

Por tanto el peso requerido de arena seca será de: = ( 1.000 - 0.739 ) = 0.261 m<sup>3</sup>

$$(0.261) * (2.53) * 1000 = 660 \text{ Kg/m}^3$$

- 9, De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad, por las que se tiene que ser corregidas los pesos de los agregados:

Agregado grueso húmedo ( 1037 ) \* ( 1.03281 ) = 1071 Kg.

Agregado Fino húmedo ( 660 ) \* ( 1.0457 ) = 691 Kg.

- 10, El agua de absorción no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse y ajustarse por adición de agua. De esta manera la cantidad de agua efectiva es:

$$193 - 1037 * \left( \frac{3.28 - 1.92}{100} \right) - 660 \left( \frac{4.57 - 3.29}{100} \right) = 170$$

**DOSIFICACION**

AGREGADO	DOSIFICACION EN PESO SECO (Kg/m <sup>3</sup> )	PROPORCION EN VOLUMEN PESO SECO	DOSIFICACION EN PESO HUMEDO (Kg/m <sup>3</sup> )	PROPORCION EN VOLUMEN PESO HUMEDO
Cemento	351	1.00	351	1.00
Agua	193	0.55	170	0.49
Agreg. Grueso	1037	2.95	1071	3.05
Agreg. Fino	660	1.88	691	1.97
Aire	1.5 %		1.5 %	

**8.26 BOLSAS / m<sup>3</sup> DE CEMENTO**

**DOSIFICACION POR PESO:**

Cemento	:	42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	:	83.64 Kg.
Agregado grueso húmedo	:	129.70 Kg.
Agua efectiva	:	20.64 Kg.





UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**DOSIFICACION POR TANDAS:**

Para Mezcladora de 9 pies<sup>3</sup>

1.0 Bolsa de Cemento:	Redondeo
- 1.89 p3 de Arena	1.9 p3 de Arena
- 3.01 p3 de Grava	3.0 p3 de Grava
- 21 Lt de Agua	21 Lt de Agua

**RECOMENDACIONES**

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACION POR TANDAS.  
\* Se debera de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

**OBSERVACIONES:**

LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS Y LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL TESISISTA.



B.N°5-129804



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**PROYECTO** : TESIS: "Análisis de las Características Mecánicas del Concreto Incorporando Agregado de Concreto Reciclado en la Ciudad de Juliaca "

**SOLICITANTE** : Bach. Calsina Quispe, Joel Nehemías

**CANTERA** : UNOCOLLA

**DESCRIPCIÓN** : CONCRETO RECICLADO 25%

**FECHA** : 12/12/2019

### ANALISIS MECANICO Y PROPIEDADES FISICAS DE AGREGADOS

#### AGREGADO GRUESO

A	-Peso de muestra secada al horno	780.20
B	-Peso de muestra saturada seca (SSS)	800.00
Wc	-Peso del picnómetro con agua	1265.89
W	-Peso del Pic. + muestra + agua	1755.00

#### PESO ESPECIFICO

$$Wc+B = 2066 \qquad Wc+B-W = 311$$
$$Pe = \frac{A}{Wc+B-W} = \frac{780.20}{311} = 2.51 \text{ gr/cm}^3$$

#### ABSORCION

$$B = 800.00 \qquad B-A = 19.80$$
$$Abs = \frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{19.80 \times 100}{780.20} = 2.54 \%$$

#### OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS Y LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL TESISISTA.



B.N°5-129804



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**PROYECTO** : TESIS: "Análisis de las Características Mecánicas del Concreto Incorporando Agregado de Concreto Reciclado en la Ciudad de Juliaca"  
**SOLICITANTE** : Bach. Calsina Quispe, Joel Nehemías  
**CANTERA** : UNOCOLLA  
**DESCRIPCIÓN** : CONCRETO RECICLADO 50%  
**FECHA** : 12/12/2019

### ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE AGREGADOS

#### AGREGADO GRUESO

A	-Peso de muestra secada al horno	776.00
B	-Peso de muestra saturada seca (SSS)	800.00
Wc	-Peso del picnómetro con agua	1265.89
W	-Peso del Pic. + muestra + agua	1751.00

**PESO ESPECÍFICO**

Wc+B =	2066	Wc+B-W =	315
Pe =	$\frac{A}{Wc+B-W}$	=	2.46 gr/cm <sup>3</sup>

**ABSORCIÓN**

B =	800.00	B-A =	24.00
Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A}$	=	3.09 %

**OBSERVACIONES:**

LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS Y LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL TESISTA.



B.N°5-129804



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**PROYECTO** : TESIS: "Análisis de las Características Mecánicas del Concreto Incorporando Agregado de Concreto Reciclado en la Ciudad de Juliaca "

**SOLICITANTE** : Bach. Calsina Quispe, Joel Nehemías

**CANTERA** : UNOCOLLA

**DESCRIPCIÓN** : CONCRETO RECICLADO 75%

**FECHA** : 12/12/2019

### ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE AGREGADOS

#### AGREGADO GRUESO

A	-Peso de muestra secada al horno	771.80
B	-Peso de muestra saturada seca (SSS)	800.00
Wc	-Peso del picnómetro con agua	1265.89
W	-Peso del Pic. + muestra + agua	1748.11

#### PESO ESPECÍFICO

$$Wc+B = 2066 \qquad Wc+B-W = 318$$

$$Pe = \frac{A}{Wc+B-W} = 2.43 \text{ gr/cm}^3$$

#### ABSORCIÓN

$$B = 800.00 \qquad B-A = 28.20$$

$$Abs = \frac{(B-A) \times 100}{A} = 3.65 \%$$

#### OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS Y LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL TESISITA.



B.N°5-129804





UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**PROYECTO** : TESIS: "Análisis de las Características Mecánicas del Concreto Incorporando Agregado de Concreto Reciclado en la Ciudad de Juliaca"  
**SOLICITANTE** : Bach. Calsina Quispe, Joel Nehemías  
**CANTERA** : UNOCOLLA  
**DESCRIPCIÓN** : CONCRETO RECICLADO 100%  
**FECHA** : 12/12/2019

### ANALISIS MECANICO Y PROPIEDADES FISICAS DE AGREGADOS

#### AGREGADO GRUESO

A	-Peso de muestra secada al horno	767.21
B	-Peso de muestra saturada seca (SSS)	800.00
Wc	-Peso del picnómetro con agua	1265.89
W	-Peso del Pic. + muestra + agua	1745.34

<u>PESO ESPECIFICO</u>			
Wc+B =	2066	Wc+B-W =	321
Pe =	$\frac{A}{Wc+B-W}$	=	2.39 gr/cm <sup>3</sup>

<u>ABSORCION</u>			
B =	800.00	B-A =	32.79
Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A}$	=	4.27 %

#### OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS Y LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL TESISISTA.



B.N°5-129804



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**


**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Declaratoria de Originalidad de  
los Autores**

Yo (Nosotros) JOEL NEHEMIAS CALSINA QUISPE estudiante(s) de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA. de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: " ANÁLISIS DE LAS CARACTERISTICAS MECÁNICAS DEL CONCRETO INCORPORANDO AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO EN LA CIUDAD DE JULIACA - 2021 ", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
JOEL NEHEMIAS CALSINA QUISPE DNI: 46004660 ORCID: 0000-0002-9620-0167	 Fecha: 06 de May 2021