



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TOPOGRÁFICA Y**  
**AGRIMENSURA**



**INCORPORACIÓN DE RESIDUOS CERÁMICOS COMO**  
**SUSTITUTO DE AGREGADO GRUESO Y SU INFLUENCIA EN LA**  
**RESISTENCIA DEL CONCRETO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. RENE ALEX ROMERO CONDORI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO TOPÓGRAFO Y AGRIMENSOR**

**PUNO – PERÚ**

**2024**



NOMBRE DEL TRABAJO

**INCORPORACIÓN DE RESIDUOS CERÁMICOS COMO SUSTITUTO DE AGREGADO GRUESO Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA**

AUTOR

**RENE ALEX ROMERO CONDORI**

RECuento DE PALABRAS

**14978 Words**

RECuento DE CARACTERES

**76825 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**91 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**3.0MB**

FECHA DE ENTREGA

**Jul 16, 2024 3:32 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jul 16, 2024 3:36 PM GMT-5**

● **18% de similitud general**

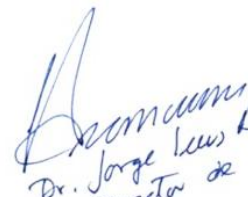
El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 17% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 7% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente

  
Dr. Valeriano CONDORI APAZA  
SUBDIRECTOR DE INVESTIGACION  
EPITA-FCA

  
Dr. Jorge Luis Aros Tevilla  
Director de Tesis

Resumen



## DEDICATORIA

*Durante estos años de lucha constante, de gratas vivencias, de momentos de éxitos, fracasos, desesperanza para poder cumplir mis objetivos y así poder alcanzar uno de mis más grandes anhelos, culminar mi carrera, los deseos de superarme y de lograr mi meta era tan grande que logre vencer todos los obstáculos y es por ello que debo dedicar este triunfo a quienes en todo momento me llenaron de amor y apoyo.*

*Primeramente, a ti mi Dios, por darme la oportunidad de vivir y darme una familia maravillosa.*

*Para las personas más valiosas en mi vida, mi Padre y mi Madre que siempre fueron motor y motivo de mi admiración personal, símbolo de nobleza, fortaleza, coraje, como siempre lo digo los quiero mucho y gracias por enseñarme todos los valores y el respeto a la vida.*

*A la persona más importante de mi vida, mi Amor Susan, que eres la dueña de mi corazón gracias por los años que estuviste conmigo, eres todo en mi vida, gracias por tu apoyo incondicional.*

*A mis hermanas y hermanos por ayudarme a cumplir mis metas durante estos años de perseverancia, gracias Yeni, Yudith, Vilma(T), Sandra, Manuel y Edwin.*

**Rene Alex**



## AGRADECIMIENTOS

*A mis profesores de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno, por darme los conocimientos y experiencias compartidas durante mi formación profesional, de manera especial a mi asesor de Tesis Dr. Jorge Luis Aroste Villa, por su apoyo académico durante el proceso de investigación.*

**Rene Alex**



# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	
<b>ÍNDICE DE ACRÓNIMOS</b>	
<b>RESUMEN .....</b>	<b>12</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>13</b>
<b>CAPITULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>14</b>
<b>1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>15</b>
1.2.1. Problema general .....	15
1.2.2. Problema específico .....	15
<b>1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>15</b>
<b>1.4. OBJETIVOS .....</b>	<b>16</b>
1.4.1. Objetivo general.....	16
1.4.2. Objetivos específicos .....	16
<b>1.5. HIPÓTESIS.....</b>	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	
<b>2.1. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>17</b>



2.1.1. La cerámica.....	17
2.1.2. Reciclado de cerámica .....	20
2.1.3. Concreto.....	20
2.1.4. Agregados .....	22
2.1.5. Agua.....	25
2.1.6. Cemento .....	27
2.1.7. Diseño de mezcla .....	28
<b>2.2. ANTECEDENTES.....</b>	<b>34</b>
2.2.1. Internacionales .....	34
2.2.2. Nacional.....	36
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	
<b>3.1. LUGAR DE ESTUDIO.....</b>	<b>39</b>
<b>3.2. POBLACIÓN.....</b>	<b>39</b>
<b>3.3. MUESTRA .....</b>	<b>39</b>
<b>3.4. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>40</b>
3.4.1. Tipo de investigación.....	40
3.4.2. Diseño de investigación .....	40
3.4.3. Nivel de estudio .....	41
<b>3.5. VARIABLES.....</b>	<b>41</b>
3.5.1. Variable Dependiente .....	41
3.5.2. Variable Independiente .....	41
<b>3.6. MÉTODOS.....</b>	<b>42</b>
3.6.1. Métodos de ensayos .....	42
3.6.2. Métodos estadísticos .....	42



<b>3.7. MATERIALES .....</b>	<b>43</b>
<b>3.8. EQUIPOS .....</b>	<b>44</b>
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
<b>4.1. AGREGADO GRUESO RECICLADO CERÁMICO .....</b>	<b>45</b>
4.1.1. Trituración .....	45
4.1.1. Forma y textura .....	47
4.1.2. Análisis granulométrico .....	47
4.1.3. Módulo de fineza .....	52
4.1.4. Peso específico.....	53
4.1.5. Absorción.....	53
4.1.6. Peso volumétrico.....	54
<b>4.2. RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO .....</b>	<b>55</b>
4.2.1. Diseño de mezcla .....	55
4.2.2. Resultado de asentamiento.....	57
4.2.3. Resistencia a la compresión.....	58
<b>4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO....</b>	<b>59</b>
<b>4.4. DISCUSIÓN .....</b>	<b>62</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>64</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>65</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>66</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>72</b>

**ÁREA:** Ingeniería de la construcción

**TEMA:** Topografía

**Fecha de sustentación:** 19 de julio del 2024



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b> Propiedades físicas de las baldosas cerámicas .....	18
<b>Tabla 2</b> Granulometría del agregado grueso ntp 400.037 .....	24
<b>Tabla 3</b> Granulometría del agregado fino ntp 400.037 .....	25
<b>Tabla 4</b> Límites del agua de mezcla .....	26
<b>Tabla 5</b> Selección del asentamiento del concreto.....	30
<b>Tabla 6</b> Contenido de agua de mezcla.....	31
<b>Tabla 7</b> Porcentaje de aire en el concreto.....	32
<b>Tabla 8</b> Relación agua/cemento del concreto.....	32
<b>Tabla 9</b> Volumen de agregado grueso compactado.....	33
<b>Tabla 10</b> Cantidad de diseño de mezclas según % de AGRC y a/c .....	39
<b>Tabla 11</b> Cantidad de muestras por diseño de mezclas según % de AGRC y a/c.....	40
<b>Tabla 12</b> Análisis de varianza para 2 factores con n réplicas.....	43
<b>Tabla 13</b> Materiales para la elaboración de concretos .....	44
<b>Tabla 14</b> Granulometría del agregado grueso cerámico.....	48
<b>Tabla 15</b> Granulometría del agregado grueso natural .....	49
<b>Tabla 16</b> Granulometría del agregado fino natural .....	51
<b>Tabla 17</b> Módulo de fineza de los agregados .....	52
<b>Tabla 18</b> Resultados del peso específico de los agregados .....	53
<b>Tabla 19</b> Porcentaje de absorción de los agregados .....	54





<b>Tabla 20</b>	Peso volumétrico seco suelto y compactados de los agregados.....	54
<b>Tabla 21</b>	Propiedades físicas de los agregados gruesos y finos .....	55
<b>Tabla 22</b>	Dosificaciones con porcentajes de AGRC, AGN y afn con a/c de 0.55 .....	56
<b>Tabla 23</b>	Dosificaciones con porcentajes de AGRC, AGN y afn con a/c de 0.48 .....	56
<b>Tabla 24</b>	Dosificaciones con porcentajes de AGRC, AGN y afn con a/c de 0.43 .....	56
<b>Tabla 25</b>	Resultados de asentamiento en el concreto fresco .....	57
<b>Tabla 26</b>	Resistencia a la compresión del concreto por diseño de mezcla.....	59
<b>Tabla 27</b>	Anova, análisis de varianza en la resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) .....	59
<b>Tabla 28</b>	Tukey de resistencia por porcentaje de AGRC .....	60
<b>Tabla 29</b>	Tukey de resistencia por relación agua/cemento.....	61



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> Tipos de cerámicas.....	19
<b>Figura 2</b> Residuos cerámicos de botaderos clandestinos .....	45
<b>Figura 3</b> Trituración y tamizado del material cerámico .....	46
<b>Figura 4</b> Material tamizado por la malla 1/4” .....	46
<b>Figura 5</b> Curva granulométrica del agregado grueso cerámico.....	49
<b>Figura 6</b> Curva granulométrica del agregado grueso natural .....	50
<b>Figura 7</b> Curva granulométrica del agregado fino natural .....	51
<b>Figura 8</b> Asentamientos registrados en los concretos con AGRI y AGR .....	58
<b>Figura 9</b> Resistencia del concreto con diferentes ag y relaciones a/c .....	61



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

a/c	: agua/cemento
ACI	: American Concrete Institute (Instituto Americano del Concreto)
AFN	: Agregado Fino Natural
AGN	: Agregado Grueso Natural
AGRC	: Agregado Grueso Reciclado Cerámico
ANOVA	: Análisis de Varianza
ASTM	: American Society for Testing and Materials (Sociedad Estadounidense de Pruebas y Materiales)
E.060	: Norma técnica de Edificación, Concreto Armado
IP	: Cemento tipo I, Puzolánico
MF	: Módulo de Fineza
MVCS	: Ministerio de vivienda, Construcciones y Saneamiento
NTP	: Norma Técnica Peruana
PU	: Peso Unitario
PVSC	: Peso Volumétrico Seco Compactado
PVSS	: Peso Volumétrico Seco Suelto
TMN	: Tamaño Máximo Nominal



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Incorporación de residuos cerámicos como sustituto de agregado grueso y su influencia la resistencia del concreto”, realizado en la Ciudad de Puno, en el Laboratorio de Ensayos y Materiales de la E.P. Ingeniería Topográfica UNA PUNO, tuvo como objetivo determinar la influencia de los residuos cerámicos en la resistencia del concreto al sustituir en 25%, 50%, 75% y 100% de agregado grueso reciclado cerámico (AGRC) por agregado grueso natural (AGN), utilizando las Normas Técnicas Peruanas para las pruebas de análisis granulométrico, peso específico, absorción, pesos unitarios seco y compactado, el diseño de mezcla por el método del ACI 211 con relaciones de a/c de 0,55, 0,48 y 0,43, y se realizó la prueba de resistencia a la compresión con probetas de concreto. El tipo de investigación es descriptivo-relacional, el análisis estadístico fue con un ANOVA unifactorial, la diferencia con las pruebas de Tukey. Los resultados mostraron que la resistencia del concreto a la compresión esta indirectamente relacionado al % de AGRC, a mayor porcentaje de agregado grueso reciclado cerámico en el concreto, disminuye la resistencia del concreto, la relación a/c de 0.48 con el uso de 100% de AGRC puede llegar a una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>, la relación a/c de 0.55 con el uso de 63% AGRC puede llegar a 210 kg/cm<sup>2</sup>, y para una relación a/c de 0.43 con el 100% de AGRC llega a resistencia de 260 kg/cm<sup>2</sup>, siendo un porcentaje ideal de 25% de AGRC, que iguala a la resistencia del concreto con agregado grueso natural.

**Palabras clave:** Agregados reciclados, diseño de mezcla, resistencia del concreto, relación a/c.



## ABSTRACT

The present research work entitled “Incorporation of ceramic waste as a substitute for coarse aggregate and its influence on the resistance of concrete”, carried out in the City of Puno, in the Testing and Materials Laboratory of the E.P. UNA PUNO Topographic Engineering, aimed to determine the influence of ceramic waste on the resistance of concrete by replacing 25%, 50%, 75% and 100% of recycled ceramic coarse aggregate (RCG) with natural coarse aggregate (AGN), using the Peruvian Technical Standards for granulometric analysis tests, specific weight, absorption, dry and compacted unit weights, the mix design by the ACI 211 method with w/c ratios of 0.55, 0.48 and 0.43, and the compressive strength test was carried out with concrete specimens. The type of research is descriptive-relational, the statistical analysis was with a univariate ANOVA, the difference with the Tukey. The results showed that the resistance of concrete to compression is indirectly related to the % of AGRC, the greater the percentage of recycled ceramic coarse aggregate in the concrete, the resistance of the concrete decreases, the w/c ratio of 0.48 with the use of 100% of AGRC can reach a strength of 210 kg/cm<sup>2</sup>, the w/c ratio of 0.55 with the use of 63% AGRC can reach 210 kg/cm<sup>2</sup>, and for a w/c ratio of 0.43 with 100% AGRC It reaches a resistance of 260 kg/cm<sup>2</sup>, an ideal percentage of 25% AGRC, which equals the resistance of concrete with natural coarse aggregate.

**Keywords:** Recycled aggregates, mix design, concrete strength, w/c ratio



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El vertido de diversos residuos de construcción es una preocupación ambiental en el país, en el mundo y la región, y estos residuos peligrosos han crecido a un nivel alarmante, producidos por las industrias locales que generan todo tipo de residuos cada año, entre las que se encuentra una gran cantidad de residuos cerámicos producto de los desechos de las obras, por ejemplo; de construcción de viviendas, locales comerciales, etc. Una solución de disponer de estos residuos es su utilización como agregados reciclados en el concreto, y siendo la industria de la construcción una de las actividades que más utiliza agregados para el concreto, y al mismo tiempo genera más residuos de construcción, es esta la que debe de promover la reutilización y reciclaje de las mismas.

Por ello, la tecnología del reciclaje es muy importante en la construcción porque nos ayuda a promover materiales alternativos en la construcción. Se han desarrollado productos innovadores para mejorar el concreto, como aditivos que funcionan cambiando la estructura y propiedades del cemento, así como el uso de agregados reciclados, esto nos aporta nuevas ventajas como la productividad, rendimiento y sostenibilidad.

Las obras de construcción generan cantidades de residuos, que luego se desvían generalmente a los depósitos clandestinos donde se acumulan. Las empresas constructoras las descargan irresponsablemente en lugares inapropiados (botaderos, escombreras). Estos desechos por la mayoría de la gente y empresas no son considerados como recursos, ya que si se manejan bien, nos pueden traer muchos beneficios, valor y materiales económicamente viables.



El propósito de este estudio es analizar las propiedades físicas el residuo cerámico triturado y reemplazarlo en porcentaje de agregado grueso y, su efecto en la resistencia a la compresión del concreto en estado endurecido, por lo que se tienen los siguientes interrogantes:

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1 Problema general**

- ¿De qué manera influye los residuos cerámicos al sustituir 25% 50%,75% y 100% del agregado grueso en las propiedades físico mecánicas del concreto?

### **1.2.2 Problema específico**

- ¿Cuáles son las propiedades físicas del residuo cerámico como agregado grueso?
- ¿Cuánto será la resistencia de los concretos elaborados con residuos cerámicos al sustituir 25%, 50%, 75% y 100% del agregado grueso?

## **1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

La presente investigación es un método que se puede utilizar para el tratamiento y la gestión de los residuos sólidos provenientes y/o generados por la demolición de elementos de cerámicos provenientes de las viviendas y otros.

Reducir el impacto ambiental de los botaderos clandestino de construcción cercana al lago Titicaca y mejorar el entorno urbanístico.

Reducir el uso de recursos naturales (recursos no renovables) y materias primas como son los agregados de ríos para la producción de concretos nuevos.



Reducir los procesos de dragado de ríos utilizados para extraer agregados naturales y proteger las riberas naturales de los ríos la misma que si se deterioran producen inundaciones regionales.

El desarrollo de políticas de reciclaje y su industrialización municipal contempla el ahorro energético, la biotecnología adecuada y el compromiso de reducir el calentamiento global.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo general**

Determinar la influencia de los residuos cerámicos al sustituir en 25%, 50%, 75% y 100% del agregado grueso en la resistencia del concreto.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Analizar las propiedades físicas del residuo cerámico como agregado grueso.
- Determinar la resistencia del concreto elaborado con residuos cerámicos al sustituir en 25% 50%, 75% y 100% del agregado grueso.

## **1.5 HIPÓTESIS**

Los residuos cerámicos al sustituir en 25%, 50%, 75% y 100% del agregado grueso natural influyen en la resistencia del concreto.





## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 MARCO TEÓRICO

##### 2.1.1 La cerámica

Según Rojas (2019), la cerámicas o baldosas cerámicas son láminas delgadas utilizadas para revestimientos de paredes y pisos hechas de una combinación de arcilla y otros materiales inorgánicos, moldeadas y cocidas a una temperatura suficiente para lograr las propiedades deseadas de manera estable, cuyos principales ingredientes utilizados en la producción de baldosas cerámicas son;

- **Caolín o arcilla.** Rocas sedimentarias constituidas por partículas finas, cuya masa se vuelve plástica y se endurece al entrar en contacto con agua a temperaturas elevadas.
- **Cuarzo.** Este material forma la estructura de la mezcla, haciéndola más resistente a los cambios que se producen durante las etapas de secado y cocción.
- **Feldespatos o talco.** Este compuesto produce una gran fase líquida durante la ebullición blanca.

##### 2.1.1.1 Tipos de cerámicas

Según Restrepo (2011), los tipos de baldosas cerámicas son los siguientes:

- **Azulejo.** (Vatios) Producido con dos o una cocción; Se utilizan para revestimientos de paredes interiores.

- **Pavimento de gres** (Piso de piedra). Se llama adoquín de gel y se usa para pisos interiores, pero también se puede usar para cubrir paredes exteriores y pisos exteriores si son duraderos.
- **Gres porcelánico** (Cerámica). Se utilizan para revestimientos de paredes interiores y exteriores, así también para suelos y pisos.
- **Azulejos catalanes** (Baldosín catalán). Se utiliza para suelos de terrazas, balcones y verandas, a menudo en combinación con Olambrillas (pequeñas vasijas de barro cuadradas de color blanco con acabado azul).
- **Gres rústico** (Cerámica de estilo campestre). Nombre de las baldosas de baja absorción y extrusión, normalmente sin esmaltar.
- **Barro cocido** (Arcilla hervida). Este nombre suele referirse a baldosas cerámicas muy complejas y con características muy diferentes, contemporáneas sólo por su aspecto rústico y su alta absorbencia.

En la Tabla 1, se mencionan algunas propiedades físicas de las baldosas cerámicas

**Tabla 1**

*Propiedades físicas de las baldosas cerámicas*

<b>Tipo baldosa</b>	<b>Textura</b>	<b>Tiene esmalte</b>	<b>Medidas usuales (cm)</b>	<b>Grosor (cm)</b>	<b>Tipo de moldeo</b>
Azulejos	Poroso	Si	10x10 a 45x60	Menor a 0.10	Prensado
Pavimento de gres	No poroso	Si	10x10 a 60x60	Mayor a 0.8	Prensado
Gres porcelamico	No poroso	No	15x15 a 60x60	Mayor a 0.8	Prensado
Baldosin Catalan	Liger, poroso	No	13x13 a 24x40	Menor a 0.8	Extrudido
Gres Rustico	No poroso	No – Si	11.5x11.5 a 37x37	Mayor a 0.10	Extrudido
Barro cocido	Poroso	No	Gran variedad	Mayor a 0.10	Extrudido

Nota: (Restrepo, 2011)

## **Figura 1**

### *Tipos de cerámicas*



Nota: <https://dateando.com/reportero-dateando/pilperca-ceramica-tipos-y-usos-construccion/>

### **2.1.1.2 Usos de los residuos cerámicos**

Según Chicaiza y Guerra (2018), Actualmente el material procedente de residuos cerámicos se utiliza como aditivo para el concreto; para demostrar su utilidad como sustituto del cemento se debe principalmente a sus propiedades puzolánicas, que inciden en la dureza a la compresión y, con la adición de una determinada proporción de polvo cerámico, aumentan la dureza del concreto a la compresión.

### **2.1.1.3 Composición de la cerámica**

Según Restrepo (2011), las materias primas de la cerámica son el caolín y la arcilla, que se utilizan junto con otras sustancias como desengrasantes, fundentes, suavizantes y colorantes. El material



desengrasado tiene propiedades que permiten a la cerámica reducir la plasticidad y la contracción durante el secado. Los aditivos utilizados como quemadores suelen ser aserrín o cenizas, que se caracterizan por aumentar la cantidad de poros del revestimiento cerámico y mejorar la homogeneidad de la mezcla. La contracción de la arcilla es la disminución del volumen de la arcilla, expresada como porcentaje, en comparación con la masa original.

### **2.1.2 Reciclado de cerámica**

Según Yau (2018), La cerámica se utiliza como material decorativo para revestir pisos y paredes, pero cuando estos materiales llegan al final de su vida útil o los dueños del edificio quieren remodelarlos se deben retirar las losas o pisos. A menudo las baldosas se levantan del suelo, doblándolos hacia arriba y muchas veces se agrietan, creando un sonido perceptible de rotura de la baldosa.

Según Viera y Chicaiza (2018) Cuando se utilizan baldosas cerámicas como revestimientos cerámicos, se pueden utilizar como elemento en la preparación del concreto, ya que facilita la sustitución del cemento, árido grueso o árido fino. Llegaron a la conclusión de que la molienda de cerámica en polvo puede sustituir parcialmente al cemento o al árido fino, teniendo un efecto positivo sobre la resistencia a la compresión, y la tasa de adición de polvo cerámico de hasta el 10%, e indican la posibilidad de utilizar este material reciclado.

### **2.1.3 Concreto**

Según Orozco et al. (2018), mencionan que el concreto es una combinación de diferentes materiales como árido grueso y fino, agua y cemento. Cada material debe estar contenido en una cantidad suficiente, precalculada por



métodos establecidos y debe haber agua ideal para lograr la resistencia requerida. El concreto es igual a la combinación de todos los elementos anteriores, lo que crea una reacción química que los une a través de sus partículas para formar un material heterogéneo. En algunos casos se añade unas sustancias llamadas aditivos, que servirán para mejorar o cambiar las propiedades del concreto.

Cayhualla y Edilson (2022) mencionan que el concreto tiene muchas ventajas, entre ellas: es moldeable, es un material económico, es duradero, también es ignífugo, ahorra energía, se puede fabricar en el mismo lugar donde se utiliza y es estéticamente agradable. Hay desventajas, una de las cuales es la baja resistencia a la tracción, la baja ductilidad (no se puede deformar mucho sin romperse), la inestabilidad del volumen y la baja relación resistencia-peso.

### **2.1.3.1 Concreto liviano**

Según Neville (2013), Los métodos utilizados en el proceso de producción reducen la densidad de estos concretos en comparación con el concreto tradicional elaborado a base de cemento, agua, grava y arena. Se producen utilizando áridos ligeros (agregados ligero total) o una combinación de áridos ligeros y áridos convencionales. Generalmente se considera que el concreto ligero tiene una densidad inferior a 1900 kg/m<sup>3</sup> y superior a 1350 kg/m<sup>3</sup>.

### **2.1.3.2 Clasificación del concreto liviano**

#### **a. Concreto de agregado liviano**

El concreto de áridos (agregados) ligeros generalmente utiliza áridos ligeros con apariencia porosa y baja densidad, en lugar de áridos



convencionales con una densidad relativa entre  $2.6 \text{ gr/cm}^3$ . A diferencia del concreto, que no contiene agregado fino, este método puede usar agregado grueso y fino y generalmente se prefiere para fines de construcción que resultan en costos de construcción más bajos de lo que se esperaría para el concreto convencional (Yoc Chamalé, 2018).

#### **b. Concreto sin finos**

Se omite el agregado fino, por lo que hay muchos vacíos, donde la cantidad del agregado grueso no se modifica. Lo hacen eliminando los elementos del agregado fino de su composición y reemplazándolos con aire. En esta composición, el agregado grueso se envuelve en una lechada (cemento y agua) y la conexión entre sus partículas es precisa. El peso volumétrico alcanzado es de aprox. 70% del peso del hormigón normal. Se recomienda utilizar concreto sin partículas finas sólo si el árido grueso utilizado es muy duradero.(Rengifo & Yupangui, 2013).

#### **c. Concreto espumoso, aireado o celular**

Su composición es a base de cemento, agua, gas o espuma preparada previamente, no contiene un alto porcentaje de áridos sólidos y suele tener un rango de densidad inferior. En el proceso de fabricación primero se mezcla cemento, arena y agua y luego se añaden productos químicos o espumantes hasta obtener una consistencia esponjosa (Yoc Chamalé, 2018).

### **2.1.4 Agregados**

La NTP 400.011 (2008) menciona que los agregados son un conjunto de partículas de origen natural o artificial, que pueden ser tratados o elaborados, y



cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por esta NTP. Se les llama también áridos.

#### **2.1.4.1 Agregados finos**

Rodriguez (2019) menciona que el agregado fino se conoce como arena o roca finamente triturada que se pasa a través de un tamiz de 3/8 de pulgada (9,51 mm) y se mantiene retenida en la malla N° 200 (0,074 mm), esta está especificada en la norma para Agregados de Concreto NTP 400.037. La arena se obtiene de forma natural, a través de descomposición de las piedras o por influencia de factores naturales, acumulándose a algunos lugares, como los bancos de arena.

#### **2.1.4.2 Agregado grueso**

Rodriguez (2019) menciona que el agregado grueso se conoce como el material obtenido por rotura natural o mecánica de la piedra es aquel retenido en un tamiz estandarizado N° 4 (4,75 mm), según la especificación estándar para agregados para concreto NTP 400.037. El agregado grueso puede estar hecho de piedra natural o triturada. Se caracteriza por un aspecto limpio, preferentemente anguloso o semiangular, y una textura dura, densa, duradera y rugosa; no debe contener partículas escamosas, materia orgánica u otras sustancias nocivas.

#### **2.1.4.3 Requisitos de los agregados**

1. La NTP 400.037 (2001), menciona que la granulometría del agregado grueso deberá de cumplir con la siguiente gradación según la Tabla 2 y la

granulometría del agregado fino deberá de cumplir con los límites de la

Tabla 3.

**Tabla 2**

*Granulometría del Agregado grueso NTP 400.037*

N° ASTM	TAMAÑO NOMINAL	% QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS												
		100 mm	90 mm	75 mm	63 mm	50 mm	37,5 mm	25 mm	19 mm	12,5 mm	9,5 mm	4,75 mm	2,36 mm	,18 mm
		4"	3.5"	3"	2.5"	2"	1.5"	1"	¾"	½"	3/8"	N°4	N°8	°16
1	31/2"		90		25		0		0					
	a	100	a		a		a		a					
	11/2"		100		60		15		5					
	a			100	90	35	0		0					
2	21/2"				a	a	a		a					
	a				100	70	15		5					
3	11/2"				90	35	0		0					
	a				100	a	a		a					
357	2"				100	70	15		5					
	a				95	35	0		10			0		
	1"				100	70	15		5					
	a				100	a	a		10			a		
4	N°4				100	70	15		30			5		
	a				90	20	0		0			0		
467	11/2"				100	a	a		a			a		
	a				100	100	55		15			5		
5	¾"				95				35			10	0	
	a				100	a	a		a			a	a	
56	N°4				100	70	15		30			5		
	a				90	20	0		0			0		
57	1"				100	a	a		a			a	a	
	a				100	100	55		10			5		
6	½"				90	40	10		0			0		
	a				100	a	a		a			a	a	
67	3/8"				100	85	40		15			5		
	a				95				25			0	0	
7	N°4				100	a	a		a			a	a	
	a				100	100	60		10			10	5	
9	¾"								0			a	a	
	a								0			a	a	
	3/8"								0			0	0	
	a								0			a	a	
	N°8								0			10	5	
	a								100			30	5	

Nota: (NTP 400.037, 2001)



**Tabla 3**

*Granulometría del agregado fino NTP 400.037*

<b>Tamiz</b>	<b>Porcentaje que pasa</b>
9,5 mm (3,8 pulg)	100
4,75 mm (N° 4)	95 a 100
2,36 mm (N° 8)	80 a 100
1,18 mm (N° 16)	50 a 85
600 $\mu$ m (N° 30)	25 a 60
300 $\mu$ m (N° 50)	05 a 30
150 $\mu$ m (N° 100)	0 a 10

Nota : (NTP 400.037, 2001)

2. Se permitirá el uso de dichos materiales que no se ajusten a la gradación prescrita en la norma siempre que se hayan completado estudios satisfactorios en todas las partes para garantizar que el material produzca concreto de la calidad requerida.
3. El concreto con un contenido de agregado fino cercano a las mallas N° 300  $\mu$ m (No. 50) y N° 150  $\mu$ m (No. 100) si experimentar dificultades de trabajabilidad, bombeabilidad o exudación excesiva causada por finos o aditivos, se puede hacer ajustes aplicando incorporadores de aire.

### **2.1.5 Agua**

La NTP 339.088 (2006) El agua es necesaria en la producción de concreto porque tiene dos usos diferentes: como ingrediente en la preparación de la mezcla, que asegura la trabajabilidad del concreto fresco, y como medio de curado y endurecimiento del concreto recién vertido, cuya función principal es asegurar que

el concreto tenga el agua necesaria para su hidratación y se mantenga a una temperatura moderada. El agua constituye del 10 al 25 por ciento del volumen de concreto, dependiendo del tamaño máximo de agregado utilizado y la resistencia requerida.

La NTP 339.088 (2006), menciona que el agua para concreto debe de cumplir exigencias regulados por donde se menciona que sólo se permite utilizar agua potable sin verificar su calidad. Para otros tipos de agua, se deben realizar análisis adecuados. Es importante tener en cuenta que no se debe utilizar agua de mar para producir concreto.

Cuando la fuente de agua sea no potable propuesta como agua de mezcla se realizara la verificación según los parámetros de la Tabla 4.

**Tabla 4**

*Límites del agua de mezcla*

Descripción	Límite	Método de ensayo
Concentración máxima en el agua de mezcla combinada, ppm <sup>A</sup>		
A. Cloruro como Cl, ppm		
1. En concreto pretensado, tableros de puentes, o designados de otra manera.	500 <sup>B</sup>	NTP 339.076
2. Otros concretos reforzados en ambientes húmedos o que contengan aluminio embebido o metales diversos o con formas metálicas galvanizadas permanentes.	1000 <sup>B</sup>	NTP 339.076
B. Sulfatos como SO <sub>4</sub> , ppm	3000	NTP 339.074
C. Alcalis como (Na <sub>2</sub> O + 0.658 K <sub>2</sub> O), ppm	600	ASTM C 114
D. Solidos totales por masa, ppm	50000	ASTM C 1603

A ppm es la abreviación de partes por millón

B Cuando el productor puede demostrar que estos límites para el agua de mezcla pueden ser excedidos, los requerimientos para el concreto del código ACI 318 regirán. Para condiciones que permiten utilizar cloruro de calcio (CaCl<sub>2</sub>), como aditivo acelerador, se permitirá que el comprador pueda prescindir de la limitación del cloruro.

Nota (NTP 339.088, 2006)



## 2.1.6 Cemento

Según Cordero, Cardenas, y Rojas (2018), el cemento es un material en polvo que además de óxido de calcio también contiene: dióxido de silicio, óxido de aluminio y óxido de hierro. Añadiendo una cantidad adecuada de agua se forma un aglutinante que puede endurecerse en agua y aire. No se incluyen cal hidráulica, cal aérea ni yeso.

### 2.1.6.1 Componentes del cemento

El cemento se elabora a partir de materiales calcáreos como la piedra caliza, materiales arcillosos con alto contenido en alúmina y sílice y la adición de otros materiales como el óxido de hierro. Estos materiales se someten a un proceso de molienda y calcinación en un horno rotatorio para producir clinker, el cual se tritura y se mezcla con yeso para formar cemento Portland. Los componentes del cemento son;

- silicato tricálcico
- didálcico, aluminato tricálcico
- ferroaluminato tetracálcico,
- dióxido de sílice ( $\text{SiO}_2$ ),
- óxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )
- óxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )
- y otros compuestos menores.

### 2.1.6.2 Cemento Portland

La norma NTP 339.047 (2006), menciona que el cemento Portland se define como un cemento hidráulico producido mediante la molienda de



clinker Portland, que consiste principalmente en silicato de calcio hidráulico y generalmente contiene una o más formas de sulfato de calcio como parte del proceso de molienda.

### **2.1.6.3 Tipos de cemento**

Actualmente se fabrican diversos tipos de cemento para adaptarse a las necesidades y requerimientos de las diferentes aplicaciones. 1.7. En la tabla se muestran los principales cementos bajo ciertas condiciones de uso según las normas técnicas peruanas. (NTP 334.009, 2016).

La NTP 334.009 (2016), establece los requisitos de los seis tipos de cementos Portland:

- Tipo I: Cemento de uso frecuente, de uso general sin propiedades especiales;
- Tipo II: moderada resistencia al ataque de sulfatos;
- Tipo II (MH): moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación;
- Tipo III: con resistencias iniciales altas;
- Tipo IV: con calor de hidratación bajo;
- Tipo V: altamente resistente a los sulfatos;

### **2.1.7 Diseño de mezcla**

El ACI 211 (2002), denominado el Instituto Americano del Concreto, crea una serie de pasos lógicos y simples para diseñar mezclas el concreto con especificaciones de diseño y que cubren la relación agua-cemento, contenido mínimo de cemento, contenido de aire, asentamiento, tamaño máximo de



agregado, resistencia y otros materiales relacionados como aditivos y variables de desempeño del material, con el fin que el concreto cumpla con su resistencia de diseño.

#### **2.1.7.1 Datos necesarios para el diseño de mezcla**

Según Cordero, Cardenas, y Rojas (2018) Siempre que sea posible, la selección de proporciones de concreto debe basarse en datos empíricos de los materiales utilizados en la mezcla, pero ACI 211 proporciona una guía que se puede utilizar cuando hay poca o ninguna información disponible. La información requerida mínima sobre los materiales disponibles son los siguientes:

- Análisis granulométricos de los agregados.
- Peso unitario del agregado grueso.
- Densidad aparente y absorción de los agregados.
- Requerimientos agua-mezcla en base a los agregados.
- Relaciones a/c.
- Densidad de materiales cementantes.
- Combinaciones óptimas de agregados para satisfacer la densidad del concreto.

#### **2.1.7.2 Procedimientos para el diseño de mezclas**

Cordero et al. (2018) Utilizando las pautas del ACI 211, (American Concrete Institute) ha creado una serie de pasos lógicos y simples para el diseño de mezclas de concreto. Sus especificaciones cubren la relación agua-cemento, el contenido mínimo de cemento, el contenido de aire, el

asentamiento, el tamaño máximo del agregado, la resistencia y otras propiedades relacionadas con los materiales, aditivos y agregados del cemento. Estos pasos se describen a continuación.

### **Paso 1. Selección de asentamiento**

Si el asentamiento puede ser seleccionado utilizando la tabla 5.

**Tabla 5**

*Selección del asentamiento del concreto*

Tipo de construcción	Asentamiento (mm)	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación	75	25
Zapatas, cajones y muros de subestructuras sin refuerzo	75	25
Muros y vigas reforzados	100	25
Columnas	100	25
Pavimentos y losas	75	25
Concreto en masa	50	25

Nota: ACI 211 (2002)

### **Paso 2. Selección del tamaño máximo del agregado**

Para tamaños máximos nominales (TMN), los agregados bien graduados tienen menos huecos que los tamaños más pequeños y en realidad requieren menos mortero por unidad de volumen. Por otro lado, se pueden obtener mejores resultados reduciendo las dimensiones nominales máximas para obtener alta resistencia para una determinada relación agua-cemento. Esta elección está relacionada con el paso 3, donde el contenido de agua y aire de la mezcla se estima a partir del tamaño de los agregados. La selección del tamaño está en relación al análisis granulométrico, al tipo de colocado y al tipo de estructura, y estas pueden variar desde 3/8" hasta 2" de diámetro.

### Paso 3. Contenido de agua y aire en la mezcla

La cantidad de agua por unidad de volumen requerida, para un asentamiento dado, depende del tamaño nominal máximo, forma y gradación de los agregados principalmente.

La Tabla 6 muestra la cantidad de agua estimada para mezclas de varios tamaños máximos de agregados sin aire contenido en la mezcla.

**Tabla 6**

*Contenido de agua de mezcla*

Agua en l/m <sup>3</sup> para el tamaño nominal máximo indicado								
Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Pulg. (mm)	9.5	12.5	19.0	25.0	37.5	50.0	75.0	150.0
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Concreto sin entrada de aire								
1" a 2" (25 a 50)	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4" (75 a 100)	228	216	205	193	181	169	1045	124
6" a 7" (150 a 175)	243	228	216	202	190	178	160	---
Concreto con entrada de aire								
1" a 2" (25 a 50)	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4" (75 a 100)	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7" (150 a 175)	216	205	197	184	174	166	154	---

Nota: ACI 211 (2002)

### Paso 4. Contenido de aire en la mezcla

Para el porcentaje de aire en la mezcla, se ha de trabajar con la Tabla 7 (ACI 211.1-91).



**Tabla 7**

*Porcentaje de aire en el concreto*

TMN	Aire atrapado (%)
3/8"	3.0
1/2"	2.5
3/4"	2.0
1"	1.5
1 1/2"	1.0
2"	0.5
3"	0.3
6"	0.2

Nota: ACI 211 (2002)

**Paso 5. Relación a/c**

La elección de la relación agua-cemento (a/c) depende no sólo de los requisitos de resistencia, sino también de la durabilidad. La Tabla 8 muestra correlaciones típicas basadas en los requisitos de resistencia (evaluados a los 28 días de edad).

**Tabla 8**

*Relación agua/cemento del concreto*

Resistencia a la compresión a los 28 días ( $f'_{cr}$ ) (kg/cm <sup>2</sup> )	Relación agua/cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Nota: ACI 211 (2002)





### Paso 5. Contenido de cemento

La cantidad de cemento se calcula dividiendo el contenido de agua estimado por la relación a/c mediante la ecuación

$$C = \frac{a}{a/C}$$

Donde:

$C$  = Cantidad de cemento por unidad de volumen estimada ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ).

$a$  = Cantidad de agua por unidad de volumen estimada ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ).

$a/C$  = Relación agua – cemento seleccionada.

### Paso 6. Contenido de agregado grueso

De manera similar, los tamaños nominales máximos y las gradaciones de los agregados dan al concreto una trabajabilidad satisfactoria, que también depende del tamaño nominal máximo y del módulo de finura. La Tabla 9 muestra las cantidades de agregado grueso por unidad de volumen de concreto.

**Tabla 9**

*Volumen de agregado grueso compactado*

Tamaño máximo del agregado grueso (mm)	Volumen de agregado grueso compactado por unidad de volumen para concreto para diferentes módulos de finura del agregado fino.			
	2.40	2.60	2.80	3.00
9.5	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	0.59	0.57	0.55	0.53
19	0.66	0.64	0.62	0.60
25	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5	0.76	0.74	0.72	0.70
50	0.78	0.76	0.74	0.72
75	0.81	0.79	0.77	0.75
150	0.87	0.85	0.83	0.81

Nota: ACI 211 (2002)



## Paso 7. Contenido de agregado fino

La cantidad de agregado fino se estima por la diferencia entre el peso del concreto fresco y el peso total de otros materiales. Se puede utilizar el método gravimétrico o el método del volumen absoluto.

Un procedimiento más preciso para calcular la cantidad de agregado fino implica encontrar el volumen de un material conocido desplazado en la mezcla y luego restar ese volumen del volumen unitario de concreto. El volumen ocupado de concreto se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$V = \frac{W}{D}$$

Donde:

$V$  = Volumen ocupado por el material ( $m^3$ ).

$D$  = Densidad del material ( $kg/m^3$ ).

$W$  = Cantidad de agregado grueso requerido para la mezcla por unidad de volumen (kg).

## 2.2 ANTECEDENTES

### 2.2.1 Internacionales

Gómez & Figueroa (2021), han utilizado cerámica cocida y un espumador RV-2020 como agregado principal, analizaron el desempeño de los agregados de acuerdo a las normas ASTM y evaluaron el concreto en estado fresco y endurecido. Prepararon muestras y especímenes de arena con densidades de  $1200 kg/m^3$  y  $1440 kg/m^3$  en forma estándar y muestras de cerámica cocida. En base a



los resultados obtenidos, se puede realizar la producción de concreto con aire incorporado con cerámica cocida.

Viera & Chicaiza (2018), realizaron un análisis químico del polvo cerámico y se observaron componentes similares a las puzolanas en el cemento. Estos ingredientes son: aluminio, calcio, hierro, magnesio y silicio. Sustituyeron polvo cerámico en proporciones de 3%, 5%, 7%, 10% y 15% respectivamente. La resistencia a la compresión que se obtiene sustituyendo el cemento por polvo cerámico es el 10% de la resistencia del cemento. Sin embargo, en el ensayo de compresión con reposición del 15%, la resistencia disminuyó a 31.014 MPa, lo que demuestra que el polvo cerámico aumentó la resistencia del mortero el primer día y alcanzó un valor ligeramente superior a los 28 días. Por tanto, se pueden utilizar materiales actualmente desechados de las fábricas de sanitarios. Los resultados presentados en este trabajo muestran que reemplazar el cemento por polvo cerámico proveniente de una planta típica en Quito, Ecuador, es una alternativa efectiva que puede reducir costos sin sacrificar la durabilidad de los morteros de cemento.

Vallejo (2021) menciona que las propiedades de los concretos en los que se reemplazó el CPO por diferentes tipos de residuos cerámicos (pasta blanca y pasta roja) mostraron similitudes entre sí; la resistencia a la compresión se redujo en comparación con la mezcla de control y el producto de pasta roja fue el más similar a este producto de mezcla. En términos de resistencia, la mezcla de control tuvo una pérdida de resistencia del 6%, mientras que la mezcla de reemplazo tuvo una pérdida de resistencia entre el 2% y el 5%. Estos resultados muestran que aunque la resistencia a la compresión del hormigón es menor, independientemente



del tipo de residuo cerámico utilizado, tiene una mayor resistencia debido a las propiedades de las puzolanas.

### 2.2.2 Nacional

Tapia (2021), realizó estudios experimentales con 45 muestras cilíndricas elaborados con 0%, 5%, 10%, 15% y 25% de desecho de cerámica y porcelana en lugar de agregados naturales, con curaciones en 7, 14 y 28 días. Realizaron pruebas físico-mecánicas determinando que si bien los agregados naturales no fueron clasificados en la NTP 400037, fueron aceptables. Realizaron el diseño de mezcla por el método del ACI con una resistencia de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . El concreto elaborado con desechos de cerámica y porcelana presentan una trabajabilidad reducida, y que dificultaba su procesamiento en obra cuando la sustitución superaba el 15%, pero también aumentaba la resistencia a la compresión con la sustitución de agregado hasta un 15% de residuos de cerámica y porcelana en comparación con el concreto patrón ( $208,8 \text{ kg/cm}^2$ ), aumentando la resistencia a la compresión en un 15,86%, concluyendo que el concreto elaborado con residuos cerámicos y porcelánicos presenta mejores propiedades resistentes que el concreto patrón.

Penadillo (2021), encontró que después de 7 días de curado, la resistencia a la compresión del concreto aumenta en un 10% ( $264,08 \text{ kgf/cm}^2$ ), con un aumento de 15,88% en comparación con la resistencia del concreto patrón después de la misma edad. Finalmente, concluyendo que la adición de 15% de desecho se aumenta una cantidad de  $35,32 \text{ kgf/cm}^2$ , lo que corresponde a un aumento del 53,59% en la resistencia a la proporcionada por el material.



Meza & Tolentino (2020), Prepararon 112 especímenes de concreto para medir las propiedades mecánicas utilizando 0%, 10%, 20% y 30% de agregado grueso de la cerámica reciclada, concluyendo que con un tiempo de curado de 28 días y 30% de cerámica se logra una resistencia máxima a la compresión de 339 kg/cm<sup>2</sup>. Para todas las mezclas se tomó como referencia un diseño de mezcla patrón con una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>, y que la sustitución parcial de material grueso por cerámica triturada mejora las propiedades mecánicas del concreto. El impacto positivo de estos resultados demostró ser positivo, ya que el concreto se puede utilizar para todo tipo de elementos estructurales de construcción y con una reducción de costo del 10% en comparación con el costo del concreto patrón.

Cayhualla & Edilson (2022), analizaron los residuos cerámicos obtenidos después de la trituración de residuos de pisos cerámicos y su efecto en pruebas de concreto fresco y endurecido (compresión), realizaron el diseño de mezclas por el método del ACI 211 con resistencia  $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$ , con el misma cantidad de agregado para concreto patrón y concreto con porcentaje de residuo cerámico en cantidades de 2%, 8%, 14% y 20% utilizando NTP 339 034 y la ASTM C39, elaborando un Total 162 probetas cilíndricas de 4" x 8" de los cuales 81 utilizaron para la compresión. La máxima resistencia se logró sustituyendo el 14% del residuo cerámico a los 28 días.

Heredía (2017), analizó el cambio en la resistencia a la compresión del concreto  $f'_c 210 \text{Kg/cm}^2$ , adicionando cerámico triturado en lugar de agregado grueso, cuya granulometría corresponde a la norma NTP 400.012 para la determinación del tamaño de partícula. El diseño de la mezcla se realizó utilizando Cemento Pacasmayo Tipo I, piedra triturada de 1/2 pulgada, arena gruesa, agua y cerámica triturada. El remplazo de agregado grueso fue de 0%, 3% y 5% de



cerámica triturada para obtener concreto con una resistencia  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , preparando probetas de concreto de acuerdo a la norma NTP-339-033-2015, realizando ensayo de compresión después de 28 días de endurecimiento, obteniendo como resultado que con 0% de reemplazo da  $343.38 \text{ kg/cm}^2$ , 3% de reemplazo da  $309.74 \text{ kg/cm}^2$ , 5% de reemplazo de  $317.84 \text{ kg/cm}^2$  y que 3% y 5% de material de reemplazo de cerámico en la preparación del concreto la resistencia a la compresión aumenta entre 7,44% y 9,80%.



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 LUGAR DE ESTUDIO

La presente investigación tuvo como lugar de estudio la ciudad de Puno, provincia y departamento de Puno, en el Laboratorio de Ensayos y Materiales de la Escuela Profesional de Ingeniería Topográfica y Agrimensura – Universidad Nacional del Altiplano, aproximadamente a 3,827 m.s.n.m, ubicado entre las coordenadas geográficas de latitud Sur -15.8422 y longitud Oeste -70.0199.

#### 3.2 POBLACIÓN

La población de la investigación son los 15 diseños de mezclas de concretos diseñados con la adicción del 100%, 75%, 50%, 25% y 0% de agregado grueso cerámico, con relaciones de a/c de 0.55, 0.48 y 0.43, tal como se muestra en la Tabla 10.

**Tabla 10**

*Cantidad de diseño de mezclas según % de AGRC y a/c*

a/c	Diseño de mezcla con % de reemplazo de agregado grueso cerámico				
	100%	75%	50%	25%	0%
0.55	1	1	1	1	1
0.48	1	1	1	1	1
0.43	1	1	1	1	1
sub total	3	3	3	3	3
total	15				

#### 3.3 MUESTRA

Las muestras de la investigación son los 75 especímenes (probetas) muestreadas de las mezclas de concretos elaborados con adicción del 100%, 75%, 50%, 25% y 0% de

agregado grueso cerámico, con relaciones de a/c de 0.55, 0.48 y 0.43, tal como se muestra en la Tabla 11.

**Tabla 11**

*Cantidad de muestras por diseño de mezclas según % de AGRC y a/c*

a/c	Diseño de mezcla con % de remplazo de agregado grueso cerámico				
	100%	75%	50%	25%	0%
<b>0.55</b>	5	5	5	5	5
<b>0.48</b>	5	5	5	5	5
<b>0.43</b>	5	5	5	5	5
<b>sub total</b>	15	15	15	15	15
<b>total</b>	75				

### 3.4 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

#### 3.4.1 Tipo de investigación

Según Ramirez et al., (2018), la investigación aplicada se refiere a la aplicación de leyes científicas y teóricas basadas en estándares para explicar y proporcionar soluciones a problemas urgentes del mundo real y para proporcionar información y soluciones alternativas a los problemas. Es una creación basada en el conocimiento.

La presente investigación es del tipo descriptivo-relacional porque se basa en determinar la influencia o causa de los agregados proveniente de la trituración de los residuos de cerámica en la resistencia del concreto.

#### 3.4.2 Diseño de investigación

Ramirez et al., (2018), menciona que la investigación experimental está caracterizado por la introducción y manipulación del factor causal o de riesgo (Variable independiente) para la determinación de su posterior efecto, creándose





dos tipos de grupos, uno de control y otro experimental, las mismas que deben de reunir tres requisitos fundamentales: Manipulación de una o más variables independientes; Medir el efecto de la variable independiente sobre la variable dependiente; y Valides interna de la situación experimental.

Nuestra investigación es experimental, ya que se está manipulando una variable independiente que es el Agregado Grueso por el Agregado grueso Cerámico, y se está midiendo su efecto sobre la variable dependiente que es la resistencia a la compresión del concreto resultante.

### **3.4.3 Nivel de estudio**

Ramirez et al., (2018), el nivel del tipo descriptivo consiste fundamentalmente en caracterizar un fenómeno o situación concreta indicando sus rasgos más peculiares o diferenciadores.

El nivel de investigación del estudio es descriptivo porque pretende ser una guía para identificar las características más relevantes.

## **3.5 VARIABLES**

### **3.5.1 Variable Dependiente**

- Resistencia a la compresión, kg/cm<sup>2</sup>

### **3.5.2 Variable Independiente**

- Agregado grueso reciclado de cerámica
- Agregado grueso natural
- Agregado fino natural

## 3.6 MÉTODOS

### 3.6.1 Métodos de ensayos

Los métodos utilizados en los análisis de los agregados fueron los siguientes;

- NTP 400.012 y ASTM C-136 Análisis Granulométrico.
- NTP 400.017 de peso unitario.
- NTP.400.021 de peso específico y absorción del agregado grueso.
- NTP.400.022 de peso específico y absorción del agregado fino.
- NTP 339.185 de contenido de humedad.

Para le diseño de mezcla se utilizó el método del comité 211.1 del ACI .

Para la residencia del concreto a compresión se utilizó la NTP 339.034 del Método de ensayo normalizado para la resistencia a la compresión del concreto.

### 3.6.2 Métodos estadísticos

#### a. Prueba estadística inferencial ANOVA

Guti, (2019), Se dice que el análisis factorial intenta construir una o más variables independientes para explicar la relación entre una (o más) variables dependientes. Este tipo de análisis crea una jerarquía en la que las variables desempeñan diferentes roles, como variables explicativas (VD) o variables explicativas (VI). En cambio, el análisis multivariado de interdependencia pretende analizar las relaciones que se establecen entre un conjunto de variables, donde todas las variables son igualmente importantes y están al mismo nivel, sin definir roles ni jerarquías entre ellas, para lo cual utilizan el análisis de varianza.

**Tabla 12**

*Análisis de varianza para 2 factores con n réplicas*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculada</b>
Efecto principal				
A	SCA	$a - 1$	$S_1^2 = \frac{SCA}{a - 1}$	$F_1 = \frac{S_1^2}{S^2}$
B	SCB	$b - 1$	$S_2^2 = \frac{SCB}{a - 1}$	$F_2 = \frac{S_2^2}{S^2}$
Interacciones de 2 factores				
AB	SC (AB)	$(a - 1)(b - 1)$	$S_3^2 = \frac{SC(AB)}{(a - 1)(b - 1)}$	$F_3 = \frac{S_3^2}{S^2}$
Error	SCE	$ab(n - 1)$	$S^2 = \frac{SCE}{ab(n - 1)}$	
Total	STC	$abn - 1$		

Fuente: (Walpole *et al.*, 2012)

Para variables desiguales, se debe realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey para determinar qué grupos son significativamente diferentes entre sí (Walpole *et al.*, 2012), con un 5% de nivel de significancia.

### 3.7 MATERIALES

Los materiales usados en la presente investigación se caracterizan por ser agregados reciclados y naturales. Los materiales reciclados se obtuvieron de botaderos clandestinos de ubicados en diferentes lugares de la Ciudad de Puno. Los materiales naturales como el agregado fino y grueso natural ha sido recolectados de la obra de Reservorio de la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional del Altiplano, al igual que el agua para el mezclado y curado del concreto que ha sido obtenida del suministro de agua de la red pública de la Ciudad de Universitaria de la UNA PUNO. El cemento ha sido comprado de la ferretería en la ciudad de Puno. En la Tabla 13 se detalla los materiales utilizados.

**Tabla 13**

*Materiales para la elaboración de concretos*

Descripción	Obtenido de
Agregado reciclado	Diferentes lugares en la Ciudad de Puno
Agregado fino	Obra Reservorio UNA PUNO
Agregado grueso	Obra Reservorio UNA PUNO
Agua potable	Red pública UNA PUNO

### 3.8 EQUIPOS

Los equipos utilizados en la presente investigación son los siguientes:

- Prensa digital para ensayos de concreto, Marca YF – STYE-200
- Balanza electrónica para P.e. del AG. Marca AYA, 120607096
- Horno Eléctrico Digital con termostato, marca PYS EQUIPOS - SKU: STHX-2A
- Termómetro electrónico digital, marca AMARELL - 438
- Cono de Abrams marca IGNACIO MENDOZA, especificaciones ASTM C-192, ASTM C-470.
- Briquetas de metal marca IGNACIO MENDOZA, especificaciones ASTM C-192, ASTM C-470.
- Juego de tamices marca FORNEY-USA
- Cono de absorción de arenas, Picnómetro con molde cónico y golpeador marca FORNEY - LA-0519
- Conjunto para pruebas de gravedad específica y absorción en agregado grueso marca FORNEY – LA-0520-05
- Mezcladora de concreto marca Dinamic – MR 120C

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 AGREGADO GRUESO RECICLADO CERÁMICO

Los desechos de residuos cerámicos como se explicó anteriormente, se han obtenido de diferentes lugares de la Ciudad de Puno, las mismas que han pasado por un proceso de trituración manual para la elaboración de los agregados grueso reciclados cerámicos (AGRC), a continuación, se explica el proceso de obtención del AGRC.

##### Figura 2

*Residuos cerámicos de botaderos clandestinos*



##### 4.1.1 Trituración

Con la ayuda de un martillo se procedió a quebrar y romper los cerámicos recolectados, más o menos a simple vista que tuviesen una dimensión de 1" de diámetro.

Las cerámicas quebradas fueron pasadas por la zaranda de 1" de diámetro, donde el material retenido fue quebrado nuevamente y el material pasante fue considerado como agregado de 1" de diámetro.

### Figura 3

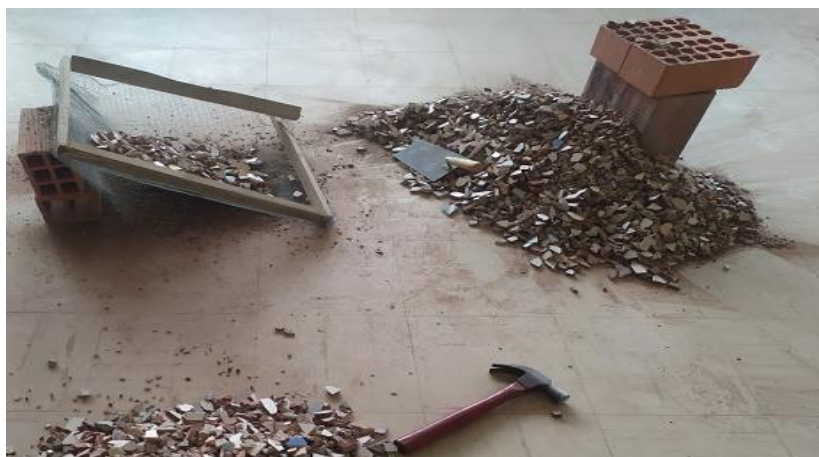
*Trituración y tamizado del material cerámico*



El material pasante por la zaranda 1" fue zarandeado por la malla ¼" con fines de separar el agregado fino del grueso, el material retenido fue considerado agregado grueso reciclado cerámico de 1" y el pasante fue considerado agregado reciclado cerámico fino.

### Figura 4

*Material tamizado por la malla 1/4"*





#### **4.1.2 Forma y textura**

El agregado grueso reciclado de cerámica presenta bordes y aristas muy angulares, con dos superficies bien definidas que son planas y una cara vitrificada, presentando poca aspereza, con poco o ninguna porosidad, con una superficie muy lisa, con poca presencia de polvo o cemento seco adherido a ella.

El agregado grueso reciclado tiene forma angular con puntas y quiebres, con bordes bien definidos en las intersecciones de caras que a la vez son aproximadamente planas, muy irregulares, con algunas superficies ovaladas.

A simple vista se puede apreciar que el agregado grueso de cerámica presenta características desiguales a los agregados gruesos naturales, esto debido al proceso de obtención de la misma. El agregado grueso de cerámica se obtuvo por fragmentado de la cerámica y tamizado por las diferentes mallas hasta conseguir el tamaño ideal, al agregado grueso natural ha sido extraído del río pasando por un tamizado para su tamaño ideal.

#### **4.1.3 Análisis granulométrico**

El análisis granulométrico tiene como objetivo principal de verificar el tamaño de los agregados finos y gruesos que van a ser utilizados en la preparación de la mezcla de concreto y que deben de cumplir con las características requeridas según normativas

Se realizó el análisis granulométrico según la norma NTP 400.012 (2001) y las recomendaciones del ASTM C-136 (2009).



Con el método de cuarteo se tomó muestras representativas del agregado grueso de cerámica y agregado grueso fino y grueso natural, la misma que ha pasado por diferentes tamaños de tamices según la NTP 400.012.

El tamaño de partícula se calculó según reglas estandarizado de las normas anteriormente mencionadas, consistente en dividir por el peso total de la muestra por el peso retenido en cada tamiz. Las Tablas 14, 15 y 16 (ver anexo) muestran el análisis granulométrico de las muestras. Las curvas de tamaño de partícula se trazan utilizando el porcentaje que pasa por cada tamiz y se grafican las curvas granulométricas de los agregados utilizado presentándose en las Figuras 5, 6 y 7 (ver anexos).

**Tabla 14**

*Granulometría del agregado grueso cerámico*

<b>TAMIZ</b>	<b>ABERTURA</b>	<b>PESO</b>	<b>% R.</b>	<b>% R.</b>	<b>% QUE</b>
<b>Pulg.</b>	<b>mm.</b>	<b>RETEN.</b>	<b>PARCIAL</b>	<b>ACUM.</b>	<b>PASA</b>
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	0.00
2 1/2"	63.500	0.0	0.00	0.00	0.00
2"	50.600	0.0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	26.0	0.55	0.55	99.45
3/4"	19.050	466.0	9.85	10.40	89.60
1/2"	12.700	2479.0	52.38	62.77	37.23
3/8"	9.525	765.0	16.16	78.94	21.06
1/4"	6.350	0.0	0.00	78.94	21.06
N° 04	4.760	966.0	20.41	99.35	0.65
N° 08	2.380	31.0	0.65	100.00	0.00
SUM.T		4733	100.00	752.00	

El tamaño nominal (TN) que presenta el agregado grueso cerámico es de 1 1/2" y su tamaño máximo nominal (TMN) es de 1", con 0.65% de material pasante

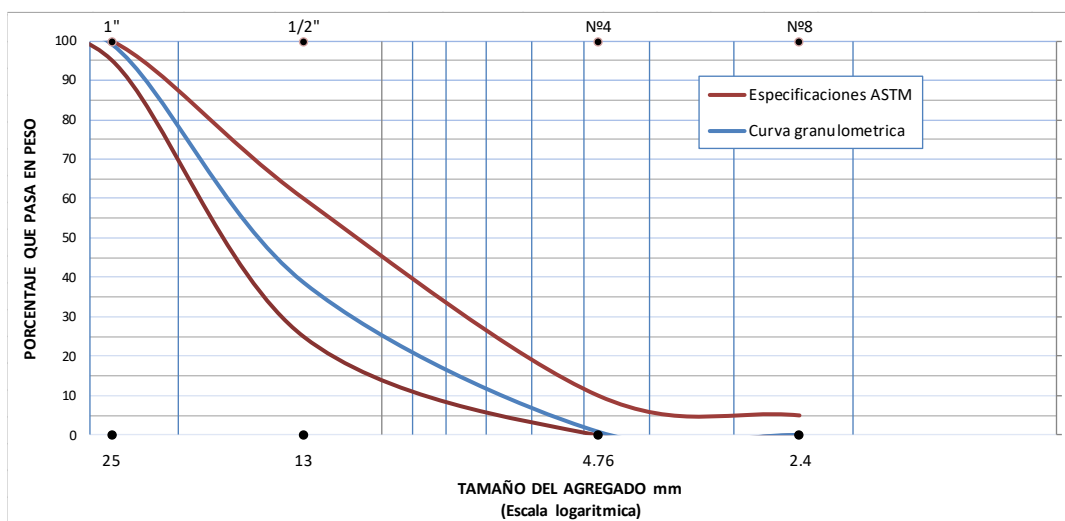


por la malla N° 4, Interpretándose que el proceso de triturado manual general un material fino no mayor al 1%. (Tabla 14).

La granulometría del agregado grueso cerámico se presenta en la Figura 5 del cual se puede observar que se encuentra dentro de los límites establecidos en la norma ASTM C 136.

**Figura 5**

*Curva granulométrica del agregado grueso cerámico*



En la Tabla 15, se muestra el análisis granulométrico del agregado grueso natural, se puede apreciar que igualmente contiene un tamaño máximo nominal de 1", con 0.82% de material pasante por la malla N° 4.

**Tabla 15**

*Granulometría del agregado grueso natural*

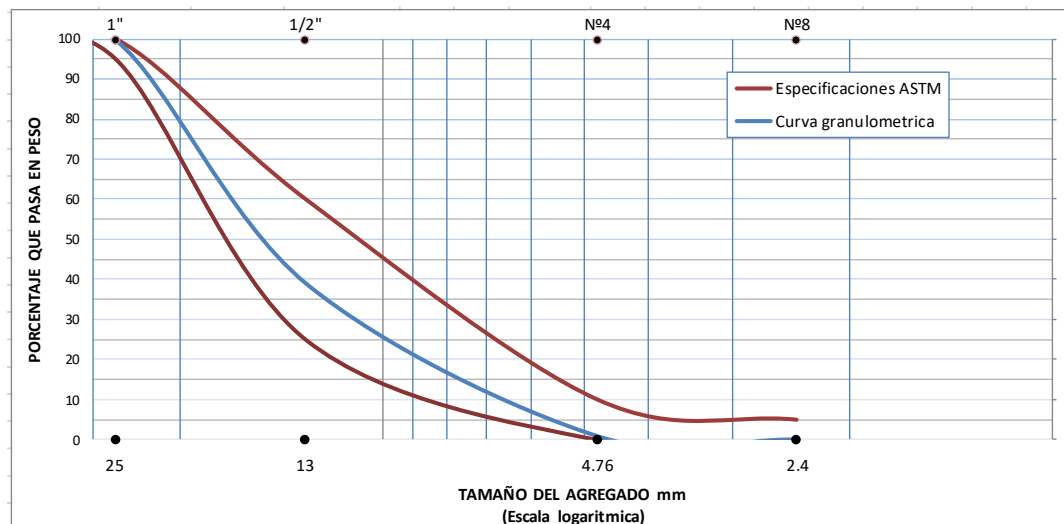
Pulg.	mm.	RETEN. PARCIAL	ACUM.	PASA
3"	76.200	0.0	0.00	0.00

2 1/2"	63.500	0.0	0.00	0.00	0.00
2"	50.600	0.0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	17.0	0.43	0.43	99.57
3/4"	19.050	405.0	10.33	10.76	89.24
1/2"	12.700	1972.0	50.29	61.06	38.94
3/8"	9.525	729.0	18.59	79.65	20.35
1/4"	6.350	0.0	0.00	79.65	20.35
N° 04	4.760	766.0	19.54	99.18	0.82
N° 08	2.380	32.0	0.82	100.00	0.00
SUM.T		3921	100.00	751.08	

La granulometría del agregado grueso natural que se presenta en la Figura 6 se observa que se encuentra dentro de los límites establecidos en la norma ASTM C 136.

**Figura 6**

*Curva granulométrica del agregado grueso natural*



En la Tabla 16 y Figura 7, se observa que el agregado fino natural presenta una buena distribución granulométrica según las recomendaciones de la norma técnica peruana NTP 400.012 (2001).

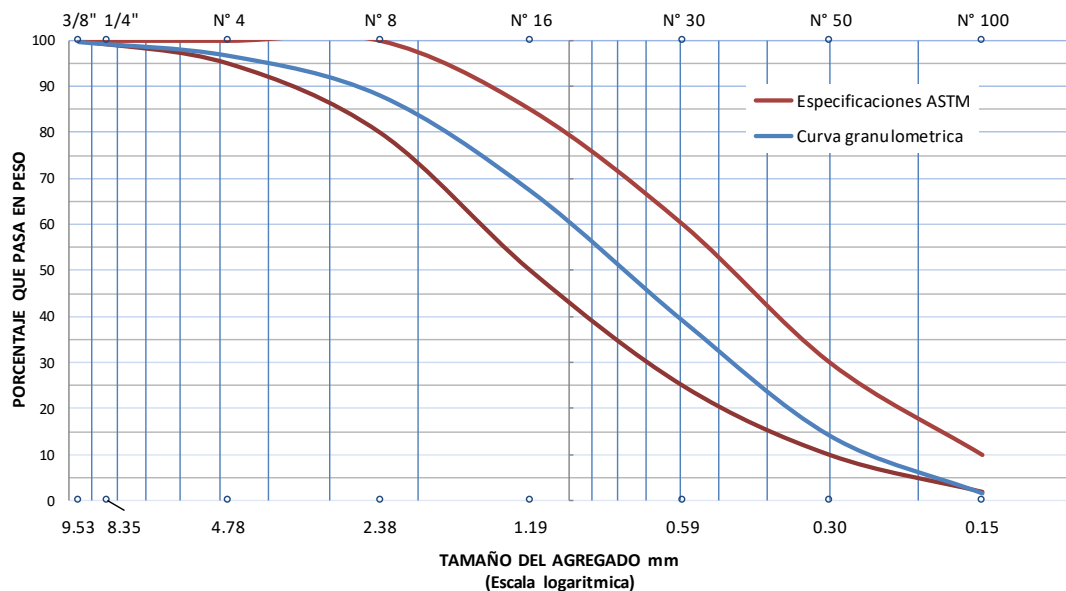
**Tabla 16**

*Granulometría del agregado fino natural*

TAMIZ ASTM	ABERTURA mm.	PESO RETEN.	% R. PARCIAL	% R. ACUM.	% QUE PASA
3/8"	9.525	2.00	0.33	0.33	99.67
N° 04	4.780	18.00	2.99	3.32	96.68
N° 08	2.380	52.00	8.64	11.96	88.04
N° 16	1.190	125.00	20.76	32.72	67.28
N° 30	0.590	170.00	28.24	60.96	39.04
N° 50	0.300	150.00	24.92	85.88	14.12
N° 100	0.149	75.00	12.46	98.34	1.66
N° 200	0.074	7.00	1.16	99.50	0.50
BASE	0.000	3.00	0.50	100.00	0.00
SUM.T	30.78	602.00	100.00	293.52	406.98

**Figura 7**

*Curva granulométrica del agregado fino natural*



En las Figura 5 y Figura 6, se observa una similitud de las curvas granulométricas del agregado grueso de cerámico y natural, las mismas que se ubican dentro de los límites establecidos según las recomendaciones de las normas,

esto posiblemente se deba al proceso de zarandeado por el tamiz de 1” realizado antes del análisis.

#### 4.1.4 Módulo de fineza

Según San Martín, (2019), menciona que el módulo de finura del agregado fino representa la finura del agregado, y entre mayor sea el módulo de fineza el agregado será más grueso.

El MF (módulo de fineza) es la sumatoria de los porcentajes retenido acumulado desde la malla 3” hasta la N° 100, dividido entre 100 (NTP 400.012, 2001).

Los datos del módulo de fineza de los agregados finos y gruesos han sido obtenidos de las Tablas 14, 15 y 16. A continuación se presentan los módulos de fineza.

**Tabla 17**

*Módulo de Fineza de los agregados*

<b>Material</b>	<b>MF</b>
AGC	7.52
AGN	7.51
AFN	2.94

De la Tabla 17, se puede apreciar que el módulo de fineza del agregado grueso cerámico y natural son semejantes, esto posiblemente debido al proceso de tamizado de los agregados.

#### 4.1.5 Peso específico

La NTP 400.012 (2001), propone un método estandarizado para obtener la gravedad específica (peso específico) del material grueso o agregado grueso, la misma que se define como la relación entre la masa del material grueso dividido entre su volumen del mismo material. Los datos de análisis se presentan en anexo y los resultados se muestran en la Tabla 18.

**Tabla 18**

*Resultados del Peso específico de los agregados*

<b>Tipo de agregado</b>	<b>Peso específico, (kg/m<sup>3</sup>)</b>
<b>AGRC</b>	1,956
<b>AGN</b>	2,419
<b>AFN</b>	2,368

El peso específico (Pe) del Agregado grueso reciclado cerámico (AGRC) en promedio es de 1,956 kg/m<sup>3</sup>, muy inferior al peso específico del agregado grueso natural (AGN) que tiene en promedio 2,419 kg/m<sup>3</sup>, con una diferencia de mas o menos del 19.1%.

#### 4.1.6 Absorción

La NTP 400.021 (2002), La absorción de agua por el agregado se define como el aumento en la masa del agregado debido al agua que ingresa a los poros de las partículas durante un período de tiempo, excluyendo el agua que se adhiere a la superficie exterior de las partículas, esta se expresa como porcentaje del peso del agregado en estado seco.

Los resultados obtenidos del análisis de Porcentaje de Absorción se muestran en la Tabla 19. Los análisis realizados se presentan en anexo.

**Tabla 19***Porcentaje de absorción de los agregados*

<b>Tipo de agregado</b>	<b>% de absorción</b>
<b>AGRC</b>	11.54
<b>AGN</b>	1.15
<b>AFN</b>	5.06

El porcentaje de absorción (% abs) del Agregado grueso reciclado cerámico (AGRC) en promedio es de 11.54%, muy superior al porcentaje de absorción del agregado grueso natural (AGN) que tiene en promedio 1.15% , con una diferencia de más o menos del 903.4%.

#### **4.1.7 Peso volumétrico**

La NTP 400.017 (2011), define Peso volumétrico como la masa/peso por unidad del volumen ocupado por la masa del agregado, donde el volumen incluye el volumen de las partículas individuales y el volumen de los huecos entre partículas, expresado en kg/m<sup>3</sup>. Esta norma especifica procedimientos para la determinación del peso volumétrico en condiciones libres o sueltas y secas (PVSS) y la determinación del peso volumétrico en condiciones secas comprimidas o compactadas (PVSC).

Los resultados del análisis se presentan en anexos, y los resultados se presentan en la tabla 20.

**Tabla 20***Peso Volumétrico Seco Suelto y compactados de los agregados*

<b>Tipo de agregado</b>	<b>Peso volumétrico seco suelto</b>	<b>Peso volumétrico seco compactado</b>
<b>AGRC</b>	1,039.29	1,169.00
<b>AGN</b>	1,535.97	1,627.62

<b>AFN</b>	1,479.64	1,583.45
------------	----------	----------

Igualmente, de la Tabla 20 se aprecia que el PVSC del AGRC presenta valores por debajo del peso volumétrico del AGN con diferencias del 32.3% y 28.18% en el suelto y compactado.

## 4.2 RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO

### 4.2.2 Diseño de mezcla

El diseño de la mezcla se realiza según el método ACI (2010) Comité 211.1, que proporciona tablas de las cuales se pueden derivar las cantidades de materiales que componen un lote de concreto.

En la elaboración del diseño de mezclas se usó el Agregado grueso reciclado cerámico (AGRC), el agregado grueso natural (AGN) y el agregado fino natural (AFN). En la Tabla 21, se presentan las propiedades físicas de los agregados obtenidos.

**Tabla 21**

*Propiedades físicas de los agregados gruesos y finos*

<b>Propiedades físicas</b>	<b>AGRC</b>	<b>AGN</b>	<b>AFN</b>
Peso Unitario Suelto (gr/cm <sup>3</sup> )	1.03929	1.53597	1.47964
Peso Unitario Compactado (gr/cm <sup>3</sup> )	1.16900	1.62762	1.58345
Porcentaje de Absorción (%)	11.54	1.15	5.06
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	1.956	2.419	2.368
Módulo de fineza	7.52	7.51	2.94
TMN	1”	1”	---

Se utilizaron relaciones agua/cemento (a/c) de 0.55, 0.48 y 0.43 con fines de evaluar la resistencia óptima lograda con estos agregados.

El procedimiento de diseño de la mezcla por el método de ACI se presenta en Anexo y esta misma repite en los otros diseños. Las cantidades para cada diseño de mezcla se presentan en las tablas 22, 23 y 24.

**Tabla 22***Dosificaciones con porcentajes de AGRC, AGN y AFN con a/c de 0.55*

materiales	AGRC				
	100%	75%	50%	25%	0%
cemento	350.909	350.909	350.909	350.909	350.909
Agua de diseño	281.903	262.414	242.925	223.436	203.947
Agregado fino	688.277	657.613	626.949	596.284	565.620
Agregado grueso reciclado	766.864	575.148	383.432	191.716	0.000
Agregado grueso natural	0.000	267.346	534.692	802.038	1069.384

**Tabla 23***Dosificaciones con porcentajes de AGRC, AGN y AFN con a/c de 0.48*

materiales	AGRC				
	100%	75%	50%	25%	0%
cemento	402.083	402.083	402.083	402.083	402.083
Agua de diseño	281.876	262.387	242.898	223.410	203.921
Agregado fino	643.632	612.967	582.303	551.639	520.975
Agregado grueso reciclado	766.864	575.148	383.432	191.716	0.000
Agregado grueso natural	0.000	267.346	534.692	802.038	1069.384

**Tabla 24***Dosificaciones con porcentajes de AGRC, AGN y AFN con a/c de 0.43*

materiales	AGRC				
	100%	75%	50%	25%	0%
cemento	448.837	448.837	448.837	448.837	448.837



Agua de diseño	281.852	262.363	242.874	223.386	203.897
Agregado fino	602.843	572.178	541.514	510.850	480.185
Agregado grueso reciclado	766.864	575.148	383.432	191.716	0.000
Agregado grueso natural	0.000	267.346	534.692	802.038	1069.384

### 4.2.3 Resultado de asentamiento

Para los resultados del asentamiento del concreto fresco se utilizó la NTP 339.035 (2009) utilizándose el cono de Abrams donde se midió el valor del asentamiento con la ayuda de un flexómetro por cada diseño de mezcla. Los resultados se muestran en la Tabla 25.

**Tabla 25**

*Resultados de Asentamiento en el concreto fresco*

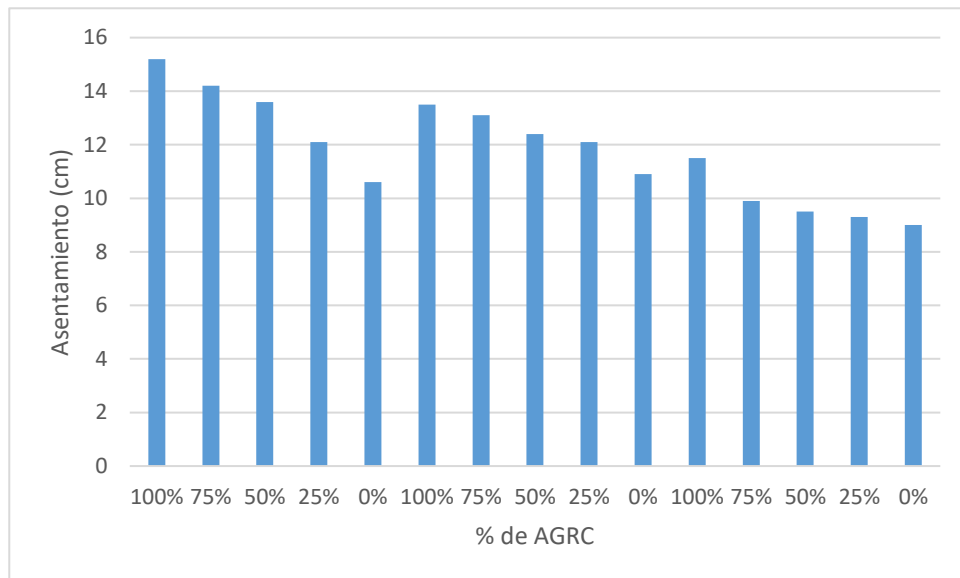
a/c	Cantidad de AGRC	Asentamiento	
		cm	pulg.
0.55	100%	15.2	6
	75%	14.2	6
	50%	13.6	5
	25%	12.1	5
	0%	10.6	4
0.48	100%	13.5	5
	75%	13.1	5
	50%	12.4	5
	25%	12.1	5
	0%	10.9	4
0.43	100%	11.5	5
	75%	9.9	4
	50%	9.5	4
	25%	9.3	4
	0%	9	4

La consistencia presenta una característica de consistencia seca cuando tienen un asentamiento de 0 a 50 mm (0" a 2"), una mezcla de consistencia plástica cuando tienen un asentamiento de 75 a 100 mm (3" a 4"), y una mezcla de

consistencia fluida cuando tienen un asentamiento mayor a 125 mm ( $> 5''$ ), pudiendo variar en  $\pm 1''$  (Rivvas. 2010).

### Figura 8

*Asentamientos registrados en los concretos con AGRC*



En la Figura 8, se observa que los concretos con AGRC presentan mayor valor de asentamiento y conformemente se aumenta AGN en porcentajes, este valor de asentamiento baja, sin embargo estos valores están dentro de la norma.

El incremento del asentamiento posiblemente sea debido a que el agregado grueso reciclado de cerámica presenta una cara con presencia de cerámica que es una superficie lisa con poco o nada de superficie absorbente produciendo un aumento de la plasticidad del concreto.

#### 4.2.4 Resistencia a la compresión

Esta prueba se realizó para determinar la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto de acuerdo con la NTP 339.034 (2015). Los resultados de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas se muestran en la Tabla 26.

**Tabla 26**

*Resistencia a la compresión del concreto por diseño de mezcla*

Diseño de mezcla	Nº de prueba	f'c kg/cm <sup>2</sup>	Diseño de mezcla	Nº de prueba	f'c kg/cm <sup>2</sup>	Diseño de mezcla	Nº de prueba	f'c kg/cm <sup>2</sup>
M-1	1	186.520	M-6	16	261.022	M-11	31	209.856
M-1	2	170.179	M-6	17	263.591	M-11	32	207.888
M-1	3	183.494	M-6	18	258.599	M-11	33	204.932
M-2	4	196.300	M-7	19	268.348	M-12	34	216.374
M-2	5	202.714	M-7	20	271.463	M-12	35	211.662
M-2	6	198.839	M-7	21	274.125	M-12	36	214.087
M-3	7	231.209	M-8	22	271.810	M-13	37	218.755
M-3	8	235.701	M-8	23	276.366	M-13	38	220.236
M-3	9	230.118	M-8	24	280.982	M-13	39	218.580
M-4	10	242.907	M-9	25	306.153	M-14	40	232.628
M-4	11	244.778	M-9	26	309.015	M-14	41	232.694
M-4	12	236.648	M-9	27	308.114	M-14	42	222.258
M-5	13	244.559	M-10	28	313.119	M-15	43	228.425
M-5	14	240.993	M-10	29	315.223	M-15	44	246.305
M-5	15	239.163	M-10	30	308.114	M-15	45	248.811

#### 4.3 PRUEBA DE HIPÓTESIS DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO

Se utilizó el ANOVA (análisis de varianza) para determinar la influencia del agregado grueso reciclado de cerámica en la resistencia a la compresión del concreto.

**Tabla 27**

*ANOVA, análisis de varianza en la resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A:%AGRC	15179.8	4	3794.94	165.58	0.0000
B:a/c	42525.2	2	21262.6	927.75	0.0000
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	2465.65	8	308.206	13.45	0.0000
RESIDUOS	687.554	30	22.9185		
TOTAL (CORREGIDO)	60858.1	44			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

La tabla ANOVA descompone la variabilidad de resistencia en contribuciones debidas a varios factores. La contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que 3 valores-P son menores que 0.05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre resistencia con un 95.0% de nivel de confianza.

Los resultados estadísticos muestran que la **Razón-F** para la variable agregado grueso reciclado cerámico (AGRC) y relación agua/cemento (a/c) es igual a 165.58 y 927.75 respectivamente, que es el cociente entre el estimado de grupos y el estimado dentro de grupos, concluyéndose que la variación de la resistencia del concreto a la compresión está fuertemente relacionado al porcentaje de agregado grueso reciclado cerámico y a la relación agua/cemento que se le ha dado.

Igualmente la Razón –  $F$  para la relación AB tiene un valor de 13.45 entendiéndose que la interacción del agregado reciclado grueso de cerámica está directamente interactuando con la cantidad de a/c, y que ambos interactúan a favor del cambio de la resistencia del concreto

Con fines de determinar cuál de los porcentajes de agregados reciclado cerámicos presenta mayor resistencia a la compresión realizaremos la prueba de Tukey.

**Tabla 28**

*Tukey de RESISTENCIA por porcentaje de AGRC*

<b>%AGRC</b>	<b>Casos</b>	<b>Media LS</b>	<b>Sigma LS</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
<b>100</b>	9	216.231	1.59577	X
<b>75</b>	9	228.212	1.59577	X
<b>50</b>	9	242.64	1.59577	X
<b>25</b>	9	259.467	1.59577	X
<b>0</b>	9	264.967	1.59577	X



Como se puede apreciar en la Tabla 28, cuanto más aumenta el porcentaje de agregado grueso reciclado cerámico más disminuye la resistencia del concreto a la compresión. Siendo un porcentaje ideal de 25% que iguala a la resistencia del concreto con agregado grueso natural.

**Tabla 29**

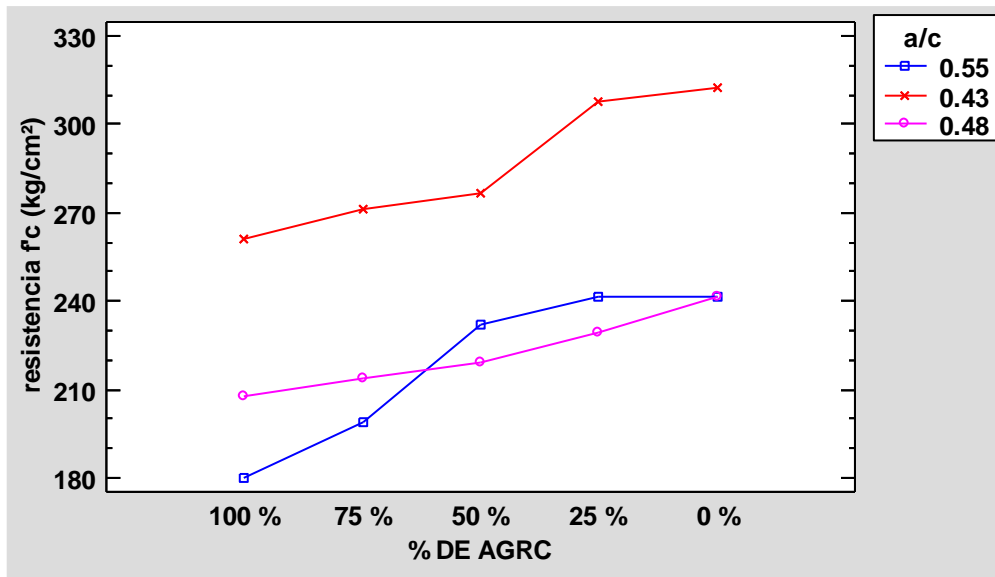
*Tukey de RESISTENCIA por relación agua/cemento*

<i>a/c</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
<b>0.55</b>	15	218.941	1.23608	X
<b>0.43</b>	15	222.233	1.23608	X
<b>0.48</b>	15	285.736	1.23608	X

En la tabla 29, la relación agua cemento que da mayor resistencia es de 0.43, y la de 0.55 y 0.48 estadísticamente no presenta diferencia.

**Figura 9**

*Resistencia del concreto con diferentes AG y relaciones a/c*



Sabemos que la relación agua/cemento es la cantidad de agua para una determinada cantidad de cemento y cuando esta relación a/c baja aumenta la cantidad de cemento.

En la figura 9, podemos apreciar que con una relación a/c de 0.48 y con el uso de 100% de AGRC se puede llegar a una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>, y para una relación a/c de 0.55 se llegaría con el uso de más o menos 63% AGRC, y para una relación agua/cemento de 0.43 se puede conseguir resistencia de 260 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo esta relación a/c necesita más cemento.

#### 4.4 DISCUSIÓN

Bayona, (2020) menciona que “al incorporar cerámica reciclada en la elaboración de concreto no incrementa significativamente la resistencia del concreto pero que existe un porcentaje óptimo en el cual se puede incorporar de cerámica reciclada y mantener la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm, siendo este valor optimo del 3% ya que se obtuvo una resistencia a la compresión de 215.987 kg/cm<sup>2</sup> acorde con el diseño de f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup>. A partir del 3% al 18% de sustitución la resistencia a la compresión disminuye notablemente”. Igualmente Heredia, (2017) menciona que “la cantidad de cerámico triturado incorporado en el concreto si perjudica la resistencia a la compresión, pero no directamente proporcional a la cantidad de cerámico incorporado”.



En la presente investigación se tuvo resultados similares, donde el agregado grueso reciclado de cerámica, reduce la resistencia conforme aumente el porcentaje de cantidades de esta en el concreto, e igualmente el porcentaje ideal es del 63%.



## V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados uso de residuos o reciclado cerámico en sustitución del agregado grueso natural se tuvo las siguientes conclusiones:

- Las propiedades físicas del agregado grueso reciclado cerámico fueron analizadas según la NTP 300.037, que cuenta con una granulometría, tamaños máximo nominal y módulo de fineza semejante al AGN, sin embargo presentan menor peso meso específico y volumétrico, y con un % de absorción superior al AGN.
- La resistencia del concreto a la compresión está indirectamente relacionado al porcentaje (%) de AGRC, en proporciones de 25%, 50%, 75% y 100%, e influye en forma negativa en la resistencia del concreto, es decir cuanto más aumenta el porcentaje de agregado grueso reciclado cerámico en el concreto, disminuye la resistencia del concreto a la compresión. Siendo un porcentaje ideal de 25% que igual a la resistencia del concreto con agregado grueso natural.





## VI. RECOMENDACIONES

- La presente investigación se realizó con agregado grueso reciclado cerámico, y su influencia en la resistencia a la compresión del concreto, por lo que se recomienda realizar futuras investigaciones con Agregado fino reciclado cerámico.
- Se realizó los diseños de mezclas con relaciones a/c de 0.55, 0.48 y 0.43, por lo que se recomienda realizar investigaciones con otras relaciones agua/cemento y determinar su influencia en los valores económicos para elaborar un metro cubico de concreto.
- La elaboración del AGRC se obtuvo de manera manual, por lo que se recomienda hacerlo de manera mecánica con el uso de una trituradora y evaluar su influencia en las características físicas del AGRC.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- ACI 211. (2002). Standard Practice for Selecting Proportions for normal Heavyweight, and Mass Concrete (ACI 211.1-91) Reapproved 1997. *American Concrete Institute (ACI)*.
- ACI 211. (2016). Diseño de mezclas de concreto. *American Concrete Institute (ACI)*.
- ASTM C-136. (2009). Método de prueba estándar para análisis granulométrico de agregados finos y gruesos. *American Society for Testing and Materials (ASTM)*.  
<http://ingenieriasalva.blogspot.com/2009/04/astm-designacion-c-143-90a.html>
- Bayona, P. I. (2020). Incorporacion de cerámica reciclada para analizar la resisitencia a la compresión del concreto  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima 2021. En *Universidad Andina del Cusco*.  
[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez\\_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cayhualla, P., & Edilson, P. (2022). Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  añadiendo residuos cerámicos y ceniza de tronco de eucalipto como sustituto del agregado fino, Ica 2022. En *Universidad Cesar Vallejo*.
- Chicaiza, C., & Guerra, G. (2018). Estudio del uso de residuos cerámicos como sustituto de un porcentaje de cemento para la fabricación de morteros. *Universidad Central del Ecuador*, 140.
- Cordero, G., Cardenas, J., & Rojas, J. (2018). *Diseño de mezclas de concreto aplicando el método ACI* (Vol. 1).  
<http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/5476>



- Flores, C., & Flores, K. (2021). Pruebas Para Comprobar La Normalidad De Datos En Shapiro-Wilk Y Kolmogórov-Smirnov -Tests To Verify the Normality of Data in Production Processes. *Societas*, 23(2), 83–106. <http://orcid.org/0000-0002-1892http://orcid.org/0000-0003>
- Gómez, R., & Figueroa, J. (2021). *Diseño de hormigón celular en base a espumante RV-2020 y cerámica cocida*. 1–133.
- Guti, L. (2019). Cómo realizar e interpretar un análisis factorial exploratorio utilizando SPSS. *REIRE Revista d Innovación Recerca en Educació* 12 (2), 1–14. <https://doi.org/10.1344/reire2019.12.227057>
- Heredia, C. (2017). Resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>; incorporando cerámico en 3% y 5% en remplazo de agregado grueso. *Universidad Privada del Norte*, 358.
- Meza, A. A., & Tolentino, Y. (2020). *Diseño de concreto incorporando materiales cerámicos con plastificante para incrementar las propiedades mecánicas del concreto sobre 210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima-2020*. 0–2.
- Neville, A. (2013). *No Title*. M.en A. Soledad Moliné Venanzi.
- NTP.400.021. (2002). Agregados . Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. *Norma Técnica Peruana, Lima 41*. [https://www.academia.edu/26938679/NORMA\\_TÉCNICA\\_NTP\\_400\\_021\\_PERUANA\\_2002](https://www.academia.edu/26938679/NORMA_TÉCNICA_NTP_400_021_PERUANA_2002)
- NTP.400.022. (2013). Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa (Peso específico) y absorción del agregado fino. *Norma Técnica*



*Peruana.* <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-privada-del-norte/ingenieria/372901324-ntp-400-012-2013-pdf/5739579>

NTP 334.009. (2016). CEMENTOS. Cemento pórtland. Requisitos. *Inacal, 6ta Edició.*

NTP 339.034. (2015). HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. *INDECOPI,* 4(3), 22.

[https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/modulos/TIE/TIE\\_DetallarProducto.aspx?PRO=4303](https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/modulos/TIE/TIE_DetallarProducto.aspx?PRO=4303)

NTP 339.035. (2009). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de Cemento Portland. *NTP 339.035 Instituto Nacional de Calidad, 3ra. edic,* 13.

[https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/modulos/TIE/TIE\\_DetallarProducto.aspx?PRO=4303](https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/modulos/TIE/TIE_DetallarProducto.aspx?PRO=4303)

NTP 339.047. (2006). *Hormigón (Concreto). Deficiones y terminologia relativas al hormigon y agregados* (p. 17).

NTP 339.088. (2006). *HORMIGÓN (CONCRETO). Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos.*

NTP 339.185. (2011). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. *Norma Tecnica Peruana.*

NTP 400.011. (2008). Agregados. definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones. *Norma Tecnica Peruana,* 16.

NTP 400.012. (2001a). *AGREGADOS . Análisis granulométrico del agregado. Lima 41.*



NTP 400.012. (2001b). NORMA TECNICA PERUANA, INDECOPI. *INDECOPI, Lima*  
*41.*

NTP 400.017. (2011). Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (' 'Peso Unitario'') y los vacíos en los agregados. *INDECOPI*, 14. <https://www.scribd.com/document/343664826/NTP-400-017-2011-Agregados-Metodo-de-Ensayo-Para-Determinar-El-Peso-Unitario-Del-Agregado>

NTP 400.037. (2001). *AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto.*

Orozco, M., Avila, Y., Restrepo, S., & Parody, A. (2018). Factores influyentes en la calidad del concreto : una encuesta a los actores relevantes de la industria del hormigón Factors influencing concrete quality : a survey to the principal actors of the concrete industry. *Revista Ingeniería de Construcción*, 33(2013), 161–172.

Penadillo, A. (2021). Influencia al adicionar desechos cerámicos y fibra de polipropileno en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , Lima 2021. *Universidad Cesar Vallejo*, 1–118.  
[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez\\_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Ramirez, J., Castillo, B., Benavides, J., Peralta, Y., Berrios, J., Lanuza, F., Moncada, H., Navarro, M., Molina, M., Flores, Y., Navarro, S., & Alfaro, J. (2018). Metodología de la Investigación e Investigación Aplicada para Ciencias Económicas y Administrativas. *Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, Facultad Regional Multidisciplinaria, FAREM Estelí*, 1–92.



[https://scholar.google.com/scholar?as\\_ylo=2018&q=tipo+de+investigaci3n+aplicada&hl=es&as\\_sdt=0,5](https://scholar.google.com/scholar?as_ylo=2018&q=tipo+de+investigaci3n+aplicada&hl=es&as_sdt=0,5)

Rengifo, M., & Yupangui, R. (2013). *Estudio del Hormig3n Celular*. 225.

Restrepo, O. (2011). *Baldosas ceramicas y gres porcelanico: un mundo en permanente evoluci3n*. 0. <http://bdigital.unal.edu.co/40184/1/71680768.201113.pdf>

Rivvas, E. (2010). CONCRETO Dise1o de Mezclas. *Instituto de la Construcci3n y Gerencia*, 54.

Rodriguez, B. (2019). Influencia De Los Superplastificantes Tipo F Sobre Sus Propiedades F3sicas Y Mec3nicas De Un Concreto Autocompactante. *Universidad Privada del Norte*, 246.

Rojas, A. (2019). Influencia de residuos de cer3mica como sustituci3n porcentual del cemento sobre la resistencia a la compresi3n del concreto, Trujillo – 2019. *Universidad Privada del Norte*.

San Mart3n, R. (2019). Uso de probetas ensayadas del LEMC como agregado grueso reciclado en mezclas nuevas de concreto. *Universidad de Piura*.

Tapia, C. (2021). Evaluaci3n del concreto adicionando residuos de cer3mica y porcelanato. *UNIVERSIDAD NACIONAL AUT3NOMA DE CHOTA*, 101.

Trapero, A., Escobar, F., & Dominguez, J. (2010). *Experimentaci3n en Agricultura* (N3mero January 2010). Consejer3a de Agricultura y Pesca, Servicio de Publicaciones y Divulgaci3n.

Vallejo, G. (2021). Durabilidad y propiedades mec3nicas del hormig3n sintetizado con



- desechos cerámicos como material cementoso suplementario. *Universidad Nacional de Chimborazo*, 53. <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/7646/1/06678.pdf>
- Viera, P., & Chicaiza, C. (2018). Uso De Residuos Cerámicos Como Sustituto Del Cemento Para Fabricación De Morteros. *Ciencia*, 20(1), 34. <https://doi.org/10.24133/ciencia.v20i1.554>
- Walpole, R., Myers, R., Myers, S., & Ye, K. (2012). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias* (I. Pearson Education (ed.); Novena edi). University of Texas at San Antonio.
- Yau, N. (2018). Levantamiento de acabados de piso y losas postensadas. *UNiversidad Tecnológica de Panamá*, 4. <http://bdigital.unal.edu.co/40184/1/71680768.201113.pdf>
- Yoc Chamalé, J. A. (2018). Fabricación y evaluación experimental de unidades de mampostería de concreto celular de espuma preformada. *Universidad de San Carlos de Guatemala*, 139. <http://emecanica.ingenieria.usac.edu.gt/sitio/wp-content/subidas/6ARTÍCULO-III-INDESA-SIE.pdf>



## ANEXOS

### Anexo 1. Diseño de mezclas, relación a/c = 0.55, método ACI 211.1

#### 1.- Materiales

##### 1.1.- Cemento:

- Cemento Portland Puzolánico “Rumi” IP
- Peso Específico = 2.85 gr/cm<sup>3</sup>

##### 1.2.- Agua:

- El agua usada proviene de la red de agua potable de la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno.

##### 1.3.- Agregados:

DATOS	Agregado fino	AGRC
Peso Unitario Suelto	1479.64 kg/m <sup>3</sup>	1039.29 kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado	1583.45 kg/m <sup>3</sup>	1169.00 kg/m <sup>3</sup>
% de Absorción	5.06 %	11.54 %
Contenido de humedad	5.00 %	0.00 %
Peso específico	2368.00 kg/m <sup>3</sup>	1956.00 kg/m <sup>3</sup>
Módulo de fineza	2.94	7.52
TMN AG	1”	
Perfil de agregado grueso		redondo
	<b>Cemento</b>	
Peso Especifico	2.85 gr/m <sup>3</sup>	
Marca y tipo	IP PUZOLANICO	

#### 2.- Selección del Tamaño Máximo Nominal (TMN) del agregado

De acuerdo al análisis granulométrico de los Agregados Gruesos se tiene un TMN de 1”.





### 3.- Selección del asentamiento

El diseño de mezcla requiere tener una consistencia plástica, con un asentamiento de 3" a 4".

### 4.- Volumen Unitario de agua

El volumen unitario de agua lo seleccionamos de la Tabla 6.3.3 del ACI 211.1.

*Cantidades aproximadas de agua de amasado para diferentes Slump*

Asentamiento	Agua, en $l/m^3$ para los tamaños máximo nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	1045	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---

Fuente: Tabla 6.3.3. ACI 211.1-91, Cantidades aproximadas de agua de amasado para diferentes Slump

Para una consistencia plástica de asentamiento 3" a 4", y de tamaño máximo nominal de 1" para un concreto sin aire incorporado le corresponde una cantidad de agua de amasado de  $193 l/m^3$  de concreto.



## 5.- Selección del contenido de aire

Desde que se trata de un concreto sin aire incorporado, se ha considerado el porcentaje de aire que queda atrapado, se ha obtenido los siguientes valores de la tabla 6.3.3 del ACI 211.1-91.

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

Fuente: Tabla 6.3.3. ACI 211.1-91, Porcentaje de aire atrapado

El contenido de aire atrapado para un agregado de Tamaño Máximo Nominal de 1" es de 1.5%.

## 6.- Relación agua-cemento

No presentándose problemas de intemperismo ni de ataques por sulfatos, u otro tipo de acciones que puede dañar al concreto, se ha seleccionado la relación agua-cemento por resistencia de la tabla 6.3.4 (a) del ACI 211.1-91.



Resistencia a la compresión a los 28 días ( $f'_{cr}$ ) (kg/cm <sup>2</sup> )	Relación agua/cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Fuente: Tabla 6.3.4 (a). ACI 211.1-91, Relación agua-cemento

Para nuestro caso se ha designado la relación a/c de 0.55.

### 7.- factor cemento

El factor cemento es la cantidad de cemento que se va a utilizar en un metro cubico de concreto, esta expresado por la siguiente formula:

$$F_c = \frac{\text{Volumen de agua}}{\text{Relación a/c}} = \frac{193}{0.55} = 350.9 \text{ kg/m}^3$$

La cantidad de cemento a utilizarse es = 350.9 kg/m<sup>3</sup>

### 8.- Contenido de agregado grueso

Para determinar el contenido de agregado grueso se a empleado la tabla 6.3.6 del ACI 211.1-91.



*Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto*

Tamaño máximo del agregado grueso		Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino.			
		Módulo de fineza del agregado fino			
mm.	Pulg.	2.4	2.6	2.8	3.0
10	3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
12.5	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
20	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
40	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
70	3"	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Tabla 6.3.6. ACI 211.1-91, Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto

Con un módulo de fineza de 3.05 y un TMN del agregado grueso de 1", se encontró un valor de  $b/b_0 = 0.66$  metros cúbicos de agregado grueso seco compactado por unidad de volumen del concreto.

$$\text{- Peso del agregado grueso} = 0.66 \times 1169.00 \text{ kg/m}^3 = 766.86 \text{ kg}$$

### 9.- Cálculo de Volúmenes absolutos

Conocido los pesos del cemento, agua y agregado grueso, así como el volumen de aire, se procedió a calcular la suma de los volúmenes absolutos:



$$\text{Vol. Cemento} = \frac{Fc}{P. e. del cemento} = \frac{350.9 \text{ kg}}{2850 \text{ kg/m}^3} = 0.123 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Agua} = \frac{\text{Cantidad de agua}}{P. e. del agua} = \frac{193 \text{ l}}{1000 \text{ l/m}^3} = 0.193 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. que ocupa el aire} = \% \text{ de aire atrapado} = 1.5\% = 0.015 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. AG} = \frac{\text{Peso AG seco y compactado}}{P. e. del AG} = \frac{766.9 \text{ kg}}{1956.0 \text{ kg/m}^3} = 0.392 \text{ m}^3$$

- Suma de Volúmenes conocidos =  $0.723 \text{ m}^3$

### 10.- Contenido de agregado fino

El volumen absoluto de agregado fino será igual a la diferencia entre la unidad y la suma de los volúmenes absolutos conocidos. El peso del agregado fino será igual a su volumen absoluto multiplicado por su peso sólido.

- Volumen absoluto de agregado fino =  $1 - 0.723 \text{ m}^3 = 0.277 \text{ m}^3$
- Peso del agregado fino seco =  $0.277 \text{ m}^3 \times 2368 \text{ kg/m}^3 = 655.50 \text{ kg}$

### 11.- Valor de diseño

Las cantidades de materiales a ser empleados como valores de diseño para 1 metro cúbico de concreto serán:

- Cemento =  $350.91 \text{ kg}$
- Agua de diseño =  $193 \text{ l}$
- Agregado fino seco =  $655.50 \text{ kg}$
- Agregado grueso seco =  $766.86 \text{ kg}$



## 12.- Corrección por humedad del agregado

Las proporciones de los materiales que integran la unidad cúbica de concreto debe ser corregida en función de las condiciones de humedad de los agregados fino y grueso, a fin de obtener los valores a ser utilizados en obra:

Peso húmedo del:

- Agregado Fino =  $655.50 \text{ kg} \times (1 + 5.0\% / 100) = 688.28 \text{ kg}$
- Agregado grueso =  $766.86 \text{ kg} \times (1 + 0\% / 100) = 766.86 \text{ kg}$

## 13.- Aporte de humedad

- Agregado fino =  $- 0.41 \text{ l}$
- Agregado grueso =  $- 88.50 \text{ l}$
- *Aporte de humedad de los agregados =  $- 88.90 \text{ l}$*

## 14.- Agua efectiva

- Agua efectiva =  $193 \text{ l} - 88.90 \text{ l} = 281.90 \text{ l}$

## 15.- Peso de los materiales húmedos para un metro cubico de concreto:

- Cemento =  $350.90 \text{ kg}$
- Agua de diseño =  $281.90 \text{ l}$
- Agregado fino seco =  $688.28 \text{ kg}$
- Agregado grueso seco =  $766.86 \text{ kg}$

## Anexo 2. Evidencias fotográficas



*Foto 01.* Triturado del material cerámico



*Foto 02.* Tamizado del agregado reciclado



*Foto 03.* Elaboración del concreto



*Foto 04.* Rotura de briquetas de concreto



### Anexo 3. Análisis físico de los Agregados



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA TOPOGRAFICA Y AGRIMENSURA  
LABORATORIO DE ENSAYOS Y MATERIALES



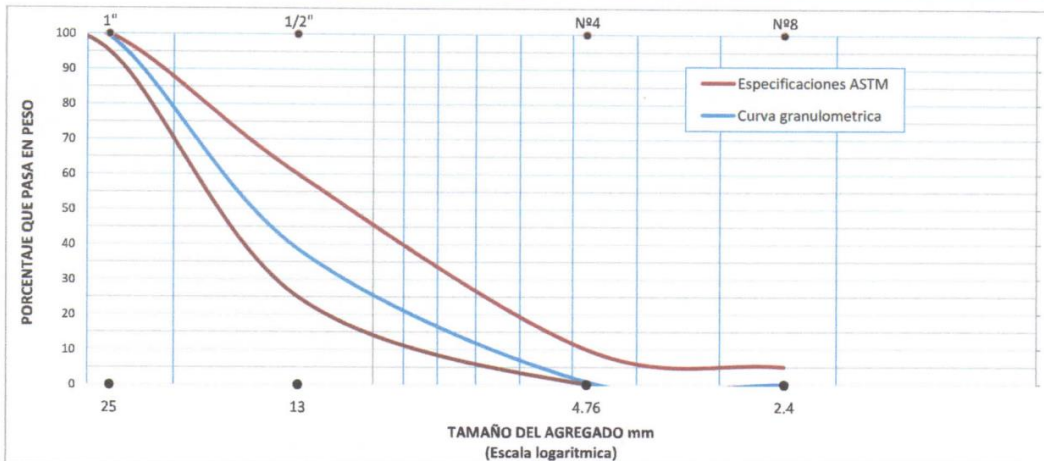
#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS

PROYECTO : INCORPORACIÓN DE RESIDUOS CERÁMICOS COMO SUSTITUTO DE AGREGADO GRUESO Y SU INFLUENCIA LA RESISTENCIA DEL CONCRETO

REALIZADO POR : BCH. RENE ALEX ROMERO CONDORI MUESTRA : AGREGADO GRUESO CERÁMICO

FECHA : 04 de setiembre del 2023 CANTERA : material propio del tesista

TAMIZ Pulg.	ABERTURA mm.	PESO RETEN.	% R. PARCIAL	% R. ACUM.	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
						TMN = 1"		
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	0.00			P. muestra = 4733  MF = 7.52  Características:  D10 = 6.942 Cu = 2.23 D30 = 11.28 Cc = 1.19 D60 = 15.46
2 1/2"	63.500	0.0	0.00	0.00	0.00			
2"	50.600	0.0	0.00	0.00	100.00			
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	100.00	100	100	
1"	25.400	26.0	0.55	0.55	99.45	95	100	
3/4"	19.050	466.0	9.85	10.40	89.60			
1/2"	12.700	2479.0	52.38	62.77	37.23	25	60	
3/8"	9.525	765.0	16.16	78.94	21.06			
1/4"	6.350	0.0	0.00	78.94	21.06			
N° 04	4.760	966.0	20.41	99.35	0.65	0	10	
N° 08	2.380	31.0	0.65	100.00	0.00	0	5	
SUM.T		4733	100.00	752.00				



**OBSERVACIONES:**

Su granulometría se encuentra dentro de las especificaciones ASTM.

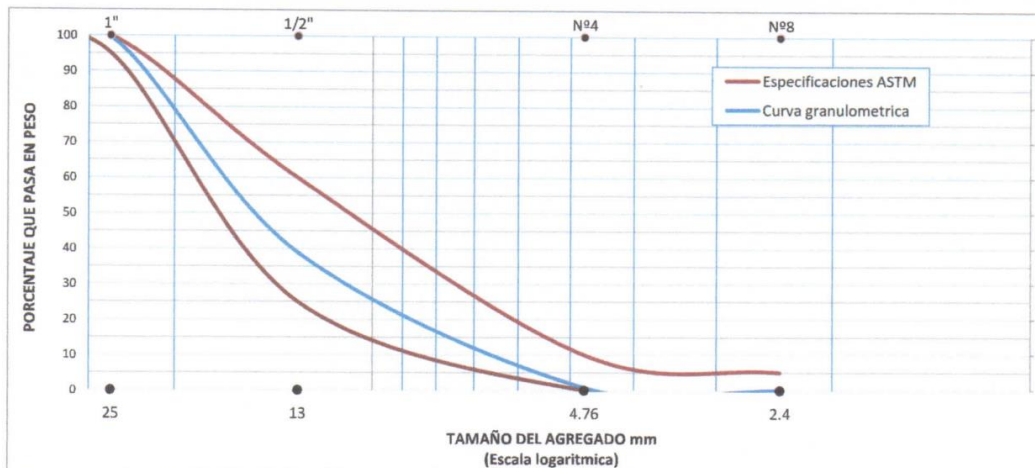
*Rene Alex Romero Condori*  
  
**INGENIERO CIVIL**  
 Nº 10488



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
CARACTERISTICAS GRANULOMETRICAS**

PROYECTO : INCORPORACIÓN DE RESIDUOS CERÁMICOS COMO SUSTITUTO DE AGREGADO GRUESO Y SU INFLUENCIA LA RESISTENCIA DEL CONCRETO  
REALIZADO POR : BCH. RENE ALEX ROMERO CONDORI MUESTRA : AGREGADO GRUESO NATURAL  
FECHA : 04 de setiembre del 2023 CANTERA : material propio del tesista

TAMIZ Pulg.	ABERTURA mm.	PESO RETEN.	% R. PARCIAL	% R. ACUM.	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
						TMN = 1"		
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	0.00			P. muestra = 3921  MF = 7.51  Características  D10 = 7      Cu = 2.194 D30 = 11.17      Cc = 1.161 D60 = 15.36
2 1/2"	63.500	0.0	0.00	0.00	0.00			
2"	50.600	0.0	0.00	0.00	100.00			
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	100.00	100	100	
1"	25.400	17.0	0.43	0.43	99.57	95	100	
3/4"	19.050	405.0	10.33	10.76	89.24			
1/2"	12.700	1972.0	50.29	61.06	38.94	25	60	
3/8"	9.525	729.0	18.59	79.65	20.35			
1/4"	6.350	0.0	0.00	79.65	20.35			
N° 04	4.760	766.0	19.54	99.18	0.82	0	10	
N° 08	2.380	32.0	0.82	100.00	0.00	0	5	
SUM.T		3921	100.00	751.08				



OBSERVACIONES:  
Su granulometría se encuentra dentro de las especificaciones ASTM.

VºBº  
  
  
Zamorán Freddy Llanos Ticona  
INGENIERO CIVIL  
CIP 104080



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
AGREGADO FINO**

INCORPORACIÓN DE RESIDUOS CERÁMICOS COMO SUSTITUTO DE AGREGADO GRUESO Y SU INFLUENCIA LA RESISTENCIA DEL CONCRETO

PROYECTO :

REALIZADO POR :

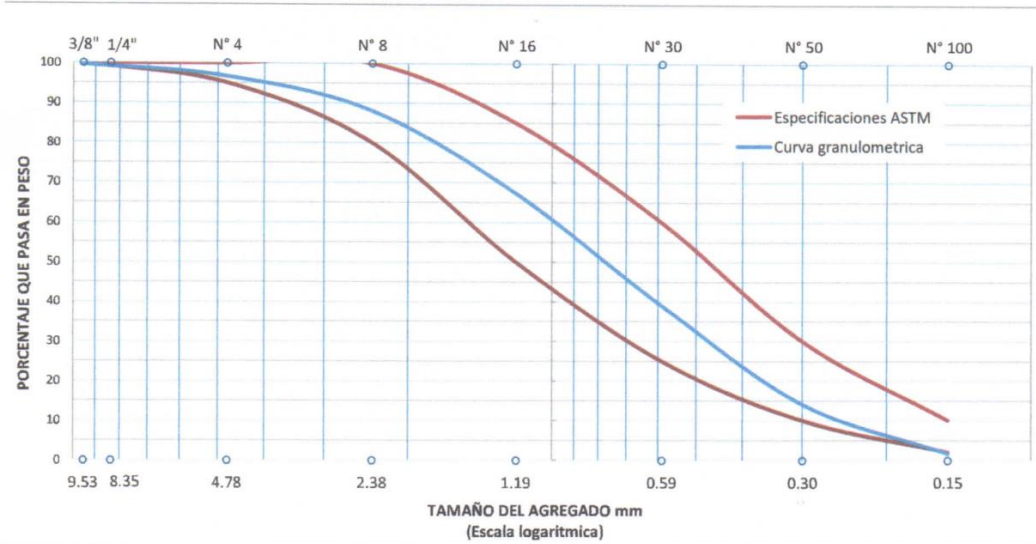
FECHA :

BCH. RENE ALEX ROMERO CONDORI  
04 de setiembre del 2023

MUESTRA : AGREGADO FINO NATURAL

CANTERA : material propio del tesista

TAMIZ Pulg.-ASTM	ABERTURA mm.	PESO RETEN.	% R. PARCIAL	% R. ACUM.	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	2.00	0.33	0.33	99.67	100 100	MF = 2.94 Características D10 = 0.25 Cu = 3.09 D60 = 0.77
N° 04	4.780	18.00	2.99	3.32	96.68	95 100	
N° 08	2.380	52.00	8.64	11.96	88.04	80 100	
N° 16	1.190	125.00	20.76	32.72	67.28	50 85	
N° 30	0.590	170.00	28.24	60.96	39.04	25 60	
N° 50	0.300	150.00	24.92	85.88	14.12	10 30	
N° 100	0.149	75.00	12.46	98.34	1.66	02 10	
N° 200	0.074	7.00	1.16	99.50	0.50		
BASE	0.000	3.00	0.50	100.00	0.00		
SUM.T	30.78	602.00	100.00	293.52	406.98		



OBSERVACIONES:

Su granulometría se encuentra dentro de las especificaciones ASTM.

VOB  
  
  
 Zenon Fredy Llanos Ticoma  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 184084





**PESOS UNITARIOS DE LOS AGREGADOS**

PROYECTO : INCORPORACIÓN DE RESIDUOS CERÁMICOS COMO SUSTITUTO DE AGREGADO GRUESO Y SU INFLUENCIA LA RESISTENCIA DEL CONCRETO  
 REALIZADO POR : BCH. RENE ALEX ROMERO CONDORI MUESTRA : AGREGADO GRUESO RECICLADO CERAMICA  
 FECHA : 04 de setiembre del 2023 CANTERA : material propio del testista

**AGREGADO GRUESO**

**PESO UNITARIO SUELTO**

Ensaye no.	1	2	3
Molde No.	02		
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	8063.300		
Peso del molde (kg)	0.721		
Peso del agregado suelto + molde (kg)	9.099		
Peso del agregado suelto en el molde (kg)	8.378		
Peso volumétrico seco suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1039.029		
Peso volumétrico promedio seco suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1039.029		

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

Ensaye no.	1	2	3
Molde No.	02		
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	8063.300		
Peso del molde (kg)	0.721		
Peso del agregado compactado + molde (kg)	10.147		
Peso del agregado compactado en el molde (kg)	9.426		
Peso volumétrico seco compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1169.000		
Peso volumétrico promedio seco compact. (kg/m <sup>3</sup> )	1169.000		

V.B°

Prody Llanos Tizama  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 104684



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA TOPOGRAFICA Y AGRIMENSURA  
LABORATORIO DE ENSAYOS Y MATERIALES



**PESOS UNITARIOS DE LOS AGREGADOS**

PROYECTO : INCORPORACIÓN DE RESIDUOS CERÁMICOS COMO SUSTITUTO DE AGREGADO GRUESO Y SU INFLUENCIA LA RESISTENCIA DEL CONCRETO  
 REALIZADO POR : BCH. RENE ALEX ROMERO CONDORI MUESTRA : AGREGADO GRUESO NATURAL  
 FECHA : 04 de setiembre del 2023 CANTERA : material propio del tesista

**AGREGADO GRUESO**

**PESO UNITARIO SUELTO**

Ensaye no.	1	2	3
Molde No.	02		
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	8063.300		
Peso del molde (kg)	0.720		
Peso del agregado suelto + molde (kg)	13.105		
Peso del agregado suelto en el molde (kg)	12.385		
Peso volumétrico seco suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1535.972		
Peso volumétrico promedio seco suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1535.972		

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

Ensaye no.	1	2	3
Molde No.	02	02	02
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	8063.300		
Peso del molde (kg)	0.720		
Peso del agregado compactado + molde (kg)	13.844		
Peso del agregado compactado en el molde (kg)	13.124		
Peso volumétrico seco compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1627.621		
Peso volumétrico promedio seco compact. (kg/m <sup>3</sup> )	1627.621		

VºBº   
  
 Zulema Proaño López Theoria  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 184684



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA TOPOGRAFICA Y AGRIMENSURA  
LABORATORIO DE ENSAYOS Y MATERIALES



**PESOS UNITARIOS DE LOS AGREGADOS**

PROYECTO : INCORPORACIÓN DE RESIDUOS CERÁMICOS COMO SUSTITUTO DE AGREGADO GRUESO Y SU INFLUENCIA LA RESISTENCIA DEL CONCRETO  
REALIZADO POR : BCL. KEINE ALEA ROMERO  
CONDICIÓN : MUESTRA : AGREGADO FINO NATURAL  
FECHA : 04 de setiembre del 2023 CANTERA : material propio del tesista

**AGREGADO FINO**

**PESO UNITARIO SUELTO**

Ensaye no.	1	2	3
Molde No.	1		
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2780.000		
Peso del molde (kg)	0.333		
Peso del agregado suelto + molde (kg)	4.446		
Peso del agregado suelto en el molde (kg)	4.113		
Peso volumétrico seco suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1479.640		
Peso volumétrico promedio seco suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1479.640		

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

Ensaye no.	1	2	3
Molde No.	02		
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2780.000		
Peso del molde (kg)	0.333		
Peso del agregado compactado + molde (kg)	4.735		
Peso del agregado compactado en el molde (kg)	4.402		
Peso volumétrico seco compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1583.453		
Peso volumétrico promedio seco compact. (kg/m <sup>3</sup> )	1583.453		

1920  
  
  
Zénon Freddy Llorca Tiznado  
INGENIERO CIVIL  
CIP 104084



**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION EN EL AGREGADO**

PROYECTO : INCORPORACIÓN DE RESIDUOS CERÁMICOS COMO SUSTITUTO DE AGREGADO GRUESO Y SU INFLUENCIA LA RESISTENCIA DEL CONCRETO  
 REALIZADO POR : BCH. RENE ALEX ROMERO CONDORI MUESTRA : AGREGADO CERAMICO GRUESO RECICLADO  
 FECHA : 04 de setiembre del 2023 CANTERA : material propio del tesista

**AGREGADO GRUESO**

**METODO DEL CESTO SUMERGIDO**

	Numero de ensayo	1	2	3	Und.
A	Peso del cesto + gancho	1019.00	1027.00		g
B	Peso del cesto + gancho + Msss	1769.00	1756.00		g
C	Peso del cesto sumergido	936.00	937.00		g
D	Peso del cesto sumergido + Msss	1342.00	1332.00		g
E	Peso charola	443.00	442.00		g
F	Peso charola + material seco	1115.00	1096.00		g
G	Peso de la muestra seca (F-E)	672.00	654.00		g
H	Peso del material SSS (B-A)	750.00	729.00		g
I	Peso en el agua de la muestra SSS (D-C)	406.00	395.00		g
J	Peso especifico (G/(H-I))	1.953	1.958		g/cm <sup>3</sup>
	Promedio peso especifico (G/(H-I))		1.956		g/cm <sup>3</sup>
K	Absorción % ((H-G)/G)	11.607	11.468		%
	Promedio absorción % ((H-G)/G)		11.538		%

VºBº   
 Zorán Freddy Llanos Ticona  
 Ingeniero Civil  
 CIP 12345





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA TOPOGRAFICA Y AGRIMENSURA  
LABORATORIO DE ENSAYOS Y MATERIALES



**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION EN EL AGREGADO**

PROYECTO : INCORPORACIÓN DE RESIDUOS CERÁMICOS COMO SUSTITUTO DE AGREGADO GRUESO Y SU INFLUENCIA LA RESISTENCIA DEL CONCRETO  
REALIZADO POR : BCH. RENE ALEX ROMERO CONDORI MUESTRA : AGREGADO GRUESO NATURAL  
FECHA : 04 de setiembre del 2023 CANTERA : material propio del testista

**AGREGADO GRUESO**

**METODO DEL CESTO SUMERGIDO**

	Numero de ensayo	1	2	3	Und.
A	Peso del cesto + gancho	975.00	979.00		g
B	Peso del cesto + gancho + Msss	2822.00	2986.00		g
C	Peso del cesto sumergido	879.00	893.00		g
D	Peso del cesto sumergido + Msss	1978.00	2072.00		g
E	Peso charola	440.00	409.00		g
F	Peso charola + material seco	2268.00	2391.00		g
G	Peso de la muestra seca (F-E)	1828.00	1982.00		g
H	Peso del material SSS (B-A)	1847.00	2007.00		g
I	Peso en el agua de la muestra SSS (D-C)	1099.00	1179.00		g
J	Peso especifico (G/(H-I))	2.444	2.394		g/cm <sup>3</sup>
	Promedio peso especifico (G/(H-I))		2.419		g/cm <sup>3</sup>
K	Absorción % ((H-G)/G)	1.039	1.261		%
	Promedio absorción % ((H-G)/G)		1.150		%

v. 230  
  
Renzo Pineda Lopez Thomas  
INGENIERO CIVIL  
CIP 194084





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA TOPOGRAFICA Y AGRIMENSURA  
LABORATORIO DE ENSAYOS Y MATERIALES



**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION EN EL AGREGADO**

INCORPORACIÓN DE RESIDUOS CERÁMICOS COMO SUSTITUTO DE AGREGADO GRUESO Y SU INFLUENCIA LA RESISTENCIA DEL CONCRETO

PROYECTO :  
REALIZADO POR : BCH. RENE ALEX ROMERO CONDORI MUESTRA : AGREGADO FINO NATURAL  
FECHA : 04 de setiembre del 2023 CANTERA : material propio del tesista

AGREGADO FINO

METODO DEL PIGNOMETRO

	Numero de ensayo	1	2	3	Und.
A	Peso pignometro	305.00	307.00		g
B	Peso pignometro + H2O	861.00	862.00		g
C	Peso pignometro + Msss	624.00	610.00		g
D	Peso pignometro + H2O + Msss	1053.00	1042.00		g
E	Peso charola	414.00	411.00		g
F	Peso charola + M.seco	717.00	700.00		g
G	Peso de la muestra seca (F-E)	303.00	289.00		g
H	Peso de la muestra saturada SS (C-A)	319.00	303.00		g
I	Peso especifico (G/(B+H-D))	2.386	2.350		g/cm <sup>3</sup>
	<b>Contenido de humedad promedio (%)</b>		<b>2.368</b>		g/cm <sup>3</sup>
J	Absorción ((H-G)/G)	5.281	4.844		%
	Absorción promedio		<b>5.062</b>		%



## DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo RENE Alex ROMERO CONDORI,  
identificado con DNI 71579051 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERIA TOPOGRAFICA Y AGRIMENSURA,

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

" INCORPORACIÓN DE RESIDUOS CERÁMICOS COMO  
SUSTITUTO DE AGREGADO GRUESO y SU  
INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO "

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 12 de Julio del 20 24

FIRMA (obligatoria)



Huella



## AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo RENE ALEX ROMERO CONDORI,  
identificado con DNI 71579051 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERIA TOPOGRAFICA Y AGRIMENSURA,  
informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

“ INCORPORACIÓN DE RESIDUOS CERÁMICOS COMO  
SUSTITUTO DE AGREGADO GRUESO Y SU  
INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ”

para la obtención de  Grado,  Título Profesional o  Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 12 de Julio del 2024

  
\_\_\_\_\_  
FIRMA (obligatoria)



Huella