



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Análisis de la resistencia a la compresión del  
concreto 280kg/cm<sup>2</sup> con adición de fibras PET  
recicladas en Juliaca -Puno**

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

**AUTORES:**

Junior Josue Quisocala Benavente (ORCID: 0000–0002–4518–3280)

Edgar Mario Jacho Chambi (ORCID:0000–0002–6777–3839)

**ASESOR:**

Msc. Ing. Juan Humberto Castillo Chavez (ORCID: 0000–0002–4701–3074)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:  
DISEÑO SISMICO Y ESTRUCTURAL**

**Trujillo – Perú**

**2021**

## DEDICATORIA

Con todo mi cariño y mi amor para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento, mis padres Camilo Jacho y Anacleta Chambi y a mi queridos hermanos Pablo Jacho y tereza Jacho que siempre estuvo incondicionalmente a mi lado apoyándome.

Con todo mi cariño y mi amor para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento, mis padres Tomas Quisocala y Teobalda Benavente y a mi querido hermano Joel J. Quisocala que siempre estuvo incondicionalmente a mi lado apoyándome.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios y a mis padres, a Dios porque ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento.

A mis profesores de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil por su paciencia y enseñanza y finalmente un eterno agradecimiento a esta prestigiosa universidad la cual abrió sus puertas a jóvenes como yo, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

A Dios y a mis padres, a Dios porque ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento.

A mis profesores de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil por su paciencia y enseñanza y finalmente un eterno agradecimiento a esta prestigiosa universidad la cual abrió sus puertas a jóvenes como yo, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

## INDICE GENERAL

INDICE GENERAL .....	iv
INDICE DE TABLAS.....	v
INDICE DE GRAFICOS Y FIGURAS .....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT .....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA.....	25
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	25
3.2. Variables y operacionalización.....	25
3.3. Población, muestra y muestreo .....	26
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	28
3.5. Procedimientos.....	28
3.6. Método de análisis de datos.....	47
3.7. Aspectos éticos .....	47
IV. RESULTADOS .....	48
V. DISCUSION.....	59
VI. CONCLUSIONES.....	63
VII. RECOMENDACIONES .....	64
REFERENCIAS .....	65
ANEXOS .....	71

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Datos relevantes del PET .....	13
<b>Tabla 2.</b> <i>Módulo de fineza</i> .....	17
<b>Tabla 3.</b> Limites en función del agregado fino.....	19
<b>Tabla 4.</b> Cementos portland.....	20
<b>Tabla 5.</b> Finura de los cementos.....	20
<b>Tabla 6.</b> Tolerancia de Tiempo .....	24
<b>Tabla 7.</b> Propiedades físicas del agregado.....	48
<b>Tabla 8.</b> Proporción de material para mezcla de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	50
<b>Tabla 9.</b> Resumen resistencia a la compresión $f'c = 280.00 \text{ kg/cm}^2$ .....	51
<b>Tabla 10.</b> Resumen resistencia a la compresión con 3 % de PET reciclado ...	53
<b>Tabla 11.</b> Resumen resistencia a la compresión con 7 % de PET reciclado. ..	55
<b>Tabla 12.</b> Resumen resistencia a la compresión con 10% de PET reciclado. .	57
<b>Tabla 13.</b> Discusión entre los diseños de mezcla obtenidos.....	59
<b>Tabla 14.</b> Discusión entre las resistencias a la compresión del concreto .....	60
<b>Tabla 15.</b> Porcentaje óptimo de PET .....	62
<b>Tabla 16.</b> Operacionalización de Variables.....	71

## INDICE DE GRAFICOS Y FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Plástico.....	11
<b>Figura 2.</b> Propiedades físico – mecánicas del PET .....	12
<b>Figura 3.</b> Estructura química del PET .....	12
<b>Figura 4.</b> Concreto.....	15
<b>Figura 5.</b> Proceso de elaboración del concreto .....	16
<b>Figura 6.</b> Agregados para la construcción .....	16
<b>Figura 7.</b> Agregado grueso.....	17
<b>Figura 8.</b> Agregado fino .....	18
<b>Figura 9.</b> Cono de abrams con barra de medición y cuchara .....	22
<b>Figura 10.</b> Tipos de fracturas.....	23
<b>Figura 11.</b> Probeta de concreto .....	23
<b>Figura 12.</b> Hormigón recolectado para emplearlo en el diseño de mezclas ....	29
<b>Figura 13.</b> Tamices a emplear durante el ensayo de granulometría.....	30
<b>Figura 14.</b> Ensayo de granulometría para las partículas finas.....	31
<b>Figura 15.</b> Ensayo de granulometría para las partículas finas.....	31
<b>Figura 16.</b> Ensayo de granulometría empleando partículas gruesas.....	32
<b>Figura 17.</b> Ensayo de granulometría empleando partículas gruesas.....	33
<b>Figura 18.</b> Elaboración de las tiras de fibra PET reciclada .....	39
<b>Figura 19.</b> Fibras PET a ser empleadas dentro del diseño de mezclas.....	40
<b>Figura 20.</b> Materiales a ser empleados en el diseño de mezclas. ....	40
<b>Figura 21.</b> Dosificación de las fibras PET recicladas. ....	41
<b>Figura 22.</b> Hormigón más PET reciclado en tiras .....	41
<b>Figura 23.</b> Mezcla de áridos, cemento, PET .....	42
<b>Figura 24.</b> Áridos con incorporación de PET reciclado, agua, cemento. ....	42
<b>Figura 25.</b> Moldes de briquetas .....	43
<b>Figura 26.</b> Briquetas de concreto hidráulico .....	43

## RESUMEN

El presente proyecto de tesis denominado “Análisis de la resistencia a la compresión del concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> con adición de fibras PET recicladas en Juliaca – Puno”. La presente investigación es experimental, tiene como objetivo principal analizar la resistencia a la compresión de un concreto convencional 280 kg/cm<sup>2</sup> y un concreto con adición de fibras PET en Juliaca - Puno. Los materiales usados en la presente investigación son: Cemento Portland tipo 1, agregados gruesos y finos provenientes del río Isla. El plástico PET se obtuvo de la trituración de las botellas plásticas recicladas. En la investigación se elaboró concreto con la adición porcentual de 3%, 7%, 10% de plástico reciclado PET, que posteriormente se colocó en probetas y fueron sumergidas en agua, para realizar pruebas de resistencia a la compresión del concreto éstas a las edades de 7, 14, 28 días para ser comparadas con la muestra patrón. En cuanto a los resultados se demostraron que: La resistencia a la compresión del concreto sin adición de PET a edad de 28 días, fue 285.07 Kg/cm<sup>2</sup>, la resistencia a la compresión del concreto con adición de plástico reciclado PET de 3%, 7% y 10% se obtuvo 291.64 Kg/cm<sup>2</sup>, 267.58 Kg/cm<sup>2</sup> y 260.89 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, concluyendo que, cuanto más porcentaje de PET disponga la mezcla disminuirá la resistencia a la compresión del concreto.

### **Palabras Claves:**

Resistencia a la compresión, Fibras PET recicladas, Concreto, Diseño de mezclas.

## **ABSTRACT**

The present thesis project called "Analysis of the compressive strength of concrete 280 kg / cm<sup>2</sup> with the addition of recycled PET fibers in Juliaca - Puno". The present investigation is experimental, its main objective is to analyze the compressive strength of a conventional concrete 280 kg / cm<sup>2</sup> and a concrete with addition of PET fibers in Juliaca - Puno. The materials used in the present investigation are: Portland cement type 1, coarse and fine aggregates from the Isla River. The PET plastic was obtained from the crushing of recycled plastic bottles. In the research, concrete was made with the percentage addition of 3%, 7%, 10% of recycled PET plastic, which was then placed in test tubes and submerged in water, to perform tests of resistance to compression of concrete even at high temperatures. ages 7, 14, 28 days to be compared with the standard sample. Regarding the results, it was demonstrated that: The compressive strength of concrete without the addition of PET at the age of 28 days, was 285.07 Kg / cm<sup>2</sup>, the compressive strength of concrete with the addition of recycled plastic PET was 3%, 7% and 10% was obtained 291.64 Kg / cm<sup>2</sup>, 267.58 Kg / cm<sup>2</sup> and 260.89 Kg / cm<sup>2</sup> respectively, concluding that, the more percentage of PET the mixture has, the compressive strength of the concrete will decrease.

### **Keywords:**

Compressive strength, Recycled PET fibers, Concrete, Mix design.

## I. INTRODUCCIÓN

En las últimas cinco décadas, la producción global de plástico ha aumentado enormemente, lo que ha generado una gran cantidad de residuos relacionados con el plástico. La producción mundial de plástico fue de 322 millones de toneladas en 2015, aproximadamente 90 veces más que en 1960 equivalente a 3,6 millones de toneladas. En el Perú, se producen unos 3 500 millones de botellas de plástico cada año, de las cuales, menos del 50 % son recicladas, según cifras de la ONG Ciudad Saludable.

Dada la coyuntura general del mundo cada vez se hacen más presente la producción masiva y uso del PET ya que el mundo lo mantiene de un solo uso generando residuos en cantidades exorbitantes siendo este un factor desfavorable ya que este material requiere de mucho tiempo para biodegradarse generando preocupación ya que no se cuenta con un adecuado proceso de reciclado, afectando al medio ambiente y por ende a los ecosistemas a nivel global.

En la actualidad se generan cantidades masivas de residuos PET, entre ellos se encuentra los envases de plástico, estos por no contar con una adecuada educación en cuanto al reciclado son echados en múltiples ambientes locales, particulares o en ecosistemas ambientales como ríos y suelo, liberando toxinas por ser un material que no cuenta con un proceso de descomposición optima.

El ámbito de la construcción, en las últimas décadas ha empleado el uso del concreto siendo este un material sumamente importante al momento de la ejecución de una obra, a su vez este material muchas veces es afecto por parte del clima y otros factores adversos, lo cual ha originado que se incorporen el uso de aditivos que puedan mejorar sus características físicas y mecánicas, lo que ha demandado costos elevados en cuanto a su producción. Por lo que en esta investigación se plantea emplear el uso de materiales reciclados para ver el comportamiento de genera este material aunado al concreto en fibras largas.

En este sentido, surge como investigación el reciclaje de botellas PET empleando como un componente del concreto, ya que en los últimos años se vienen realizando

numerosas investigaciones sobre la utilización de estos productos que han sido desechadas.

Por lo expuesto anteriormente surge la formulación del **Problema General** ¿Cuál es la resistencia a la compresión del concreto  $280 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibras PET recicladas en Juliaca – Puno?

Asimismo, se plantean los **Problemas Específicos** ¿Como es el diseño de mezclas de concreto optimo convencionales de  $280 \text{ kg/cm}^2$  en la ciudad de Juliaca?, ¿Como es el comportamiento a compresión del concreto convencional de  $280 \text{ kg/cm}^2$  con adición del 3%, 7% y 10% de fibras PET recicladas en Juliaca?, ¿Cuál es la dosificación optima de adición de fibras recicladas PET para aumentar la resistencia a compresión del concreto en la ciudad de Juliaca?

La presente investigación técnicamente se plantea analizar las propiedades del concreto con fibras de botellas PET de acuerdo a las normas de diseño, donde se busca que el concreto aumente su capacidad de resistir mayores cargas en comparación al concreto normal, para que pueda brindar resistencia y seguridad en todo tipo de construcción.

Social y Ambientalmente contribuye de manera directa al reciclaje de botellas PET a nivel regional y nacional para poder incrementar la cultura del reciclaje, teniendo centros de acopios y que éste sea procesado dentro del mismo centro de acopio y la reutilización de estos residuos como un agregado del concreto, así concientizando a la población en la utilidad de este material y ayudando a eliminar del entorno ambiental, sabiendo que dichos elementos presentan una lenta degradación y al ser incluido como fibras en la masa del concreto evitaremos contacto con el medio ambiente.

El **Objetivo General** planteado es, Analizar la resistencia a la compresión de un concreto convencional  $280 \text{ kg/cm}^2$  y un concreto con adición de fibras PET recicladas en Juliaca - Puno.

Así mismo nos planteamos los **Objetivos Específicos** que son:

Determinar el diseño de mezclas de concreto optimo convencional de  $280 \text{ kg/cm}^2$  en la ciudad de Juliaca.

Determinar el comportamiento a compresión del concreto convencional de  $280 \text{ kg/cm}^2$  con adición del 3%, 7% y 10% de fibras PET recicladas en Juliaca.

Determinar la dosificación optima de adición de fibras recicladas PET para aumentar la resistencia a compresión del concreto en la ciudad de Juliaca.

Para la presente investigación formulamos la siguiente **hipótesis General** de investigación:

La resistencia a la compresión del concreto  $280 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibras PET recicladas en Juliaca – Puno. Mejorará su resistencia significativamente.

Por consiguiente, se formulan las siguientes **Hipótesis Especificas** de investigación:

El diseño de mezclas de concreto optimo convencional de  $280 \text{ kg/cm}^2$  en la ciudad de Juliaca, es malo debido a las características que presentan los agregados finos y gruesos.

El comportamiento a compresión del concreto convencional de  $280 \text{ kg/cm}^2$  con adición de 3%, 7% y 10% de fibras PET recicladas en Juliaca. Se vera afecto a mayor cantidad de incorporación de fibras PET recicladas.

La dosificación optima de adición de fibras recicladas PET para aumentar la resistencia a compresión del concreto en la ciudad de Juliaca. Se verán al adicionar el 10% de fibras PET recicladas.

## II. MARCO TEÓRICO

Acevedo & Posada (2019), según su artículo denominado “Polietileno tereftalato como reemplazo parcial del agregado fino en mezclas de concreto”, realizada para la revista de investigación de EAFIT de la Universidad de Medellín, tiene por objetivo evaluar la resistencia a la compresión y la manejabilidad de un concreto hecho con un reemplazo parcial de agregado fino polietileno tereftalato (PET). La metodología empleada para el presente estudio es de diseño experimental con un nivel de investigación aplicativo. Los resultados demostraron resistencias a la compresión del concreto de 13.5 Mpa para el espécimen REF, 10.30 Mpa para el espécimen PET-5-1, 10 Mpa para el espécimen PET-5-2, 6.70 Mpa para el espécimen PET-10-1, 10.60 Mpa para el espécimen PET-10-2, 10.50 Mpa para el espécimen PET-15-1, 9.90 Mpa para el espécimen PET-15-2, 11.70 Mpa para el espécimen PET-20-1, 8.60 Mpa para el espécimen PET-20-2, estos ensayos fueron realizados durante los primeros 3 días. Durante la evaluación de los 7 días se obtuvieron valores de 20.90 Mpa para el espécimen REF, 19.10 Mpa para el espécimen PET-5-1, 19.40 Mpa para el espécimen PET-5-2, 16.20 Mpa para el espécimen PET-10-1, 16.60 Mpa para el espécimen PET-10-2, 19.30 Mpa para el espécimen PET-15-1, 18.60 Mpa para el espécimen PET-15-2, 17.60 Mpa para el espécimen PET-20-1, 16.00 Mpa para el espécimen PET-20-2. Los valores obtenidos a los 28 días de curado fueron de 29.90 Mpa para el espécimen REF, 28.10 Mpa para el espécimen PET-5-1, 29.50 Mpa para el espécimen PET-5-2, 25.90 Mpa para el espécimen PET-10-1, 26.50 Mpa para el espécimen PET-10-2, 25.50 Mpa para el espécimen PET-15-1, 25.90 Mpa para el espécimen PET-15-2, 24.70 Mpa para el espécimen PET-20-1, 24.70 Mpa para el espécimen PET-20-2. A si también se obtuvieron los valores del asentamiento y densidad correspondientes a cada mezcla, para él es espécimen REF se obtuvieron valores de (75 mm y  $2437 \text{ kg/m}^3$ ), para el PET-5-1 se obtuvieron valores de (80 mm y  $2393 \text{ kg/m}^3$ ), para el PET-5-2 se obtuvieron valores de (70mm y  $2413 \text{ kg/m}^3$ ), para el PET-10-1 se obtuvieron valores de (75 mm y  $2377 \text{ kg/m}^3$ ), para el PET-10-2 se obtuvieron valores de (65 mm y  $2370 \text{ kg/m}^3$ ), para el PET-15-1 se obtuvieron valores de (95 mm y  $2357 \text{ kg/m}^3$ ), para el PET-15-2 se obtuvieron valores de (85 mm y  $2353 \text{ kg/m}^3$ ), para el PET-20-1 se obtuvieron valores de (40 mm y  $2340$

$kg/m^3$ ), para el PET-20-2 se obtuvieron valores de (90 mm y  $2343 kg/m^3$ ). Concluyendo que las resistencias más relevantes se dieron a los 28 días de vida, generando un valor de 29.90 Mpa esta se obtuvo tras incorporar un 5% de PET, demostrando que este material puede mejorar las propiedades en cuanto a la resistencia del hormigón, sin generar un costo elevado.

Lugo & Torres (2019), según su investigación denominado “Caracterización del comportamiento mecánico del concreto simple con adición de fibras poliméricas recicladas PET”, tiene por objetivo describir el comportamiento mecánico del concreto simple con diferentes porcentajes de adición de fibras poliméricas recicladas PET. La metodología empleada para la presente investigación es de tipo aplicativo. Los resultados demostraron que para el espécimen CN se vio un valor de  $122.45 kg/cm^2$ , para el espécimen C – 1 se vio valores de  $179.25 kg/cm^2$ , para el espécimen C – 2 se vio valores de  $121.77 kg/cm^2$ , para el espécimen C – 3 se vio valores de  $120.00 kg/cm^2$ . Concluyendo que la cantidad óptima para mejorar las propiedades de hormigón se encuentran entre valores oscilantes de 96 kg y 110 kg de fibras respecto al diseño trabajado.

Venitez Mosquera [et al] (2020), según su artículo denominado “Propiedades mecánicas de concretos modificados con plástico marino reciclado en reemplazo de los agregados finos”, realizado para la Universidad Cooperativa de Colombia, tiene por objetivo de realizar el diseño de mezclas de concreto tradicional y con reemplazos del 2.5%, 5%, 7.5% y 10% de los agregados finos por plásticos reciclados del mar. La metodología empleada en el presente artículo es de tipo aplicativo con un nivel experimental. Sobre los resultados se vieron valores para el espécimen C1 con adición del 2.5% alcanzo una resistencia de 7.80 Mpa, el espécimen C2 con adición de fibras PET recicladas al 5.0% obtuvo una resistencia de 14.98 Mpa, el espécimen C-3 con adición de fibras PET recicladas al 7.5% obtuvo una resistencia de 19.14 Mpa, el espécimen C-4 con adición de fibras recicladas PET al 10% obtuvo una resistencia de 13.14 Mpa, concluyendo que se encontró un aumento en la resistencia del hormigón incorporando un 7.5% de PET recuperado llegando a valores de 19.14 Mpa, representando esta un 90.5% respecto al hormigón tradicional.

Quintero & Mahecha (2016), según su tesis denominado “Propiedades mecánicas de un concreto reforzado con fibras de PET reciclado”, tiene por objetivo determinar la cantidad óptima de PET reciclado en una mezcla de concreto en diferentes porcentajes de 0%, 10%, 20% y 30% para determinar sus propiedades mecánicas. La metodología empleada para la tesis fue aplicativa – experimental. Los resultados demostraron resistencias para el hormigón tradicional PET (RC) de  $215.51 \text{ kg/cm}^2$ , acoplado el 10% de PET recicladas es de  $215.518 \text{ kg/cm}^2$ , acoplado el 20% de PET recicladas es  $189.803 \text{ kg/cm}^2$  y para un concreto con adición del 30% es de  $183.680 \text{ kg/cm}^2$ , estas probetas fueron sometidas a la resistencia uniaxial a los 14 días de curado, concluyendo que se obtuvo las fibras PET tienen una mejor influencia sobre la flexión, en cuanto a la compresión no se puede decir lo mismo ya que se presentaron decrecimientos sobre está fomentando a una disminución de - 6% en cuanto a la resistencia.

García & Hernández (2017), según su tesis denominado “Estudio del efecto en las propiedades mecánicas del concreto simple reforzado con fibras de tereftalato de polietileno (PET) y polipropileno (PP), tiene por objetivo evaluar el efecto en las propiedades mecánicas tales como resistencia máxima a compresión, resistencia a la flexión y módulo de elasticidad en flexión del concreto simple reforzado con fibras de polietileno y fibras de polipropileno. La metodología empleada en la tesis es de nivel experimental – aplicativo. Los resultados dieron valores a la resistencia promedio de (8.00 Mpa, 12.14 Mpa y 15.85 Mpa), para el espécimen MC-PET-0.5 respectivamente a los (3 días, 7 días y 28 días), los valores alcanzados para el espécimen MC-PET-1.0 a los (3 días, 7 días y 28 días) fueron (7.99 Mpa, 13.98 Mpa y 15.65 Mpa) respectivamente, los valores alcanzados para el espécimen MC-PET-1.5 a los (3 días, 7 días y 28 días) fueron (5.43 Mpa, 5.68 Mpa y 8.12 Mpa) respectivamente, los valores alcanzados para el espécimen MC-PET-2.0 a los (3 días, 7 días y 28 días) fueron (4.12 Mpa, 4.56 Mpa y 6.23 Mpa) respectivamente, los valores alcanzados para el espécimen de CONTROL a los (3 días, 7 días y 28 días) fueron (10.14 Mpa, 14.06 Mpa y 18.16 Mpa) respectivamente, los valores alcanzados para el espécimen MC-PP-0.5 a los (3 días, 7 días y 28 días) fueron (6.23 Mpa, 12.06 Mpa y 15.88 Mpa) respectivamente, los valores alcanzados para el espécimen MC-PP-1.0 a los (3 días, 7 días y 28 días) fueron (5.23 Mpa, 9.36

Mpa y 14.44 Mpa) respectivamente, los valores alcanzados para el espécimen MC-PP-1.5 a los (3 días, 7 días y 28 días) fueron (5.44 Mpa, 6.14 Mpa y 6.98 Mpa) respectivamente, los valores alcanzados para el espécimen MC-PP-2.0 a los (3 días, 7 días y 28 días) fueron (3.57 Mpa, 4.06 Mpa y 5.96 Mpa) respectivamente, concluyendo que de las unidades de muestras evaluadas la que mayor tuvo acercamiento al diseño patrón fue la que se incorporó un 0.5% PP., obteniendo 15.53 Mpa representando un 85% sobre el diseño patrón. Lo que no se ve aumento de resistencias

Quenta (2020), según su artículo denominado “Efectos del reciclado de las fibras de las botellas PET en la resistencia del concreto normal”, tiene por objetivo determinar la incidencia de las fibras de botellas PET en la resistencia del concreto. La metodología empleada para la presente investigación es de un nivel experimental y de un tipo aplicativo. Los resultados demostraron resistencias a la compresión para un concreto patrón de ( $181.91 \text{ kg/cm}^2$ ,  $202.19 \text{ kg/cm}^2$  y  $228.90 \text{ kg/cm}^2$ ) estos datos se obtuvieron a los (7 días, 14 días y 28 días) respectivamente, con 2% de PET se obtuvieron valores de ( $175.73 \text{ kg/cm}^2$ ,  $204.97 \text{ kg/cm}^2$ ,  $234.84 \text{ kg/cm}^2$ ), para un concreto con adición del 4% de PET se vieron valores de ( $144.09 \text{ kg/cm}^2$ ,  $173.46 \text{ kg/cm}^2$ ,  $214.55 \text{ kg/cm}^2$ ), para un concreto con adición del 6% se vieron valores de ( $129.27 \text{ kg/cm}^2$ ,  $154.31 \text{ kg/cm}^2$ ,  $188.48 \text{ kg/cm}^2$ ) y para un concreto con adición del 8% se vieron valores de ( $119.54 \text{ kg/cm}^2$ ,  $147.46 \text{ kg/cm}^2$ ,  $182.29 \text{ kg/cm}^2$ ), concluyendo que a los 28 días, si repercutió un considerable aumento aumentando PET en 2% dando paso a una obtención mayor en 2.6% diferido a una muestra patrón, mientras que una cantidad superior que fue 4% de PET origino al descenso a repercusión de la muestra patrón en 6.3%, aportando que este siendo un material abundante en el ámbito nacional e internacional, afecta positivamente a las características evaluadas de la muestra en pequeñas dosis.

Pinedo (2019), según su tesis denominado “Estudio de resistencia a la compresión del concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con la adición de plástico reciclado (PET), en la ciudad de Tarapoto, 2018”, realizada para la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, tiene por objetivo estudiar las propiedades física-mecánicas del concreto con la adición de material plástico reciclado PET. La metodología empleada para la

presente investigación es de un nivel experimental y de un tipo aplicativo. Los resultados demostraron resistencias a la compresión para un concreto patrón de ( $154.18 \text{ kg/cm}^2$ ,  $188.15 \text{ kg/cm}^2$ ,  $220.01 \text{ kg/cm}^2$ ) a los (7 días, 14 días, 28 días) respectivamente, para un concreto con adición del 5% de PET se obtuvieron resistencia de ( $144.73 \text{ kg/cm}^2$ ,  $177.48 \text{ kg/cm}^2$  y  $191.84 \text{ kg/cm}^2$ ) a los (7 días, 14 días y 28 días) respectivamente, para un concreto con adición del 10% de PET se obtuvieron resistencia de ( $141.50 \text{ kg/cm}^2$ ,  $161.10 \text{ kg/cm}^2$  y  $168.25 \text{ kg/cm}^2$ ) a los (7 días, 14 días y 28 días) respectivamente, con incorporación del 15% PET se obtuvieron resistencia de ( $112.80 \text{ kg/cm}^2$ ,  $135.06 \text{ kg/cm}^2$  y  $151.32 \text{ kg/cm}^2$ ) a los (7 días, 14 días y 28 días) respectivamente, concluyendo que a una edad de 28 días, fue  $220.01 \text{ kg/cm}^2$ , y con adición (5%, 10%, 15% PET) fue  $191.84 \text{ kg/cm}^2$ ,  $168.25 \text{ kg/cm}^2$ ,  $151.31 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente, al 5% de adición de PET se redujo 13% comparado al diseño patrón, al 10% de PET 24% y al 15% de PET 31%. Definiendo que el PET posee características para uso en la construcción en concreto no estructural y a su vez es una forma de mitigación ambiental de desechos plásticos.

Lector & Villareal (2017), según su investigación denominado "Utilización de materiales plásticos de reciclaje como adición en la elaboración de concreto en la ciudad de Nuevo Chimbote", realizado para la Universidad Nacional del Santa, tiene por objetivo de elaborar concreto convencional adicionando materiales plásticos reciclados triturado (PET). La metodología empleada para la presente investigación es de un nivel experimental y de un tipo aplicativo. Los resultados demostraron que las resistencias alcanzadas para un concreto patrón ( $175 \text{ kg/cm}^2$ ) a los 7 días fueron de ( $111.99 \text{ kg/cm}^2$  y  $138.48 \text{ kg/cm}^2$ ), a los 14 días se obtuvieron valores de ( $143.15 \text{ kg/cm}^2$  y  $147.84 \text{ kg/cm}^2$ ), a los 28 días se obtuvieron valores de ( $183.92 \text{ kg/cm}^2$  y  $182.37 \text{ kg/cm}^2$ ), las resistencias alcanzadas para un concreto patrón de resistencia  $210 \text{ kg/cm}^2$  a los 7 días fueron de ( $168.44 \text{ kg/cm}^2$  y  $183.67 \text{ kg/cm}^2$ ), a los 14 días se obtuvieron valores de ( $192.39 \text{ kg/cm}^2$  y  $194.33 \text{ kg/cm}^2$ ) y a los 28 días se obtuvieron valores de ( $217.01 \text{ kg/cm}^2$  y  $213.37 \text{ kg/cm}^2$ ), las resistencias alcanzadas para un concreto con adición del 5% PET de resistencia  $175 \text{ kg/cm}^2$  a los 7 días fueron de ( $109.41 \text{ kg/cm}^2$  y  $108.12 \text{ kg/cm}^2$ ), a los 14 días se obtuvieron valores de ( $127.74 \text{ kg/cm}^2$  y  $129.51 \text{ kg/cm}^2$ ) y a los 28 días se

obtuvieron valores de ( $148.72 \text{ kg/cm}^2$  y  $139.12 \text{ kg/cm}^2$ ), las resistencias alcanzadas para un concreto con adición del 5% PET de resistencia  $210 \text{ kg/cm}^2$  a los 7 días fueron de ( $133.52 \text{ kg/cm}^2$  y  $146.09 \text{ kg/cm}^2$ ), a los 14 días se obtuvieron valores de ( $164.94 \text{ kg/cm}^2$  y  $152.80 \text{ kg/cm}^2$ ) y a los 28 días se obtuvieron valores de ( $184.00 \text{ kg/cm}^2$  y  $183.51 \text{ kg/cm}^2$ ), las resistencias alcanzadas para un concreto con adición del 10% PET de resistencia  $175 \text{ kg/cm}^2$  a los 7 días fueron de ( $90.07 \text{ kg/cm}^2$  y  $75.85 \text{ kg/cm}^2$ ), a los 14 días se obtuvieron valores de ( $90.93 \text{ kg/cm}^2$  y  $101.20 \text{ kg/cm}^2$ ) y a los 28 días se obtuvieron valores de ( $109.26 \text{ kg/cm}^2$  y  $131.57 \text{ kg/cm}^2$ ), las resistencias alcanzadas para un concreto con adición del 10% PET de resistencia  $210 \text{ kg/cm}^2$  a los 7 días fueron de ( $120.51 \text{ kg/cm}^2$  y  $127.21 \text{ kg/cm}^2$ ), a los 14 días se obtuvieron valores de ( $133.69 \text{ kg/cm}^2$  y  $135.73 \text{ kg/cm}^2$ ) y a los 28 días se obtuvieron valores de ( $148.71 \text{ kg/cm}^2$  y  $142.76 \text{ kg/cm}^2$ ), las resistencias alcanzadas para un concreto con adición del 15% PET de resistencia  $175 \text{ kg/cm}^2$  a los 7 días fueron de ( $83.53 \text{ kg/cm}^2$  y  $77.07 \text{ kg/cm}^2$ ), a los 14 días se obtuvieron valores de ( $90.32 \text{ kg/cm}^2$  y  $91.45 \text{ kg/cm}^2$ ) y a los 28 días se obtuvieron valores de ( $113.70 \text{ kg/cm}^2$  y  $108.90 \text{ kg/cm}^2$ ), concluyendo que para un concreto de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días se vio valores de  $183.15 \text{ kg/cm}^2$ ,  $143.92 \text{ kg/cm}^2$ ,  $120.42 \text{ kg/cm}^2$ ,  $94.34 \text{ kg/cm}^2$ , al 5% de PET se vio un valor de 21.42%, con 10% de PET vio un valor de 34.25% y con 15% de PET ubo reducción de resistencias en 48.49%. El concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  obtuvo un valor de  $215.19 \text{ kg/cm}^2$ ,  $183.76 \text{ kg/cm}^2$ ,  $145.74 \text{ kg/cm}^2$ ,  $111.30 \text{ kg/cm}^2$ , finalmente se deduce que la influencia de la incorporación de PET reciclado se reduce la resistencia del hormigón.

Parra (2019), según su tesis denominado “Aplicación del plástico reciclable en la mezcla de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para verificar su influencia en la resistencia a compresión”, realizado para la Universidad César Vallejo, tiene por objetivo diseñar una mezcla de concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  utilizando plástico reciclado para verificar su influencia en la resistencia a compresión. La metodología empleada para la presente investigación es de un nivel experimental. Los resultados obtenidos para un concreto patrón de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  a los (7 días, 14 días y 28 días) fueron de ( $178.14 \text{ kg/cm}^2$ ,  $193.63 \text{ kg/cm}^2$  y  $221.79 \text{ kg/cm}^2$ ) respectivamente, para un concreto con adición de plástico triturado en 6% se

obtuvieron valores ( $156.79 \text{ kg/cm}^2$ ,  $187.52 \text{ kg/cm}^2$ ,  $205.07 \text{ kg/cm}^2$ ) a los (7 días, 14 días y 28 días), para un concreto con adición de plástico triturado en 12% se obtuvieron valores de ( $156.79 \text{ kg/cm}^2$ ,  $178.40 \text{ kg/cm}^2$  y  $197.81 \text{ kg/cm}^2$ ) a los (7 días, 14 días y 28 días), para un concreto con adición de plástico triturado en 18% se obtuvieron valores de ( $142.09 \text{ kg/cm}^2$ ,  $162.18 \text{ kg/cm}^2$  y  $190.61 \text{ kg/cm}^2$ ) a los (7 días, 14 días y 28 días), concluyendo que los testigos se evaluaron tras los 28 días curados en agua, donde se determinó que la resistencia va disminuyendo de acuerdo al porcentaje de adición del plástico, mientras que la resistencia a la flexión mejoro óptimamente.

Reyes (2018), según su tesis denominado “Diseño de un concreto con fibras de Polietileno Tereftalato (PET) reciclado para la ejecución de losas en el asentamiento humano Amauta – Ate – Lima Este (2018)”, realizado para la Universidad Ricardo Palma, tiene por objetivo realizar un diseño de mezcla de concreto con fibras de polietileno tereftalato reciclado para mejorar las propiedades del concreto en la construcción de losas en el Asentamiento Humano Amauta – Ate (2018). La metodología empleada para la presente investigación es de un nivel experimental y de un tipo aplicativo. Los resultados demostraron resistencias alcanzadas a la compresión para el espécimen DP – Único de ( $347 \text{ kg/cm}^2$ ,  $332 \text{ kg/cm}^2$  y  $340 \text{ kg/cm}^2$ ) a los 7 días, ( $376 \text{ kg/cm}^2$ ,  $379 \text{ kg/cm}^2$  y  $374 \text{ kg/cm}^2$ ) a los 14 días y ( $407 \text{ kg/cm}^2$ ,  $404 \text{ kg/cm}^2$  y  $398 \text{ kg/cm}^2$ ) a los 28 días. El espécimen DPET – 0.5 alcanzó resistencias de ( $323 \text{ kg/cm}^2$ ,  $328 \text{ kg/cm}^2$  y  $320 \text{ kg/cm}^2$ ) a los 7 días, ( $368 \text{ kg/cm}^2$ ,  $355 \text{ kg/cm}^2$  y  $364 \text{ kg/cm}^2$ ) a los 14 días y ( $394 \text{ kg/cm}^2$ ,  $387 \text{ kg/cm}^2$  y  $383 \text{ kg/cm}^2$ ) a los 28 días. El espécimen DPET – 1.0 alcanzó resistencia de ( $321 \text{ kg/cm}^2$ ,  $311 \text{ kg/cm}^2$  y  $311 \text{ kg/cm}^2$ ) a los 7 días, ( $350 \text{ kg/cm}^2$ ,  $346 \text{ kg/cm}^2$  y  $368 \text{ kg/cm}^2$ ) a los 14 días y ( $380 \text{ kg/cm}^2$ ,  $385 \text{ kg/cm}^2$  y  $374 \text{ kg/cm}^2$ ) a los 28 días. El espécimen DPET – 1.5 alcanzó resistencia de ( $317 \text{ kg/cm}^2$ ,  $288 \text{ kg/cm}^2$  y  $326 \text{ kg/cm}^2$ ) a los 7 días, ( $344 \text{ kg/cm}^2$ ,  $333 \text{ kg/cm}^2$  y  $356 \text{ kg/cm}^2$ ) a los 14 días y ( $377 \text{ kg/cm}^2$ ,  $356 \text{ kg/cm}^2$  y  $365 \text{ kg/cm}^2$ ) a los 28 días. El espécimen DPET – VC – 0.5 alcanzó resistencias de ( $351 \text{ kg/cm}^2$ ,  $353 \text{ kg/cm}^2$  y  $345 \text{ kg/cm}^2$ ) a los 7 días, ( $386 \text{ kg/cm}^2$ ,  $398 \text{ kg/cm}^2$  y  $393 \text{ kg/cm}^2$ ) a los 14 días y ( $427 \text{ kg/cm}^2$ ,  $430 \text{ kg/cm}^2$  y  $428 \text{ kg/cm}^2$ ) a los 28 días. El espécimen DPET – VC – 1.0 alcanzó resistencias de ( $345 \text{ kg/cm}^2$ ,  $341 \text{ kg/cm}^2$  y  $349 \text{ kg/cm}^2$ ) a los 7 días, ( $386 \text{ kg/cm}^2$ ,  $375 \text{ kg/cm}^2$

y  $380 \text{ kg/cm}^2$ ) a los 14 días y ( $423 \text{ kg/cm}^2$ ,  $420 \text{ kg/cm}^2$  y  $425 \text{ kg/cm}^2$ ) a los 28 días. El espécimen DPET – VC – 1.5 alcanzo resistencias de ( $328 \text{ kg/cm}^2$ ,  $329 \text{ kg/cm}^2$  y  $327 \text{ kg/cm}^2$ ) a los 7 días, ( $377 \text{ kg/cm}^2$ ,  $368 \text{ kg/cm}^2$  y  $371 \text{ kg/cm}^2$ ) a los 14 días y ( $415 \text{ kg/cm}^2$ ,  $418 \text{ kg/cm}^2$  y  $417 \text{ kg/cm}^2$ ) a los 28 días, concluyendo que las resistencia del hormigón se ve en afecto de la mayor incorporación de fibras PET, ya que este material al ser incorporado genera mayor contenido de aire sobre la mezcla evitando que este se componga al 100%, el valor más cercano a la muestra patrón se vio incorporando un 0.74% de PET.

Los polímeros o también denominados plástico son compuestos químicos que constan de una base molecular que fácilmente son manejables con ayuda de energías como el calor o presión, estas sustancias están compuestas esencialmente por el carbono. Duenas & Vera (2017).



*Figura 1. Plástico*

Fuente. Wixsite (2014)

Los polímeros pueden usarse en muchas áreas por su excelente manejabilidad y propiedades, permitiendo esta la elaboración de objetos livianos con gran resistencia al intemperismo originado por el clima como la corrosión y otros. Mayorga Pérez [et al] (2020).

Los plásticos cuentan con grandes propiedades por su buena caracterización sobre sus componentes como son: la buena resistencia que cuenta esta originada por su densidad, a su vez este material es un excelente aislante térmico y/o eléctrico, también es muy resistente sobre los ácidos y disolventes. Botero Jaramillo [et al] (2014).



Figura 2. Propiedades físico – mecánicas del PET

Fuente. Mayorga & Castro (2020).

El tereftalato de polietileno (PET), también conocido como polipropileno, es un material termoplástico que se utiliza en diversas aplicaciones como envoltura de alimentos, ropa, materiales de construcción, cuerdas y constituye una fracción importante de los desechos domésticos. En los últimos años se han añadido fibras sintéticas trituradas como polietileno. Umasabor & C. (2020 pág. 1).

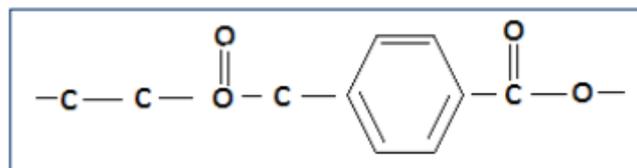


Figura 3. Estructura química del PET

Fuente. Suasnavas Flores (2017)

En los últimos años el PET reciclado ha sido empleado sobre múltiples productos ya este material tiene óptimos componentes sobre su estructura molecular, siendo una de estas la densidad menor permitiendo la trabajabilidad (fácil manejo) para obtener múltiples figuras que contaran de gran resistencia y elasticidad, con altos valores de resistencia al intemperismo. García, Bracho & López (2017 pág. 55).

El PET cada vez es más usado en el sector de la construcción ya que es un material abundante para reciclar, contando está dentro de su composición altas propiedades de resistencia, pureza y tenacidad. Ospina, López & Nieves (2017 pág. 5).

Para la reutilización del PET y usarlo en diversas actividades como el sector de la construcción en la incorporación modificaciones del concreto, para evitar la retracción plástica y por ende disminuir la fisuración prematura sobre los pavimentos y edificaciones por lo que es necesario seguir un proceso de lavado, clasificación, fundición y extracción, para obtener mejores resultados. Botero Jaramillo [et al] (2014 pág. 14).

En la actualidad el empleo de PET sobre el hormigón fomenta un mayor avance a lo que es la construcción ya que este material es un excelente componente que evita la falla por fisuración generan mejores resultados sobre la retracción plástica al momento del curado, a su vez es un excelente material ya que incrementa la durabilidad del concreto. Cárdenas, Rodríguez & Higuera (2020).

El material reciclado PET cuenta sobre su composición excelentes características sobre la composición mecánica, térmica y química que son muy relevantes para poder ser usadas sobre el ámbito de la construcción. Borjorque (2016 pág. 34).

En la tabla 1 presentaremos propiedades relevantes que pueden tomarse en consideración para poder ser empleadas en el sector de la construcción.

**Tabla 1. Datos relevantes del PET**

<b>Datos técnicos del polietileno – tereftalato (PET)</b>		
<b>Propiedades mecánicas</b>		
Peso específico	134	$gr/cm^3$
Resistencia a la tracción	825	$kg/cm^2$
Resistencia a la flexion	1450	$kg/cm^2$
Alargamiento a la rotura	15	%
Módulo de elasticidad (Tracción)	28550	$kg/cm^2$
Resistencia al desgaste por roce	Muy buena	
Absorción de humedad	0.25	%
<b>Propiedades térmicas</b>		
Temperatura de fusión	255	$^{\circ}C$
Conductividad térmica	Baja	

Temperatura de deformabilidad por calor	170	°C
Temperatura de ablandamiento de Vical	175	°C
Coeficiente de dilatación lineal de 23 a 100°C	0.00008	mm por °C
<b>Propiedades químicas</b>		
Resistencia a álcalis débiles a Temperatura Ambiente	Buena	
Resistencia a ácidos débiles a Temperatura Ambiente	Buena	
Comportamiento a la combustión	Arde con mediana dificultad	
Propagación de llama	Mantienen la llama	
Comportamiento al quemado	Gotea	

Fuente. Borjorque (2016).

El hormigón o concreto es un material muy demandado en el sector de la construcción por contar con excelentes propiedades sobre la resistencia esto debido a los materiales que se emplean como son el agua, áridos y cemento. Generalmente las proporciones de estos agregados oscilan entre valores de 7% a 15% para el cemento, el agua oscila entre los valores de 15% a 22% y los agregados oscila entre valores de 60% a 75%. Huaquisto & Belizario (2018 pág. 228).

El hormigón generalmente es producido por un proceso de mezclado de proporciones seleccionadas de agua, cemento, agregado fino (arena) y agregados gruesos. Cuanto menor sea el contenido de agua, todo lo demás siendo iguales, más fuerte es el hormigón. Otro factor de durabilidad es la cantidad de cemento en relación al agregado. Donde se necesita concreto especialmente fuerte, habrá relativamente menos agregado. Aryal & Kumar (2020 pág. 2).

El concreto o hormigón es un mezclado de materiales puzolánicos, áridos pétreos y agua, generando una composición maleable – trabajable, de fácil transporte hacia el área el trabajo, con el tiempo esta composición se vuelve un material altamente resistente soportando altas cargas de servicio. Campos (2017 pág. 5).

Este material tiene como resultado una consistencia de fácil modelo generando una masa resistente de alta plasticidad, adquiriendo con el tiempo de fraguado y curado un cuerpo o material de alta densidad generando altas resistencias de acorde a los criterios de diseño post empleados durante la ejecución. Zúñiga (2015 pág. 22).



*Figura 4. Concreto*

Fuente. IMCYC (2017)

La definición del diseño de mezclas recae en usar procedimientos técnicos y matemáticos para conformar o caracterizar la resistencia del hormigón en concordancia con los análisis previos de los materiales como son los áridos y agua que se emplearan al momento de la elaboración del hormigón. Duran (2018 pág. 37).

La elaboración del hormigón depende de los tamaños del agregado empleados para su elaboración, por lo que la composición se basa en obtener áridos que dentro de su composición estén retenidos y/o pasantes dentro del tamiz 3/8", siendo está el que separa áridos gruesos y finos. Huaquisto & Belizario (2018 pág. 228).



*Figura 5. Proceso de elaboración del concreto*  
 Fuente. IMCYC (2017)

Los agregados son materiales que se encuentra sobre los ríos o canteras estas se deben a procesos naturales o artificiales, estos generalmente son empleados para la construcción de edificaciones, estabilización de terrenos con baja capacidad portante. Este material sobre el hormigón no solo aporta menor costo de operación al momento de realizar la elaboración, también aporta una estabilidad y resistencia. Cabello Sequera [et al] (2015 pág. 67).



*Figura 6. Agregados para la construcción*  
 Fuente. VibroRex (2019).

Los áridos representan un factor sumamente importante al momento de la elaboración el hormigón, estos materiales reducen los gastos del cemento por m<sup>3</sup> ya que abarcan un gran porcentaje de espacio, generando cambios volumétricos sobre la mezcla, mayor resistencia, mejor tiempo de fraguado y curado. Bedoya y Dzul (2015 pág. 100).

El árido grueso es uno de los principales elementos para la elaboración del hormigón, siendo este un material granular que aporta excelentes beneficios para las infraestructuras de edificaciones y vías. Illanes (2019 pág. 23).



Figura 7. Agregado grueso

Fuente. Osorio (2020).

Para la obtención del agregado se tomará en consideración los criterios propuestos por el comité 211 del ACI, influenciando el tamaño máximo del agregado grueso en relación al módulo de fineza, en la tabla número 2 se dará un mayor alcance de cómo se tomará en consideración del coeficiente con la fórmula  $b/b_o$ , resultando en las unidades de  $kg/m^3$ . Laura (2006 pág. 13).

Tabla 2. Módulo de fineza

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.	2.40	2.60	2.80	3.00
10	3/8"	0.50	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	0.60
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
40	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
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. Laura Huanca (2006)

Los áridos finos son aquellos por el arrastre de sedimentos de las canteras o terrenos aledaños en el transcurso de la corriente de un río, este material se puede encontrar artificialmente y natural, estos se caracterizan por pasar por la malla N°4. Illanes (2019 pág. 23).



*Figura 8. Agregado fino*

Fuente. Aleekseva, (2020).

La medida de la fineza sobre el árido, se conforma entre mayor sea el tamaño del agregado más grueso será el árido. Esta se denota y se clasifica por la selección y retención de cada tamiz, esta clasificación es muy útil y empleada al momento de la elaboración de un diseño de mezclas. Bustamante & Diaz (2014 pág. 50).

Carrillo & Rojas (2017 pág. 22), define este punto como un valor numérico que denota cada medida del agregado que puede oscilar desde una partícula mayor a menor del agregado. A menor índice del módulo las partículas indican contener una mayor influencia de partículas finas que ayudaran a cubrir mejor la pasta. A su vez esta especifica cuan lubricante es el árido y cuanta proporción de agua se requerirá el área superficial.

Para determinar la obtención de los áridos se tomará en consideración de la fórmula que aplica Fuller. Laura (2006 pág. 10).

$$P_d = 100\sqrt{d/D}$$

Donde:

$P_d$  : % pasante de la malla  $d$

$d$  : Numero de tamiz usado.

$D$  : Valor superior de árido grueso,

El árido fino debe cumplir ciertas características para poder determinar un óptimo diseño de mezclas las cuales se presentan, por consiguiente.

**Tabla 3.** *Limites en función del agregado fino*

<b>Tamiz</b>	<b>Limites</b>
9.5 mm (3/8")	100
4.75 mm (Nº4)	95 – 100
2.36 mm (Nº8)	80 – 100
1.18 mm (Nº16)	50 – 85
600 um (Nº30)	25 – 60
300 um (Nº50)	05 – 30
150 um (Nº100)	0 – 10

Fuente. Carrillo & Rojas (2017 pág. 22).

El cemento es un material altamente reaccionante con el agua, debido a la composición que cuenta que es la utilización de materiales adquiridos sobre las canteras como: (areniscas, calizas y arcilla), estos materiales se someten a un proceso de incineración, formando pequeñas esferas llamadas Clinker, el cual se somete a un debido proceso de trituración para obtener el ya conocido cemento. Huaquisto & Belizario (2018 pág. 228).

Uno de los materiales más empleados en el sector de la construcción al momento de elaborar el concreto es el cemento, esto debido a que este material cuenta con alta capacidad de adherencia sobre las superficies y agregados, este con el factor tiempo tiende a generar un compuesto altamente resistente soportante cargas demasiado pesadas, el cemento tienen a generar una reacción química con el agua, por lo que la consistencia de este se deriva en la relación A/C. Cabello S. [et al] (2015 pág. 67).

El cemento influencia demasiado al momento de ejecutar obras civiles en diferentes regiones y países del mundo. Este material cuenta a su vez un proceso adverso a lo que es el medio ambiente ya que el proceso de fabricación es muy perjudicial por la composición que cuenta. Camargo y Higuera (2017 pág. 92).

Los requerimientos necesarios que debe cumplir este material se ven reflejados en la tabla 4 especificando en esta los lineamientos que propone la NTP.

**Tabla 4. Cementos portland**

<b>Composición de los cementos Portland</b>				
<b>Tipo</b>	<b>C3S</b>	<b>C2S</b>	<b>C3A</b>	<b>C4AF</b>
I	45 – 65	10 – 30	0 – 17	6 – 18
II	35 – 60	15 – 35	0 – 8	6 – 18
III	45 – 70	10 – 30	0 – 15	6 – 18
IV	20 – 30	50 – 55	3 – 6	8 – 15
V	40 – 60	15 – 40	0 – 5	10 – 18

Fuente. Duran (2018 pág. 34).

Cemento T1, este es empleado cuando se carece de propiedades que puedan afectar la edificación como los sulfatos, siendo estas muy perjudiciales originando cristalización. Cemento T2, este es empleado mayor mente ya que cuenta con una resistencia mínima sobre condiciones climáticas y a los sulfatos. Cemento T3, este mayormente es usado cuando se necesita de altas resistencias a los pocos días de vida del concreto. Cemento T4, es usado cuando se requiere de poca agua al momento del curado, Cemento T5, es usado para generar resistencias altas sobre los sulfatos. Acuña & Caballero (2018 pág. 49).

**Tabla 5. Finura de los cementos**

<b>Fineza de los Cementos Portland</b>	
Tipo I	3000 – 4000
Tipo II	2800 – 3800
Tipo III	4500 – 6000
Tipo IV	2800 – 3200
Tipo V	2900 – 3500

Fuente. Duran (2018 pág. 36).

El contenido de cemento, se ve reflejado en la relación del agua y del cemento, para así determinar el volumen de que entrara por m<sup>3</sup> en el diseño de mezclas. En determinados proyectos es posible apreciar que esto no estaría sujeto a la relación a/c por lo que establecen características mínimas sobre el contenido. Laura (2006 pág. 11).

En la siguiente formulas presentaremos como determinar el contenido y volumen de este material adherente.

$$\text{Contenido de cemento} \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{\text{Contenido de agua de mezclado} \left( \frac{\text{Lts}}{\text{m}^3} \right)}{\text{Relacion} \frac{a}{c} \text{ (para } f'_{cr} \text{)}}$$

$$\text{Volumen de cemento} (\text{m}^3) = \frac{\text{Contenido de cemento} (\text{kg})}{\text{Peso específico del cemento} \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)}$$

Un factor muy relevante del concreto, es el fácil manejo y colocado, este insumo es medible tras usar la prueba de asentamiento donde corroboraremos cuan fluida es la mezcla en estado fresco tras ser evaluado en el cono de abrams, este ensayo va concatenado tras tener una relación sobre el valor tomado del agua y cemento. Zúñiga (2015 pág. 22).

La trabajabilidad es una característica importante de hormigón, que es una descripción general de hormigón fresco y mortero sobre lo fácil que se pueden mezclar, colocar, consolidar y terminado en una condición homogénea. Biao Li [et al] (2020 pág. 2).

Según Adb & Farouk (2014), para definir la trabajabilidad se sugiere la prueba de asentamiento método para evaluar la consistencia relativa de la mezcla de hormigón.

La aplicación del asentamiento sobre el hormigón se determinar en dos puntos que pueden ser laboratorio o prueba insitu. Este método consiste en determinar el Slump, insertando una cantidad de hormigón recientemente elaborado, por consiguiente, varillarlos sobre el molde seguidamente levantar el molde y dejar que el hormigón se discurra por el efecto de la relación a/c, midiendo con la ayuda de un flexo la longitud del desplazamiento originado desde el centro. ASTM C – 143, (2018 pág. 1).



Figura 9. Cono de abrams con barra de medición y cuchara  
Fuente. 4MEPRO, (2018)

El esfuerzo de compresión se define como la unidad de medida con la que una carga axial es capaz de fracturar un testigo propuesto. Este valor viene expresado en  $kg/cm^2$ ,  $MPa$  y  $lb/pulg^2$ , este ensayo se da a los 7, 14 y 28 días respectivamente. Galicia & Velásquez (2016 pág. 39).

Huaquisto Cáceres & Belizario Quispe, (2018 pág. 228), definen que la resistencia por compresión es la fuerza máxima con la que soporta una unidad de muestra sobre una determinada área, esta prueba debe ser realizada durante los 7, 14 y 28 días respectivamente, para determinar cómo se va desarrollando la resistencia que pueden soportar los especímenes. El principal criterio que se debe tener en cuenta es que si la relación del agua y cemento es mayor se presentaran o encontraran resistencias mucho menores. Huaquisto & Belizario (2018 pág. 228).

Es la medida de soporte máximo con la que recibe una estructura por cargas de servicio, esta es medida en términos de esfuerzo en  $kg/cm^2$  o en  $lb/pulg^2$  (psi)  $1.p.s.i = 0.07 kg/cm^2$  o en megapascales. Al someter un testigo de hormigón se pueden presentar diversos tipos de falla generando fracturas en diferentes puntos del espécimen, esta se calcula tras dividir el esfuerzo máximo sobre el área transversal de una probeta. Diaz & Gonzales (2017 pág. 35).

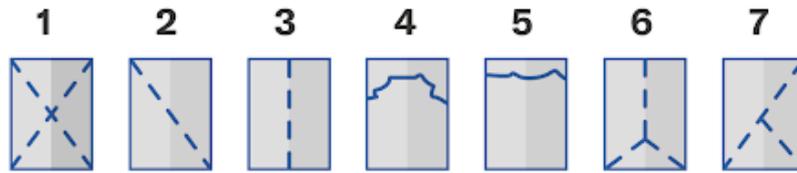


Figura 10. Tipos de fracturas

Fuente. Calderón & Burbano (2016).

La resistencia a la compresión del hormigón es sumamente primordial para determinar los rendimientos de las diversas construcciones durante las etapas de servicio. Cung L. [et al] (2020 pág. 3).

El ensayo de compresión se realiza tras aplicar una determinada carga axial vertical sobre la probeta cilíndrica, para poder determinar la carga en la que sufre fallas por fisuramiento. NTP 339.034 (1999 pág. 217).

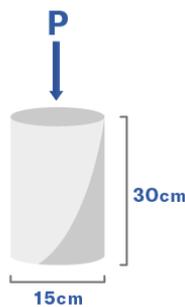


Figura 11. Probeta de concreto

Fuente. QUIZZES, (2017).

Para determinar el esfuerzo de la carga uniaxial se usará la formula siguiente:

$$R_c = \frac{4G}{\pi d^2}$$

Donde:

$R_c$  = Esfuerzo de uniaxial sobre el testigo  $kg/cm^2$ .

$G$  = Esfuerzo máximo  $kg$ .

$d$  = Diámetro del testigo  $cm$ .

Las tolerancias de tiempo se darán de acorde al tiempo o edad de las probetas generando los siguientes parámetros en la siguiente tabla 6.

**Tabla 6.** *Tolerancia de Tiempo*

<b>Edad de ensayo</b>	<b>Tolerancia Permisible</b>
24 h	$\pm 0.5 h$ o 2.1 %
3 d	$\pm 2.0 h$ o 2.1 %
7 d	$\pm 6.0 h$ o 2.1 %
28 d	$\pm 20.0 h$ o 2.1 %
90 d	$\pm 2.0 h$ o 2.1 %

Fuente. NTP 339.034 (1999 pág. 218).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### 3.1.1. Tipo de investigación: Aplicada

Conforme a Hernández (2019) indica que el tipo de investigación da a emplear métodos que puedan dar a conocer un problema para a si concernir un poco más sobre los conocimientos que se desconocen.

En la presente propuesta de investigación el tipo de investigación es el aplicativo.

##### 3.1.2. Diseño de investigación: Experimental

Según Hernández (2019) el diseño de investigación se denota en un plan o estrategia la cual se desarrollará con el fin de generar información para contestar una cuestión o inquietud generada por un problema, con la cual podremos generar respuestas futuras.

El diseño de la presente propuesta de investigación es experimental, ya que, se enfoca en monitorear el fenómeno que suceden en el lugar de estudio, aplica muestras significativas, diseño experimental al igual que estrategia de control y metodología cuantitativa con la finalidad de estudiar las informaciones.

#### 3.2. Variables y operacionalización

##### 3.2.1. Variable independiente: Fibras recicladas PET

- a. **Definición Conceptual:** Procedimiento generado tras recopilar materiales plásticos, a fin de reciclarlos mediante procesos de descontaminación y trituración para emplearlos en múltiples y diversos ambientes ya sean para el sector industrial o sector de la construcción, así mismo generar un impacto sobre los medios ambientales como ecosistemas ya que este material no es biodegradable. Mansilla & Ruiz (2009).
- b. **Definición Operacional:** Se define como fibras recicladas PET al proceso de reusó o refabricacion para ser empleados en múltiples ámbitos, por ejemplo, el concreto, esta puede emplearse en fibras largas generando aumentos muchos mayores sobre la compresión del hormigón, así como

incorporando capacidades sobre la retracción plástica, esta dependerá de la cantidad con la que se adicionará a dicho espécimen.

- c. **Dimensiones:** Propiedades PET, Dosificación.
- d. **Indicadores:** Densidad, Elongación en el punto a la tensión, Resistencia al impacto, Dureza, Resistencia volumétrica, Absorción de humedad a 15°C, 50% RH, Absorción de agua a 15°C.
- e. **Instrumento:** Ficha técnica de especificaciones, fichas de control de calidad de diseño de mezclas.
- f. **Escala de Medición:** Razón.

### 3.2.2. Variable Dependiente: Resistencia a la compresión del concreto

- a. **Definición Conceptual:** La resistencia a la compresión del concreto evalúa la capacidad estructural de un elemento de hormigón compuesto por agregados, cemento y agua. Quenta Flores.
- b. **Definición Operacional:** Se denomina como resistencia a la compresión del hormigón al indicador que mide la capacidad de soporte de una estructura, esta puede ser medida mediante equipos de laboratorio, donde se someten diferentes especímenes generando un punto de quiebre indicando a si la resistencia con la que se encuentra la muestra, esta dependerá del diseño de mezclas y los agregados empleados.
- c. **Dimensiones:** Concreto convencional, concreto con adición de PET.
- d. **Indicadores:** Diseño de mezclas, rotura de testigos.
- e. **Instrumento:** Ensayo de laboratorio, ensayo de compresión uniaxial.
- f. **Escala de Medición:** Razón

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### 3.3.1. Población

Según Tamayo (2003 pág. 114), define que es un conjunto de todos los factores (elementos de estudio) las cuales estas pertenecen al entorno espacial de donde se desarrolla el trabajo de investigación.

Para la presente propuesta de investigación la población queda constituida por el diseño de mezclas de concreto en la ciudad de Juliaca.

### 3.3.2. Criterios de inclusión

Según Vara (2010), el criterio de inclusión, es la delimitación de la población, considerando todos sus aspectos, propiedades y características de la población en estudio.

Para la presente propuesta de investigación se emplearán los agregados pétreos que se encuentren disponibles dentro de la ciudad de Juliaca.

### 3.3.3. Criterios de exclusión

Según Vara (2010) el criterio de exclusión, es la delimitación de la población, excluyendo aspectos, propiedades y características de la población en estudio que no se estudiarán.

Para la presente propuesta de investigación no se emplearán aditamentos que no sean las fibras recicladas PET.

### 3.3.4. Muestra

La muestra es parte de una población que se considera representativa de la misma. Hernández (2014).

Tiempo de vida	Concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$			
	Concreto sin PET	Dosificación PET		
		3%	7%	10%
7 días	3 unidades	3 unidades	3 unidades	3 unidades
14 días	3 unidades	3 unidades	3 unidades	3 unidades
28 días	3 unidades	3 unidades	3 unidades	3 unidades

### 3.3.5. Muestreo

Según Pino (2018) el muestreo consiste en tomar una parte de un conjunto, estudiar una de sus características.

Se usará un muestreo no probabilístico, ya que se realizarán muestreos de agregados para el diseño de concretos con criterios propios.

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

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

Las técnicas según Arias (2004) consiste en la recolección de datos que implica elaborar un plan detallado de procedimientos que te conduzcan a reunir datos con un propósito específico.

Las técnicas aplicadas en el desarrollo del trabajo de investigación fue la técnica de Diseño de mezclas de concreto convencional, Diseño de mezclas de concreto, Ensayo de compresión uniaxial, Análisis e interpretación de resultados.

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

García (2004) señala que los instrumentos “son aquellos medios físicos o virtuales que utiliza el investigador para recolectar datos que conlleva a medir una o más variables”.

Los instrumentos que serán utilizados en el desarrollo de este proyecto de investigación son Equipos y herramientas de diseño de mezclas, equipo de rotura uniaxial, software de análisis e interpretación de resultados.

### **3.5. Procedimientos**

En este punto se detallarán los lineamientos que se siguió para poder determinar.

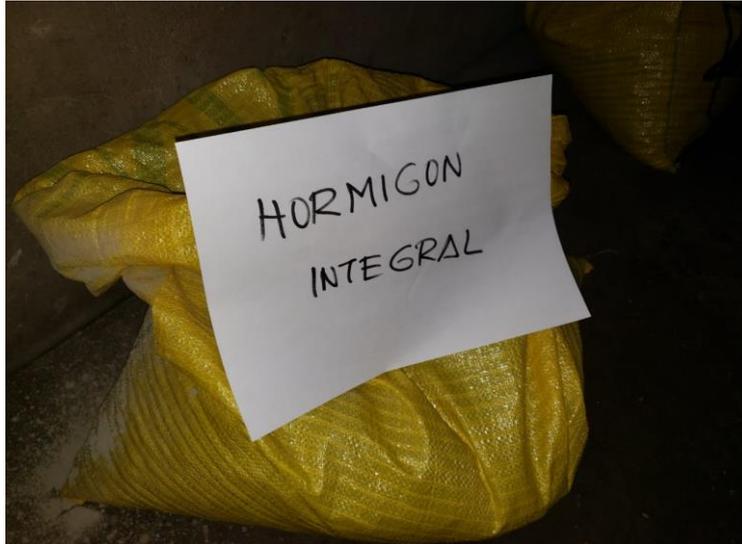
Por consiguiente, se darán a conocer los lineamientos que se usaron para la elaboración de concreto con adición de fibras PET recicladas.

- a) Revisión bibliográfica acerca de concretos con adición de PET reciclado.
- c) Consideración de los aspectos en cuanto a la dosificación.

#### **3.5.1. Selección del material**

Este punto se enfoca según la NTP 400.010 / MTC E 201. Los agregados para realizar la presente tesis se obtuvieron de la cantera Isla Sector Isla, estas ubicadas en la provincia de San Román.

Una vez que se obtuvieron los agregados se procedió a llevar las muestras representativas que se usaran para originar el ensayo de diseño de mezclas, en el laboratorio de la ciudad de Puno.



*Figura 12.* Hormigón recolectado

Fuente. Elaboración propia.

### **3.5.2. Cuarteo de la muestra**

Para este punto se realizó a proceder según los lineamientos de la NTP 339.089 / MTC E 105. Donde se contempla que el material adquirido de cantera, se coloca o disgrega sobre una superficie sólida y plana, donde se derramara todo el material de cantera.

Dando como primer paso la creación de una pirámide de agregados la cual será repartida en 4 partes, contemplando dentro de ellas la repartición tanto de agregados gruesos como de finos, de la cual se seleccionará cualquiera de los dos lados opuestos, los materiales que se emplearán para esta sección se darán simplemente por una pala o cucharón.

### **3.5.3. Pruebas y ensayos**

Los agregados para realizar la presente tesis se obtuvieron de la cantera Isla ubicada dentro del Sector Unocolla, Provincia de San Román.

### **3.5.4. Análisis granulométrico**

En este punto, para realizar el análisis de los agregados se tomará como enfoque la NTP 400.012 / MTC E 204, este explícitamente da a conocer los lineamientos que se rige para poder clasificar un suelo, en este caso se dará a

conocer las características físicas que presentan los agregados de la cantera Isla, estos influirán en cuanto al diseño de mezclas.

Durante la aplicación de este ensayo se darán a conocer la cantidad de partículas o áridos seleccionándolos en partículas gruesas y finas, las cuales se determinarán con una serie de mallas empleadas para su disgregación.

#### **a. Equipo necesario**

Juego de tamices, 8" diámetro, balanza electrónica precisión, máx: 30kg, min: 200 gr, agregado fino, con aproximación de 0,1, horno eléctrico (Temperatura 110 °), herramientas y accesorios.



*Figura 13.* Tamices para el ensayo de granulometría

Fuente. Elaboración propia.

#### **b. Procedimiento de ensayo agregado fino**

Para proceder el ensayo con el material fino se procede a cuartear el material, por consiguiente, se pesa una cantidad de 500gr. Siendo esta el muestreo que representara todo el material obtenido.

Como segundo punto se procede a pasar el matiz 200 sobre la muestra, la cual será lavada y por consiguiente se pondrá a secar para eliminar el material sucio.

Como tercer punto se procederá a pasar los tamices contemplado dentro de ellos los números N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200, FONDO.

Como cuarto y último punto se procede a pesar cada material retenido en cada número del tamiz y se procede a anotar los valores extraídos, generando una curva de gradación.



*Figura 14.* Ensayo de granulometría partículas finas.

Fuente. Elaboración propia.



*Figura 15.* Ensayo de granulometría partículas finas.

Fuente. Elaboración propia.

### c. Procedimiento de ensayo agregado grueso

Para proceder el ensayo con el material grueso se procede a cuartear el material, por consiguiente, se pesa una cantidad de 3500gr. Siendo esta el muestreo que representara todo el material obtenido.

Como segundo punto se procede a pasar el matiz 4 sobre la muestra, la cual será lavada y por consiguiente se pondrá a secar para eliminar el material sucio.

Como tercer punto se procederá a pasar los tamices contemplado dentro de ellos los números 1 ½", 1 "¾", 1/2", 3/8", N°4, FONDO.

Como cuarto y último punto se procede a pesar cada material retenido en cada número del tamiz y se procede a anotar los valores extraídos, generando una curva de gradación.



*Figura 16.* Ensayo de granulometría partículas gruesas.

Fuente. Elaboración propia.



Figura 17. Ensayo de granulometría partículas gruesas.

Fuente. Elaboración propia.

### 3.5.5. Contenido de humedad

En este punto se dará a conocer la cantidad de humedad que contempla el agregado de la cantera Isla Sector Unocolla, Ubicada en la Provincia de San Román.

Dentro de los materiales áridos se contempla la existencia de poros lo cuales están llenos de agua, estos generalmente se les conoce como humedad, este ensayo se realiza con la finalidad de darnos a conocer si el material que vamos a emplear cuenta con agua, la cual podría afectar a nuestro diseño.

El procedimiento que se emplea para este punto se enfoca generalmente en colocar en un recipiente con cierta cantidad de material, conociendo el peso, el cual será sometido a un procedimiento de secado, al final de este procedimiento también será pesado, a si determinando con una serie de fórmulas la cantidad de humedad que cuenta el material que vamos a emplear.

### a) Objetivos

Conocer la cantidad de agua que cuenta el material extraído de cantera.

### b) Material y equipos

Los equipos y materiales empleados dentro de esta investigación son: la balanza influyendo la precisión de 30.00 kg con un valor máximo y 200.00 gr para el valor mínimo, también se empleará el uso del horno eléctrico que genere una temperatura de 110 °C, se dará el uso de recipientes, cucharon, se determinaran la cantidad de humedad, determinando el estado en el que se encuentran las partículas dando paso partículas secas, parcialmente seco, materiales saturados o en un estado húmedo.

### c) Procedimiento de ensayo

Para determinar la sección del árido fino y grueso se darán a conocer primeramente el peso sobre el material en estado húmedo con incorporación del peso de la tara, este será sometido a un secado en el horno en una cantidad de 24 horas. El secado se dará con una temperatura oscilante con un valor de 105°C - 115°C. Por consiguiente, se dará el pesaje correspondiente obteniendo el material seco.

Para calcular este valor porcentual de la humedad se procederá a usar la siguiente formula.

$$w = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} * 100$$

$$w = \frac{Mcws - Mcs}{Mcs - Mc} * 100 = \frac{Mw}{Ms} * 100$$

Donde:

$W$  = Contenido de humedad expresado en unidades porcentuales.

$Mcws$  = Peso de la tara o recipiente con incorporación del suelo en estado húmedo, expresando en unidades gr.

$Mcs$  = Peso de la tara o recipiente con incorporación del suelo en estado seco, generalmente este va expresado en unidades gr.

$M_c$  = Denominado al peso que contiene la tara o recipiente, expresado gr.

$M_w$  = Peso relacionado al agua, expresando gr.

$M_s$  = Peso relacionado a las partículas en estado sólido, expresado gr.

#### **d) Peso específico (P.e.)**

Ensayo o procedimiento sometido a determinar la absorción con la que cuenta un agregado diferido al peso específico. Este puede ser denotado como el peso específico de la masa en otras palabras a la masa (Saturado – de acuerdo a la superficie seca), o también dicho de otra forma como peso específico aparente.

Tras el ensayo del picnómetro, podemos definir este punto como el volumen compactado de los áridos, este procedimiento se realiza usualmente para determinar la dosificación con la que cuenta los concreto o diseño sin resistencia como morteros.

Concatenado con la cantidad unitaria, permitiendo ver la compacidad con la que cuenta un agregado.

#### **a) Procedimiento de ensayo agregado fino**

Para determinar la cantidad de agregado en este punto, en da en primer lugar sumergir en agua el material seleccionado durante el periodo de 24 horas, por consiguiente, se procede a usar el cono truncado para determinar la cantidad de humedad optima, posteriormente se procede a apisonar un tercio sobre el volumen del cono, regido de 8 golpes o estocadas durante el segundo punto, en el tercer punto se procede a dar por consiguiente nueve golpes, llegando a la cantidad indicada de 25 golpes.

Cabe resaltar que durante el tercer punto se da por consiguiente enrazar el equipo del cono, considerando que este debe emplearse un material limpio, dando a si el levantamiento del instrumento (cono) en forma vertical, donde se puede originar que la muestra compactada pierda la forma lo cual origina a que la muestra evaluada cuenta con su humedad optima. Luego de este proceso de da a pesar el material e una cantidad de 500.00 gr. A su vez se procede a pesar el picnómetro con la cantidad de agua que contiene.

#### **b) Procedimiento de ensayo agregado grueso**

El procedimiento para desarrollar este punto desemboca en saturar el elemento por una cantidad de 24 hora, siguiendo con el proceso se procede a retirar con una franela los espejos de agua, por consiguiente, por da a pesar 0.800 kg de la muestra sumergida, se procede a pesar el picnómetro con incorporación de agua, se da incorporar la muestra sumergida sobre el picnómetro más la edición de agua, sometiéndola a un proceso de agitación para extraer la totalidad de las burbujas, se procede a retirar todo el material del picnómetro para posteriormente colocarla al horno en un tiempo de 24 horas, finalmente se pone a disposición de la balanza para determinar el peso en el que se encuentra.

El procedimiento básicamente se da para tratar dos puntos específicos los cuales son determinarlo tanto en estado seco como saturado. Para posteriormente utilizar la siguiente expresión matemática.

$$Pe_m = \frac{W_0}{V - V_a} * 100$$

Donde:

$Pe_m$  = Peso específico de la masa

$W_0$  = Peso en el aire de la muestra secada en el horno

$V$  = Volumen del frasco en cm<sup>3</sup>

$V_a$  = Peso en gramos o volumen en cm<sup>3</sup>

### 3.5.6. Absorción de agregados

Este punto se detalla o describe como el mayor incremento de los espacios vacíos por la incorporación de agua, no considerando el agua sujeta de la superficie sobre el exterior, en otros términos, se le considera al % que genera la masa seca siempre y cuando se mantenga dentro una temperatura oscilante de 105°C – 115°C.

Por consiguiente, dará el uso de la siguiente expresión matemática.

$$Abs = \frac{(B - A)}{A} * 100$$

Donde:

*Abs* = % de absorción

*A* = Masa de muestra secada en el proceso del horno

*B* = Masa de muestra sumergida seca (SSS)

### 3.5.6.1. Requisitos de uso para el agregado

#### a) Agregado grueso

Los lineamientos mínimos que debe cumplir este agregado es que se encuentre libre de aditamentos como materia orgánica y elementos finos que pueden ser muy perjudiciales para este agregado.

La forma en la que debe oscilar este agregado debe ser preferible a contar con una composición semi angular, también puede contarse de forma angular, altamente compactos y textura rugosa.

#### b) Agregado fino

Los lineamientos que deben cumplir estos agregados, en cuanto a las características son que debe estar en un estado limpio, de forma angular.

Las afecciones principales que sufre este agregado son el polvo, o material blando, con presencia de material vegetal, y sales.

### 3.5.7. Peso unitario

Este se enfoca en un procedimiento relacional sobre el peso y el volumen, con el fin de calcular como se derivarán los agregados. Este punto es muy importante sobre el diseño ya que influenciara mucho en el tipo de cemento que se empleara: por consiguiente, se presenta la expresión matemática.

$$M = \frac{(G - T)}{V}$$

Donde:

*M* = Peso unitario del agregado expresada en unidades de kg/m<sup>3</sup>

*G* = Peso de la tara más el árido expresada en unidades de kg

*T* = Peso de la tara expresada en unidades de kg

*V* = Volumen de la tara expresada en unidades de m<sup>3</sup>

#### **a) Equipos y materiales**

En este punto se empleará el uso de balanza, uso de molde Proctor, uso del molde para determinar el CBR, cucharón, varillas compactadoras, brocha y una regla para rasar.

#### **b) Determinación del peso unitario suelto Agregado fino**

Para evaluar este punto primeramente se determinan las medidas del molde Proctor y por consiguiente se determina el peso de este equipo.

Como primer paso se procede a realizar el llenado del molde con un cucharón cabe resalta que esta altura para depositar el material no puede ser mayor de 50 mm.

Como segundo punto se procede a realizar el rasado con la regla. Para posteriormente pesar el molde con incorporación del agregado compactado, seguidamente se realiza a pesar sobre una balanza con presión de 0.05 kg.

#### **c) Determinación del peso unitario suelto agregado grueso**

El procedimiento es simple ya que consisten en determinar la medida del molde Proctor en cuanto al diámetro y altura, por consiguiente, se procede a pesar el molde libre de material incorporado. Con la ayuda de un cucharón se procede a realizar el depósito del material, este procedimiento no se puede exceder una altura de descenso mayor de 50 mm ya que se puede perder material, seguidamente se raza la superficie con la ayuda de una regla, para posteriormente proceder al proceso de pesaje.

#### **d) Determinación del peso unitario compactado**

Se procede a realizar el hincado o compactado de la superficie con una cantidad de 25 golpes incorporando material equitativamente todo esto sobre un molde CBR.

Por consiguiente, se procede a la realización del llenado de las 2/3 parte usando el mismo procedimiento que en la primera capa.

Durante el proceso de hincado o compactado se da a detallar que se tiene que evitar tratar de golpear el recipiente, esto se recomienda solamente en la primera capa.

Al rellenar todo el molde, se procede a realizar la limpieza de los bordes, para posteriormente pesar este y seguidamente proceder a pesar el molde más el material en una balanza con un valor de aproximación de decimal.

### 3.5.8. Diseño de mezcla

Con los datos proporcionados de los materiales durante la evaluación, se dio a efectuar el diseño de mezclas teniendo por consiguiente el proceso detallado en el siguiente punto.

Cabe resaltar que durante el diseño de mezclas se generó el uso de Fibras PET recicladas en 3%, 7% y 10%, la cual se empleó el uso de fibras cortas de una dimensión de 2mm por 30 mm.

Primeramente, se procedió a cortar en tiras las botellas recicladas, usando una guillotina donde la cual delimitaremos a su vez las medidas.



*Figura 18.* Elaboración de las tiras de fibra PET reciclada

Fuente. Elaboración propia.

Por consiguiente, se procedió a recolectar todas las tiras de PET recicladas en un saco las cuales se emplearán dentro del diseño de mezclas.



Figura 19. Fibras PET a ser empleadas dentro del diseño de mezclas.

Fuente. Elaboración propia.

Se reunirán todos los elementos (agregados y materiales) los cuales serán empleados dentro del diseño de mezclas.

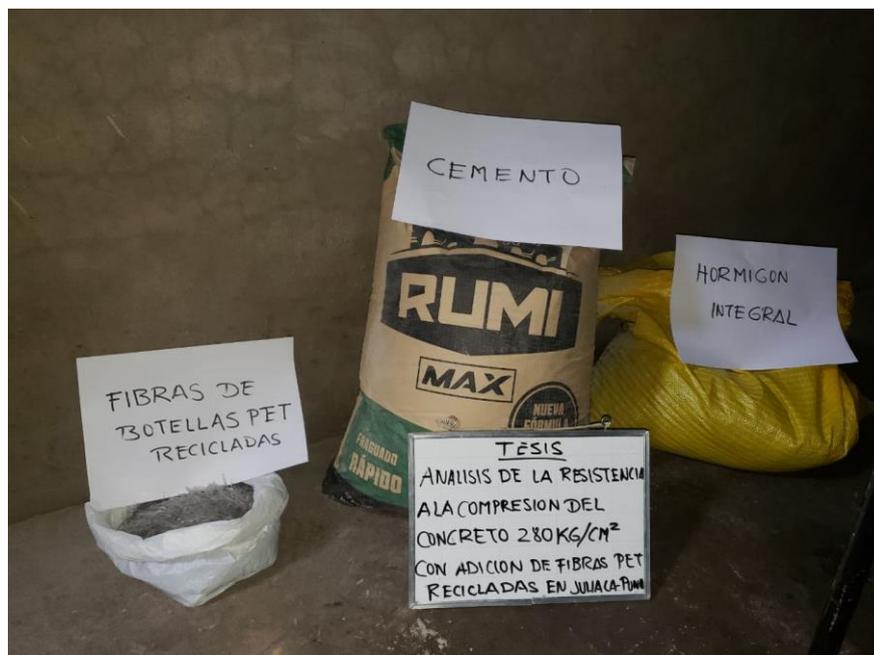


Figura 20. Materiales a ser empleados en el diseño de mezclas.

Fuente. Elaboración propia.

Luego se procederá a medir en una balanza las dosificaciones del material dispuesto (Fibras PET recicladas) de acuerdo al peso unitario del material.



*Figura 21.* Dosificación de las fibras PET recicladas.  
Fuente. Elaboración propia.

Como siguiente paso se procederá a incorporar dentro del hormigón la cantidad de PET dispuesto en los tres diferentes porcentajes.



*Figura 22.* Hormigón más PET reciclado en tiras  
Fuente. Elaboración propia.

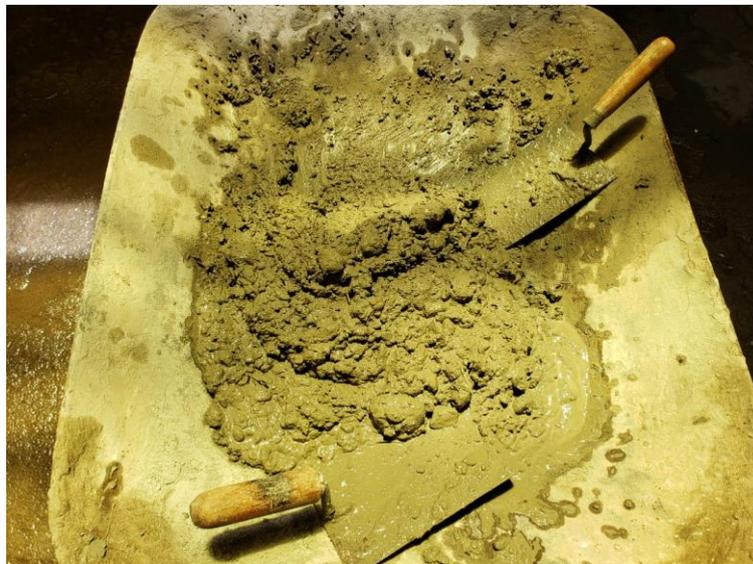
Seguidamente se procede a incorporar cemento sobre el hormigón y el PET reciclado según las dosificaciones escatimadas en el diseño de mezclas.



*Figura 23.* Mezcla de áridos, cemento, PET

Fuente. Elaboración propia.

Se procede a incorporar el agua y el correspondiente batido del concreto con la incorporación del agua dada según el diseño de mezclas.



*Figura 24.* Áridos con incorporación de PET reciclado, agua, cemento.

Fuente. Elaboración propia.

Por consiguiente se procede a implementar los model donde se elaboraran los testigos de concreto hidraulico.



*Figura 25. Moldes de briquetas*

Fuente. Elaboración propia.

Producto final tras colocar el concreto hidráulico sobre los moldes empleados para la elaboración de briquetas.



*Figura 26. Briquetas de concreto hidráulico*

Fuente. Elaboración propia.

**a) Diseño de mezcla con agregados de la cantera Isla Sector Unocolla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$**

Se detalla que para obtener una compresión de  $f'c = 280.00 \text{ kg/cm}^2$ , dentro de ella se contempla que se usó el cemento Rumi tipo IP, obteniendo un peso específico del cemento de  $2.90 \text{ Tn/m}^3$  y un peso de material suelto  $1.50 \text{ Tn/m}^3$ .

**b) Datos de diseño**

Clima	: Frio
Agua lt/m3	: 205.00 lt.
Contenido de aire	: 2.00%
Factor de seguridad	: 1.1
Relación agua – cemento	: 0.466
Factor de cemento	: $439.914 \text{ Kg/m}^3$
Bolsas de cemento por m3	: 10.351 bls.

**c) Requerimiento para el diseño de mezclas**

Según los lineamientos mínimos requeridos se proporcionarán con un asentamiento de 3" a 4", en cuanto a la gradación permisible para el agregado grueso se tomará como tamaño máximo nominal el valor de 3/4".

**d) Volumen absoluto de los materiales por m3 de concreto**

El volumen absoluto del cemento se determinará con la siguiente formula:

$$Factor\ Cemento = \left( \frac{Factor\ Cemento}{Peso\ Especifico\ del\ Cemento} \right) / 1000$$

$$Factor\ Cemento = \left( \frac{439.914}{2.90} \right) / 1000$$

$$Cemento = 0.152$$

El volumen absoluto del agua se determinará con la siguiente formula:

$$Agua = \left( \frac{Agua/m^3}{1000} \right)$$

$$Agua = \left(\frac{205.00}{1000}\right)$$

$$Agua = 0.205$$

El volumen absoluto del aire se determinará con la siguiente formula:

$$Aire = \left(\frac{\text{Contenido de Aire}}{100}\right)$$

$$Aire = \left(\frac{2.00}{100}\right)$$

$$Aire = 0.020$$

El volumen absoluto del agregado grueso se determinar con la siguiente formula:

$$Agregado Grueso = \left(\frac{b}{b_0}\right) * \text{Peso U.S.C}$$

$$Agregado Grueso = \left(\frac{1028.982}{2550}\right)$$

$$Agregado Grueso = 0.404$$

El volumen absoluto del agregado fino se determinará con la siguiente formula:

$$Agregado Fino = \left(\frac{(1 - V_A \text{ Cemento} + V_A \text{ A.G} + V_A \text{ Agua} + V_A \text{ Aire})}{\text{peso especifico del A.F}}\right)$$

$$Agregado Fino = \left(\frac{565.02}{2580}\right)$$

$$Agregado Fino = 0.219$$

#### e) **Peso seco de los materiales por m3 de concreto**

Por consiguiente, se tomará el peso seco para el cemento con el valor de:

$$\text{Cemento} = 439.914 \text{ kg/m}^3$$

El volumen absoluto del agregado grueso se determinará con la siguiente formula:

$$Agregado Grueso = \text{peso absoluto}$$

$$\text{Agregado Grueso} = 1028.982$$

$$\text{Agregado Grueso} = 1028.982 \text{ Kg/m}^3$$

El volumen absoluto del agregado fino se determinará con la siguiente formula:

$$\text{Agregado Fino} = \text{peso absoluto}$$

$$\text{Agregado Fino} = 565.02$$

$$\text{Agregado Fino} = 565.02 \text{ Kg/m}^3$$

Por consiguiente, se tomará el siguiente valor para el agua de diseño:

$$\text{Agua diseño} = 205.00 \text{ Lts/m}^3$$

#### **f) Corrección por humedad y absorción**

La corrección por humedad y absorción del agregado grueso se determinará con la siguiente formula:

$$\text{Agregado Grueso} = (\text{Cont. de Humedad} - \% \text{ Absorción}) * AG$$

$$\text{Agregado Grueso} = \left( \frac{3.50 - 0.53}{100} \right) * 1028.982$$

$$\text{Agregado Grueso} = 30.561$$

La corrección por humedad y absorción del agregado fino se determinará con la siguiente formula:

$$\text{Agregado Grueso} = (\text{Cont. de Humedad} - \% \text{ Absorción}) * AF$$

$$\text{Agregado Grueso} = \left( \frac{5.80 - 1.27}{100} \right) * 565.02$$

$$\text{Agregado Grueso} = 25.595$$

El agua efectiva se determinará con la siguiente formula:

$$\text{Agua efectiva} = (\text{Agua diseño} - AF - AG)$$

$$\text{Agua efectiva} = (205.00 - 25.595 - 30.561)$$

$$\text{Agua efectiva} = 148.844 \text{ Lts.}$$

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

En la presente investigación se hizo uso del método inductivo ya que tras el exhaustivo estudio realizado arriba serán las que van a concretar nuestras conclusiones, luego se realizó la deducción de las conclusiones a partir de la teoría registrada anteriormente, que se realizó de manera sintética ya que la teoría establecida en esta investigación es de mucha ayuda en el desarrollo y aplicación de la investigación, también se analizó los datos de los materiales empleado en la investigación ordenándolos secuencialmente para ser evaluados mediante ensayos de laboratorio, softwares y normas para el procesamiento de los análisis y conclusiones de los resultados.

### **3.7. Aspectos éticos**

Todo lo redactado en este documento de investigación tiene como prioridad respetar la veracidad y originalidad de los contenidos expuestos en cada capítulo, detallando en sí que las citas de acuerdo a las teorías o información redactada se encuentran debidamente detalladas en la referencias bibliográficas, además se registra el título de la obra, autor y número de página respetando el estilo ISO – 690 séptima edición según lo estipula la universidad, también el trabajo de campo realizado es de carácter reservado solo para el presente trabajo de investigación.

#### IV. RESULTADOS

En este punto se detallarán mediante tablas, gráficos e interpretación la etapa de los resultados generados a partir de ensayos obtenidos de laboratorio, con los cuales podremos generar respuestas para los objetivos formulados en el capítulo. Para poder generar datos primeramente se procedió a recaudar los áridos obtenidos de la cantera Isla, para emplearlos en laboratorio y a si obtener las características físicas de los áridos, para así generar un diseño de mezcla patrón óptimo y a si proceder a la incorporación de diferentes cantidad en unidades de % de las fibras PET recicladas, posteriormente se procedió a generar los especímenes de las briquetas para someterlas a cargas puntuales a los 7, 14 y 28 días de vida de cada espécimen.

Como primer punto se presentan las propiedades físicas de los agregados de las diferentes canteras, detallando en función de tablas y gráficos.

En la tabla 7 se detallan los valores obtenidos sobre las características de la muestra para el agregado grueso correspondientes a la cantera Isla Unocolla.

**Tabla 7.** *Propiedades físicas del agregado*

Descripción	Isla	
	Agregado Fino	Agregado Grueso
Módulo de fineza	2.66%	2.08%
Peso específico	2.58 gr/cm <sup>3</sup>	2.55 gr/cm <sup>3</sup>
Peso Unit. Suelto	1591.00 kg/m <sup>3</sup>	1552.00 kg/m <sup>3</sup>
Peso Unit. Varillado	1674.00 kg/m <sup>3</sup>	1623.00 kg/m <sup>3</sup>
Humedad Natural	5.800 %	3.500 %
Absorción	1.30 %	0.53 %

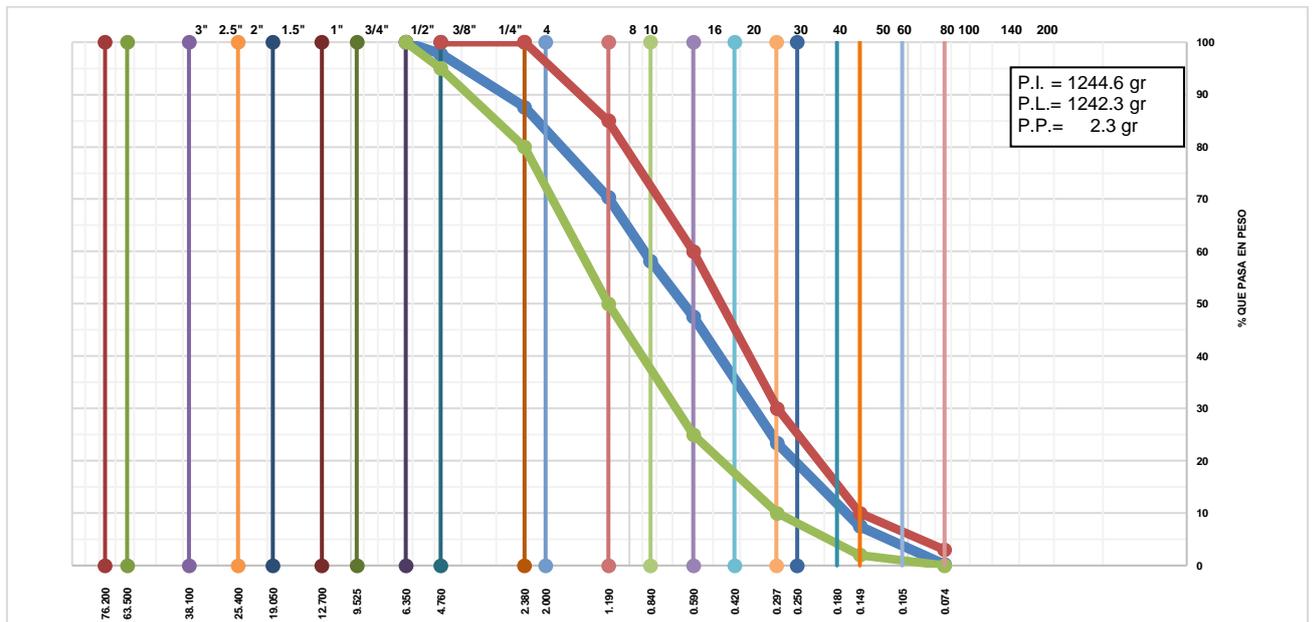
Fuente. Elaboración Propia

En la tabla 7. Se puede detallar las características físicas encontradas tras la evaluación laboratorio las cuales corresponde a la cantería Isla, tanto para el material fino y grueso. En los cuales se cuenta con valores referentes al Módulo de fineza  $MF_{AF} = 2.66\%$  y  $MF_{AG} = 2.08\%$ , peso específico presencia valores  $PE_{AF} = 2.58 \text{ gr/cm}^3$  y  $PE_{AG} = 2.55 \text{ gr/cm}^3$ , peso unitario suelo  $PUS_{AF} = 1591.00 \text{ kg/m}^3$  y

$PUS_{AG} = 1552.00 \text{ kg/m}^3$ , peso unitario varillado  $PUV_{AF} = 1674.00 \text{ kg/m}^3$  y  $PUV_{AG} = 1623.00 \text{ kg/m}^3$ , humedad natural  $HN_{AF} = 5.800 \%$  Y  $HN_{AG} = 3.500 \%$ , absorción  $A_{AF} = 1.30\%$  y  $A_{AG} = 0.53 \%$

Seguidamente se presenta el análisis granulométrico de los áridos clasificados en gruesos y finos de la cantera Isla mediante un gráfico tomando en consideración pesos iniciales de 1244.60 grs para el agregado fino y 5460.40 grs para el agregado grueso.

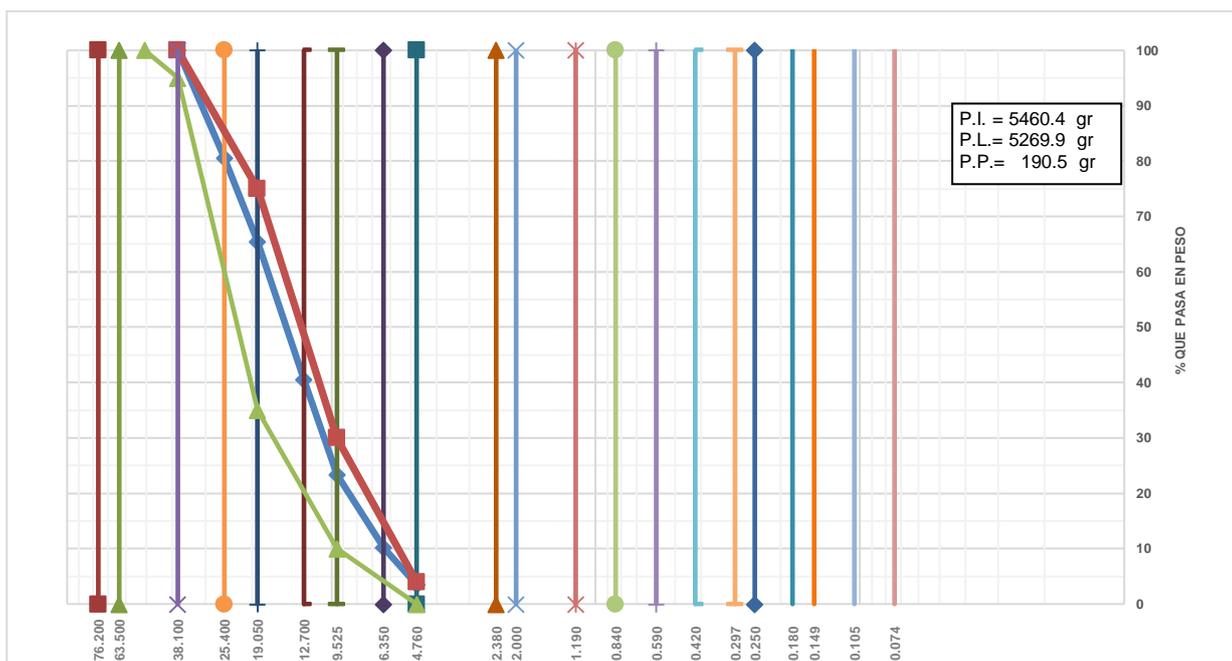
**Gráfico 1.** Curva granulométrica (fino)



Fuente. Certificado de pruebas de laboratorio (2021)

En el gráfico 1. Se detalla con mucha mayor relevancia de que la curva granulométrica referente al árido fino se encuentra dentro de los parámetros de gradación diferidas en cuanto a las especificaciones técnicas, concluyendo que el árido es aceptable para generar el diseño de mezclas.

**Gráfico 2. Curva granulométrica (grueso)**



Fuente. Certificado de pruebas de laboratorio (2021)

En el gráfico 02. Se detalla de cómo se da el comportamiento de la granulometría en gravas, cumpliendo esta curva granulométrica con las especificaciones técnicas para un buen diseño de mezclas.

Los resultados de diseño de mezclas para  $f'c = 280.00 \text{ kg/cm}^2$  se muestran a continuación, donde se darán a conocer los parámetros tomados en cuenta para el diseño de proporciones.

Las proporciones para  $1 \text{ m}^3$  de concreto de resistencia  $f'c = 280.00 \text{ kg/cm}^2$  se muestran continuación, la tabla que se encuentra es según los certificados de pruebas de laboratorio (2021).

**Tabla 8. Proporción de material para mezcla de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$**

<b>Dosificación para mezcla de <math>f'c = 280 \text{ kg/cm}^2</math></b>	
<i>Material</i>	<i>Dosificación</i>
<i>Cemento</i>	$1.00 \text{ Pie}^3$
<i>Agregado Grueso</i>	$2.42 \text{ Pie}^3$
<i>Agregado Fino</i>	$1.36 \text{ Pie}^3$
<i>Agua Efectiva</i>	$14.40 \text{ Lt}$

Fuente. Certificado de pruebas de laboratorio (2021)

En la tabla 8 se dan a conocer las dosificaciones optimas que se requieren para generar un concreto  $f'c = 280.00 \text{ kg/cm}^2$ , estos materiales dosificados se caracterizaron más que todo por la calidad de los materiales que se evaluaron.

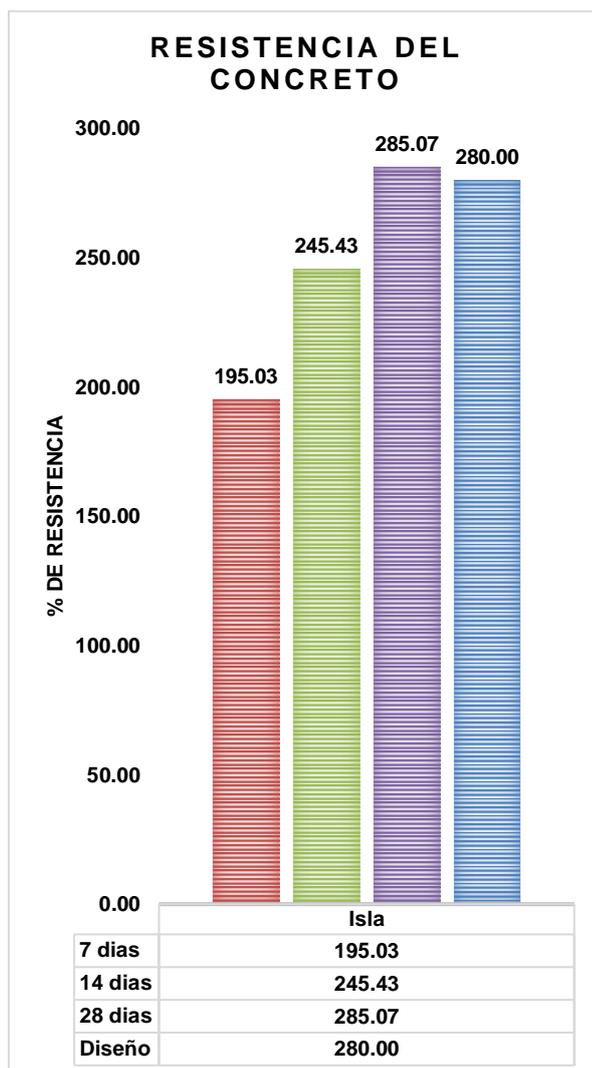
Por consiguiente, se procede a detallar los resultados obtenidos sobre la rotura de briquetas especificando las resistencias alcanzadas para la muestra patrón que comprende una resistencia de  $f'c = 280.00 \text{ kg/cm}^2$ , generada a los 7, 14 y 28 días de vida del espécimen.

**Tabla 9.** Resumen resistencia a la compresión  $f'c = 280.00 \text{ kg/cm}^2$

<b>Resistencia a la compresión <math>f'c = 280.00 \text{ kg/cm}^2</math></b>				
<b>Briqueta</b>	<b>Rotura (<math>\text{kg/cm}^2</math>)</b>	<b>%</b>	<b>Promedio</b>	<b>Edad (días)</b>
M-01	194.71	69.54	195.03	7
M-02	192.53	68.76		7
M-03	197.87	70.67		7
M-04	245.69	87.75	245.43	14
M-05	248.27	88.67		14
M-06	242.33	86.55		14
M-07	285.15	101.84	285.07	28
M-08	287.44	102.66		28
M-09	282.63	100.94		28

Fuente. Certificado de pruebas de laboratorio (2021)

**Gráfico 3.** Comparación de la resistencia del concreto nuestro patrón.



Fuente. Elaboración propia

En la tabla 9, se precian los valores generados en las diferentes unidades de muestra, concernientes a las muestras (M – 01, M – 02, M – 03) se generaron valores de ( $194.71 \text{ kg/cm}^2$ ,  $192.53 \text{ kg/cm}^2$ ,  $198.87 \text{ kg/cm}^2$ ) dados a los 7 días de vida del espécimen, en cuanto a los 14 días de vida para las muestras (M – 04, M – 05, M – 06) donde se generaron valores de ( $245.69 \text{ kg/cm}^2$ ,  $248.27 \text{ kg/cm}^2$ ,  $242.33 \text{ kg/cm}^2$ ) y por ultimo a los 28 días de vida para las muestras (M – 07, M – 08, M – 09) se determinaron valores de ( $285.15 \text{ kg/cm}^2$ ,  $287.44 \text{ kg/cm}^2$ ,  $282.63 \text{ kg/cm}^2$ ), cabe precisar que todos estos valores se determinaron para una muestra patrón.

En cuanto al gráfico 3. Se puede apreciar cómo se repercute las resistencias promedio alcanzadas a los 7, 14 y 28 días. Dando paso a valores de ( $195.03 \text{ kg/cm}^2$ ,  $245.43 \text{ kg/cm}^2$  y  $285.07 \text{ kg/cm}^2$ ). Generando un incremento del 1.81% sobre la resistencia a compresión del concreto.

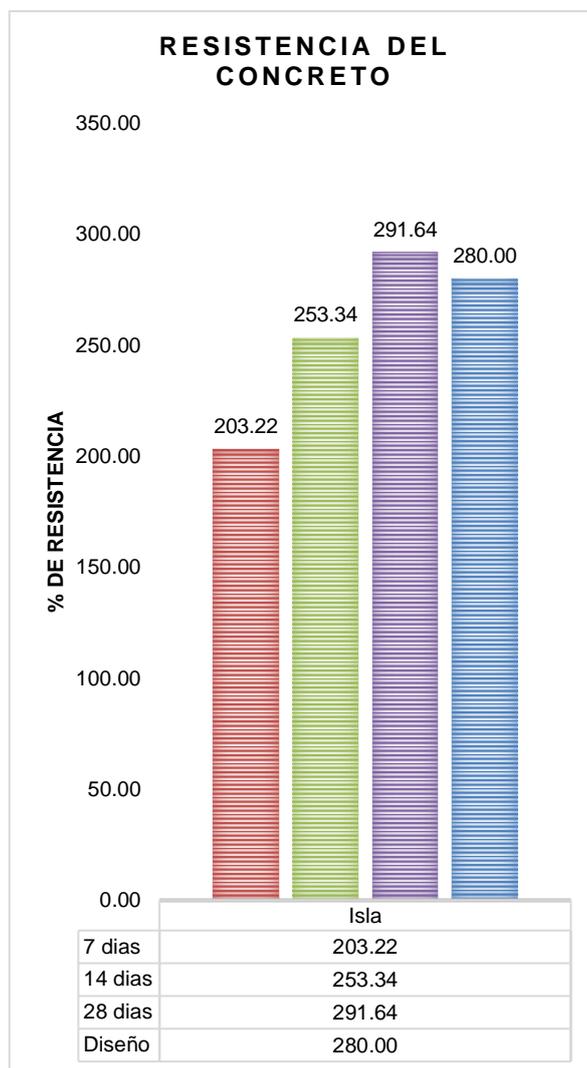
Por consiguiente, se procede a detallar los resultados obtenidos sobre la rotura de briquetas especificando las resistencias alcanzadas para la muestra patrón con incorporación con 3% de PET reciclado, generada a los 7, 14 y 28 días de vida del espécimen.

**Tabla 10.** Resumen resistencia a la compresión con 3 % de PET reciclado

<b>Resistencia a la compresión <math>f'c = 280.00 \text{ kg/cm}^2</math> con 3% de PET reciclado</b>				
<b>Briqueta</b>	<b>Rotura (<math>\text{kg/cm}^2</math>)</b>	<b>%</b>	<b>Promedio</b>	<b>Edad (días)</b>
<i>M – 01</i>	<i>202.55</i>	<i>72.34</i>	<i>203.22</i>	<i>7</i>
<i>M – 02</i>	<i>201.20</i>	<i>71.86</i>		<i>7</i>
<i>M – 03</i>	<i>205.91</i>	<i>73.54</i>		<i>7</i>
<i>M – 04</i>	<i>251.58</i>	<i>89.85</i>	<i>253.34</i>	<i>14</i>
<i>M – 05</i>	<i>252.95</i>	<i>90.34</i>		<i>14</i>
<i>M – 06</i>	<i>255.50</i>	<i>91.25</i>		<i>14</i>
<i>M – 07</i>	<i>291.90</i>	<i>104.25</i>	<i>291.64</i>	<i>28</i>
<i>M – 08</i>	<i>290.62</i>	<i>103.79</i>		<i>28</i>
<i>M – 09</i>	<i>292.39</i>	<i>104.43</i>		<i>28</i>

Fuente. Certificado de pruebas de laboratorio (2021)

**Gráfico 4.** Comparación de la resistencia del concreto 280 kg/m<sup>2</sup>. con adición 3% de fibras PET



Fuente. Elaboración propia

En la tabla 10, se precian los valores generados en las diferentes unidades de muestra, concernientes a las muestras (M – 01, M – 02, M – 03) se generaron valores de (202.55 kg/cm<sup>2</sup>, 201.20 kg/cm<sup>2</sup>, 205.91 kg/cm<sup>2</sup>) dados a los 7 días de vida del espécimen, en cuanto a los 14 días de vida para las muestras (M – 04, M – 05, M – 06) donde se generaron valores de (251.58 kg/cm<sup>2</sup>, 252.95 kg/cm<sup>2</sup>, 255.50 kg/cm<sup>2</sup>) y por ultimo a los 28 días de vida para las muestras (M – 07, M – 08, M – 09) se determinaron valores de (291.90 kg/cm<sup>2</sup>, 290.62 kg/cm<sup>2</sup>, 292.39 kg/cm<sup>2</sup>), cabe precisar que todos estos valores se determinaron para una muestra patrón con 3% de PET reciclado.

En cuanto al gráfico 4. Se puede apreciar cómo se repercute las resistencias promedio alcanzadas a los 7, 14 y 28 días. Dando paso a valores de ( $203.22 \text{ kg/cm}^2$ ,  $253.34 \text{ kg/cm}^2$  y  $291.64 \text{ kg/cm}^2$ ). Generando un incremento del 4.16% sobre la resistencia a compresión del concreto patrón sin PET reciclado.

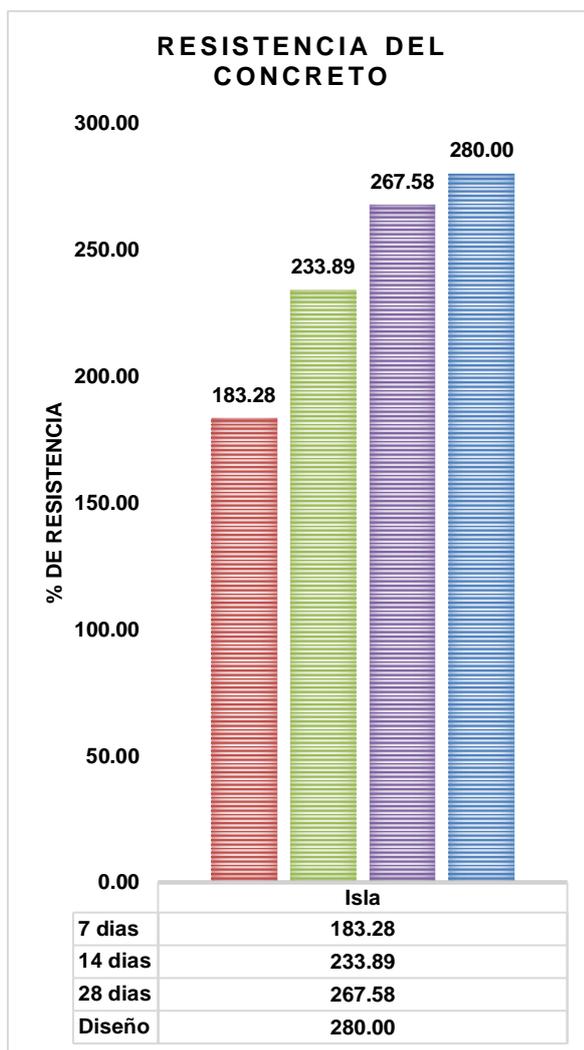
Por consiguiente, se procede a detallar los resultados obtenidos sobre la rotura de briquetas especificando las resistencias alcanzadas para la muestra patrón con incorporación con 7% de PET reciclado, generada a los 7, 14 y 28 días de vida del espécimen.

**Tabla 11.** Resumen resistencia a la compresión con 7 % de PET reciclado.

<b>Resistencia a la compresión <math>f'c = 280.00 \text{ kg/cm}^2</math> con 7% de PET reciclado</b>				
<b>Briqueta</b>	<b>Rotura (<math>\text{kg/cm}^2</math>)</b>	<b>%</b>	<b>Promedio</b>	<b>Edad (días)</b>
M-01	182.98	65.35	183.28	7
M-02	187.26	66.88		7
M-03	179.62	64.15		7
M-04	240.07	85.74	233.89	14
M-05	234.19	83.64		14
M-06	227.41	81.22		14
M-07	270.06	96.45	267.58	28
M-08	267.20	95.43		28
M-09	265.38	94.78		28

Fuente. Certificado de pruebas de laboratorio (2021)

**Gráfico 5.** Comparación de la resistencia del concreto  $280 \text{ kg/m}^2$ . con adición 7% de fibras PET



Fuente. Elaboración propia

En la tabla 11, se precian los valores generados en las diferentes unidades de muestra, concernientes a las muestras (M – 01, M – 02, M – 03) se generaron valores de ( $182.98 \text{ kg/cm}^2$ ,  $187.26 \text{ kg/cm}^2$ ,  $179.62 \text{ kg/cm}^2$ ) dados a los 7 días de vida del espécimen, en cuanto a los 14 días de vida para las muestras (M – 04, M – 05, M – 06) donde se generaron valores de ( $240.07 \text{ kg/cm}^2$ ,  $234.19 \text{ kg/cm}^2$ ,  $227.41 \text{ kg/cm}^2$ ) y por ultimo a los 28 días de vida para las muestras (M – 07, M – 08, M – 09) se determinaron valores de ( $270.06 \text{ kg/cm}^2$ ,  $267.20 \text{ kg/cm}^2$ ,  $265.38 \text{ kg/cm}^2$ ), cabe precisar que todos estos valores se determinaron para una muestra patrón con 7% de PET reciclado.

En cuanto al gráfico 4. Se puede apreciar cómo se repercute las resistencias promedio alcanzadas a los 7, 14 y 28 días. Dando paso a valores de ( $183.28 \text{ kg/cm}^2$ ,  $233.89 \text{ kg/cm}^2$  y  $267.58 \text{ kg/cm}^2$ ). Generando la disminución del 4.44% sobre la resistencia a compresión.

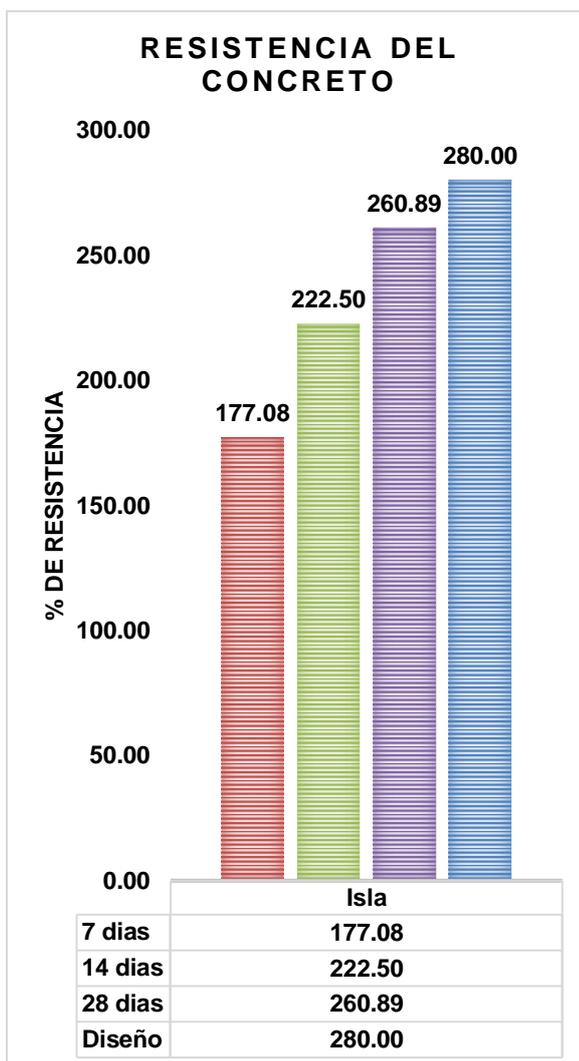
Por consiguiente, se procede a detallar los resultados obtenidos sobre la rotura de briquetas especificando las resistencias alcanzadas para la muestra patrón con incorporación con 10% de PET reciclado, generada a los 7, 14 y 28 días de vida del espécimen.

**Tabla 12.** Resumen resistencia a la compresión con 10% de PET reciclado.

<b>Resistencia a la compresión <math>f'c = 280.00 \text{ kg/cm}^2</math> con 10% de PET reciclado</b>				
<b>Briqueta</b>	<b>Rotura (<math>\text{kg/cm}^2</math>)</b>	<b>%</b>	<b>Promedio</b>	<b>Edad (días)</b>
M-01	175.11	62.54	177.08	7
M-02	171.49	61.25		7
M-03	184.63	65.94		7
M-04	226.13	80.76	222.50	14
M-05	222.32	79.40		14
M-06	219.07	78.24		14
M-07	256.87	91.74	260.89	28
M-08	261.09	93.25		28
M-09	264.71	94.54		28

Fuente. Certificado de pruebas de laboratorio (2021)

**Gráfico 6.** Comparación de la resistencia del concreto  $280 \text{ kg/m}^2$ . con adición 10% de fibras PET



Fuente. Elaboración propia

En la tabla 11, se precian los valores generados en las diferentes unidades de muestra, concernientes a las muestras (M – 01, M – 02, M – 03) se generaron valores de ( $175.11 \text{ kg/cm}^2$ ,  $171.49 \text{ kg/cm}^2$ ,  $184.63 \text{ kg/cm}^2$ ) dados a los 7 días de vida del espécimen, en cuanto a los 14 días de vida para las muestras (M – 04, M – 05, M – 06) donde se generaron valores de ( $226.13 \text{ kg/cm}^2$ ,  $222.32 \text{ kg/cm}^2$ ,  $219.07 \text{ kg/cm}^2$ ) y por ultimo a los 28 días de vida para las muestras (M – 07, M – 08, M – 09) se determinaron valores de ( $256.87 \text{ kg/cm}^2$ ,  $261.09 \text{ kg/cm}^2$ ,  $264.71 \text{ kg/cm}^2$ ), cabe precisar que todos estos valores se determinaron para una muestra patrón con 7% de PET reciclado.

En cuanto al gráfico 4. Se puede apreciar cómo se repercute las resistencias promedio alcanzadas a los 7, 14 y 28 días. Dando paso a valores de ( $177.08 \text{ kg/cm}^2$ ,  $222.50 \text{ kg/cm}^2$  y  $260.89 \text{ kg/cm}^2$ ). Generando la disminución del 7.83% sobre la resistencia a compresión.

## V. DISCUSION

### Discusión numero 1

A continuación, se muestra la comparación de los resultados obtenidos para obtener un concreto de resistencia  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

**Tabla 13.** *Discusión entre los diseños de mezcla obtenidos.*

Descripción	Quisocala Benavente & Jacho Chambi (2021)	Quintero Blandón & Mahecha Rico (2016)	Parra Nauca (2019)
<b>Cemento</b>	1.00 $\text{Pie}^3$	1.00 $\text{Pie}^3$	1.00 $\text{Pie}^3$
<b>Agregado fino</b>	1.36 $\text{Pie}^3$	1.60 $\text{Pie}^3$	2.10 $\text{Pie}^3$
<b>Agregado grueso</b>	2.42 $\text{Pie}^3$	2.60 $\text{Pie}^3$	2.20 $\text{Pie}^3$
<b>Agua</b>	14.40 Lt	13.73 Lt	12.52 $\text{Pie}^3$

Fuente. Elaboración propia

De los resultados entre Quisocala Benavente & Jacho Chambi (2021), Quintero Blandón & Mahecha Rico (2016) y Parra Nauca (2019), se tienen los siguientes resultados.

Quisocala Benavente & Jacho Chambi, determinaron que para obtener un concreto patrón de  $280 \text{ kg/cm}^2$ , de resistencia es necesario emplear la cantidad de  $1.00 \text{ pie}^3$  de cemento,  $1.36 \text{ pie}^3$  de agregado fino,  $2.42 \text{ pie}^3$  de agregado grueso y una cantidad de  $14.40 \text{ Lt}$  de agua, esto debido al diseño empleado que contempla un clima frío, incluyendo un contenido de aire de 2, un factor de seguridad de 1.1, a su vez empleado la relación agua de 0.466 con una cantidad de 10.35 bolsas de cemento por  $\text{m}^3$ , en cuanto, Parra Nauca en su investigación para conseguir susodicha resistencia fue necesario emplear la cantidad de  $1.00 \text{ pie}^3$  de cemento,

2.10  $pie^3$  agregado fino, 2.20  $pie^3$  de agregado grueso y 12.52 Lt de agua, esto debido a que en el diseño de mezclas contemplo que se desarrolló en un clima cálido, incluyendo un contenido de aire de 1.10, con un factor de seguridad de 1.50, empleando un relación agua cemento de 0.56 con una cantidad de 9.70 bolsas de cemento esto debido a la calidad de los materiales empleados, por consiguiente Quintero Blandón & Mahecha Rico tras su investigación propone que para alcanzar una resistencia de  $280\text{ kg/cm}^2$  es necesario emplear una cantidad de 1.00  $pie^3$  de cemento, agregado fino 1.60  $pie^3$ , agregado grueso 2.60  $pie^3$  y una cantidad de 13.73 Lt, esto debido al diseño de mezclas empleadas ya que esta presenta el clima de origen de Bogotá, incluyendo un contenido de aire relacionado en 1.20, contando con un factor de seguridad de 1.3, con una relación agua cemento de 0.53 con una cantidad de 10.00 bolsas de cemento por m<sup>3</sup>. Dando por conclusión que las resistencias actuantes varían de acuerdo a la calidad de los materiales y a la relación agua cemento ya que está a mayor relación genera menor resistencia.

## Discusión numero 2

A continuación, se muestra la comparación de los resultados obtenidos a la compresión del concreto con adición de PET reciclado.

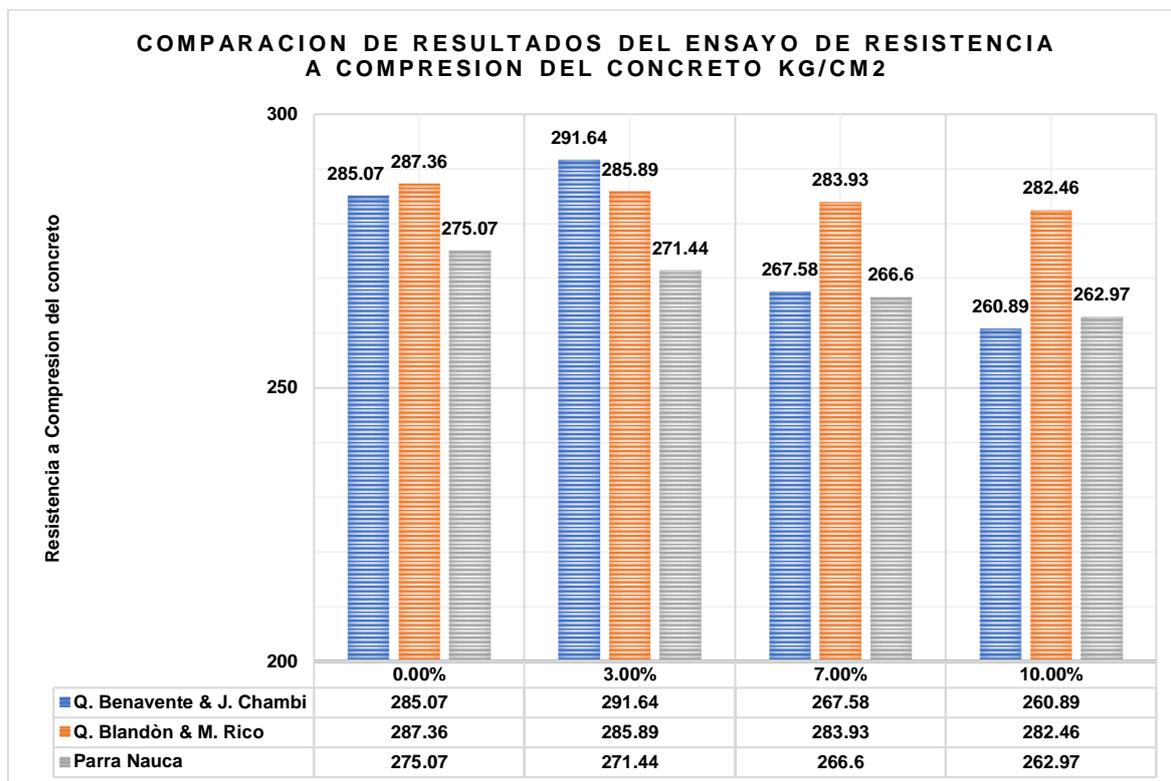
**Tabla 14.** *Discusión entre las resistencias a la compresión del concreto*

Resistencia a la compresión del concreto				
Tiempo de fraguado del concreto	PET reciclado	Quisocala Benavente & Jacho Chambi (2021)	Quintero Blandón & Mahecha Rico (2016)	Parra Nauca (2019)
28 días	0.00 %	285.07 $kg/cm^2$	287.36 $kg/cm^2$	275.07 $kg/cm^2$
28 días	3.00 %	291.64 $kg/cm^2$	285.89 $kg/cm^2$	271.44 $kg/cm^2$
28 días	7.00 %	267.58 $kg/cm^2$	283.93 $kg/cm^2$	266.60 $kg/cm^2$
28 días	10.00 %	260.89 $kg/cm^2$	282.46 $kg/cm^2$	262.97 $kg/cm^2$

Fuente. Elaboración propia

De los resultados entre Quisocala Benavente & Jacho Chambi (2021), Quintero Blandón & Mahecha Rico (2016) y Parra Nauca (2019), se tienen los siguientes resultados.

**Gráfico 7.** Resultados de la resistencia a la compresión del concreto con adición fibras PET recicladas



Fuente. Elaboración propia.

En el gráfico 1. Se aprecia las resistencias a la compresión con incorporación de PET reciclado en diferentes dosificaciones, donde se procederá a discutir dichos valores, Quisocala Benavente & Jacho Chambi tras su investigación con incorporación de (0.00%, 3.00%, 7.00% y 10.00%) de PET reciclado alcanzaron dígitos de (285.07  $kg/cm^2$ , 291.64  $kg/cm^2$ , 267.58  $kg/cm^2$  y 260.89  $kg/cm^2$ ) comprendidos sobre una edad de 28 días, en cuanto Quintero Blandón & Mahecha Rico tras su investigación se dieron valores de (287.36  $kg/cm^2$ , 285.89  $kg/cm^2$ , 283.93  $kg/cm^2$  y 282.46  $kg/cm^2$ ) con incorporación de (0.00%, 3.00%, 7.00% y 10.00%) de fibras PET y Parra Nauca tras su investigación se dieron valores de (275.07  $kg/cm^2$ , 271.44  $kg/cm^2$ , 266.60  $kg/cm^2$  y 262.97  $kg/cm^2$ ) con incorporación de (0.00%, 3.00%, 7.00% y 10.00%) de fibras PET. Cabe resaltar que Quisocala Benavente & Jacho Chambi contaron con mejores resultados al emplear dentro de su investigación las fibras largas PET en 3% llegando a resistencias de 291.64  $kg/cm^2$ , esto debido a la influencia característica que presentan los agregados de la cantera Isla presentando características, los resultados

demonstraron mejoras a partir de la primera unidad de muestra donde no se incorporó PET reciclado, sin embargo, se vio un descenso a partir del 7.00% de material reciclado incorporado generando inestabilidad sobre los valores generados. En cuanto Quintero Blandón & Mahecha Rico obtuvo una máxima resistencia de  $287.36 \text{ kg/cm}^2$  esto se debió a que estos autores consideraron emplear PET triturado en diferentes dimensiones y contemplando mallas de 3/8", N.º 4, N.º 8, N.º 16, siendo uno de los principales factores en la alteración y variación de su resistencia, en cuanto a su progresión no conto con mucha variación en la resistencia, El investigador Parra Nauca tras su investigación genero una resistencia máxima de  $275.07 \text{ kg/cm}^2$  esto debido a la influencia característica que presentan los agregados en la zona, en cuanto al diseño de mezclas y clima.

### Discusión numero 3

A continuación, se muestra la comparación de los resultados obtenidos para la dosificación optima  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

**Tabla 15.** *Porcentaje óptimo de PET*

<b>Descripción</b>	<b>Quisocala Benavente &amp; Jacho Chambi (2021)</b>	<b>Quintero Blandón &amp; Mahecha Rico (2016)</b>	<b>Parra Nauca (2019)</b>
Dosificación	3.00%	3.00%	3.00%

Fuente. Elaboración propia.

En la tabla 15 se muestra que todos los autores demostraron resistencias optimas con la incorporación del 3.00% de PET reciclado, generando variaciones mínimas sobre las resistencias evaluadas.

## VI. CONCLUSIONES

1. La incorporación de PET reciclado en proporciones (3.00%, 7.00% y 10.00%), mejoran efectivamente la resistencia a compresión. Siendo más influyente la dosificación de 3.00% alcanzando valores de  $f'c = 291.64 \text{ kg/cm}^2$ .
2. El diseño de mezclas para alcanzar un diseño de concreto optimo convencional de  $280 \text{ kg/cm}^2$  se da en la dosificación de cemento en  $1.00 \text{ pie}^3$ , agregado fino  $1.36 \text{ pie}^3$ , agregado grueso  $2.42 \text{ pie}^3$  y agua  $14.40 \text{ Lt}$ .
3. El comportamiento a compresión convencional de  $280.00 \text{ kg/cm}^2$  con adición del 3%, 7% y 10% de PET dio como resultados promedios de  $291.64 \text{ kg/cm}^2$ ,  $267.58 \text{ kg/cm}^2$  y  $260.89 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente.
4. La dosificación optima de adición de fibras recicladas PET se vio reflejada en la incorporación del 3.00% dando como resultado una resistencia máxima de  $291.64 \text{ kg/cm}^2$  incrementando un 4.16% la resistencia a compresión.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda emplear dosificaciones mucho mayores para poder ver el desempeño sobre el comportamiento a compresión del concreto, generando un punto óptimo de declive según la incorporación empleada.
2. Se recomienda desarrollar los ensayos de tracción y flexión para ver el desenvolvimiento que tiene estos materiales sobre dichas características mecánicas en concreto.
3. Incorporar fibras en diferentes longitudes para evaluar el comportamiento físico y mecánico en el diseño de mezclas, así como también emplear el uso de fibras cortas.

## REFERENCIAS

339.034, NTP. 1999. Ensayo Resistencia Compresion. Lima : Norma Tecnica Peruana, 1999.

339.078, NTP. 2012. Concreto, metodo de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. Lima : Norma Técnica Peruana, 2012.

399.084, NTP. 2012. Resistencia a la tracción. Lima : Norma Tecnica Peruana, 2012.

ABANTO, Oswaldo. 2017. Resistencia mecanica del concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  con la adiccion de fibras de acero dramix y sika. Cajamarca : Universidad Privada del Norte, 2017.

ADDERL, Yorg. 2013. Ensayo de traccion indirecta. Lima : Scribd, 2013.

BARRETO, Shirley, BANGUERA, Jonathan y CÓRDOVA RIZO, Javier. 2018. Analisis comparativo de ejes equivalentes obtenidos mediante metodo AASHTO 93 y los proporcionados por pesaje en balanza fija de vehiculos. Guayaquil : Universidad de Guayaquil, 2018, Vol. 10. 2218-3620.

DIAZ, Luis y GONZALES, Rocio. 2017. Analisis comparativo de la resistencia a compresion de un concreto convencional utilizando muestras cilindricas y cubicas. Chilena : Universidad Señor de Sipan, 2017, Vol. 4.

GALICIA, Mónica y VELÁSQUEZ, Marco. 2016. Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto adicinado con ceniza de rastrojo de maíz elaborado con agregados de las canteras de cunyac y vicho con respecto a un concreto patrón de calidad. Cusco : Universidad Andina del Cusco, 2016, Vol. 12.

CARRILLO, Joel y ROJAS, Jairo. 2017. Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de compresión y flexión de un concreto patrón  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  y un concreto reemplazado en porcentajes del 1,2,3 y 4% con Dramix 3D respecto al volumen del agregado fino de la mezcla, elaborado con agregados. Cusco : Universidad Andina del Cusco, 2017, Vol. 1.

AVILA, Miguel, PINZÓN, Sandra y SERNA, Luis. 2015. Analisis de curvas para el diseño de mezcla de concreto con material triturado del rio Magdalena en el sector de Girardot, Cundinamarca. Dinamarca : In Crescendo Institucional, 2015, Vol. 6. 2307-5260.

BARBOSA, Marco y otros. Analysis of the influence of test method and properties of steel fiber addition on concrete under the three-point flexural tensile. 2020. 3, Chile : Revista Chilena de Ingenierai, 2020, Vol. 28. 0718-3291.

ARIAS, F. 2004. "El proyecto de investigación". 4ta. Caracas : Episteme Venezuela, 2004.

ARROYO, Rubén. 2017. Pavimentos flexible y rigido. Lima : Slideplayer, 2017.

ARTIGAS, Alfredo, y otros. 2019. Aumento de productividad en una planta de trefilación de acero para la fabricaicon de electrodos AWS 70S-6. Chile : Revista Chilena de Ingenieria, 2019, Vol. 27. 0718-3305.

AURELIANO, Iván. 2018. Influencia de acero trefilado y plastificante en el mejoramiento de flexion y compresion del concreto usado para pavimentos rigidos, trujillo, 2018. Trujillo : Universidad Privada del Norte, 2018.

CARRILLO, J., CÁRDENAS, J. y APERADOR, W. 2017. Bending mechanical properties of steel fiber reinforced concrete under corrosive environments. Colombia : Revista Ingenieria de Construccion, 2017, Vol. 32. 0718-5073.

CARRILLO, Joel y ROJA, Jairo. 2017. Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de compresión y flexión de un concreto patrón f'c 210kg/cm<sup>2</sup> y un concreto reemplazado en porcentajes del 1, 2, 3 y 4% con Dramix 3D respecto al volumen del agregado fino de la mezcla, elaborado. Cusco : Universidad Andina del Cusco, 2017.

CHAGUA, Jhonson. 2018. Influencia de la adiccion de fibras de acero en las propiedades del concreto empleado para pavimentos en las construccion de pistas en la ciudad de Puno. Puno : Universidad Nacional del Altiplano, 2018.

EDOYA, Carlos y DZUL, Luis. 2015. Concrete with recycled aggregates as an urban sustainability project. B2, Medellin : Universidad Nacional de Colombia, 2015, Vol. 30.

LAURA, Vilma y TONG, Wei. 2019. Concreto modificado con conchas de abanico y aditivo sikacem plastificante para mejorar las propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido. Lima : Universidad Ricardo Palma, 2019, Vol. 2.

CRUZ, Wilmer y QUISPE, Walter. 2014. Influencia de la adición de fibras de acero en el concreto empleado para pavimentos en la construcción de pistas en la provincia de Huamanga - Ayacucho. Huancavelica : Universidad Nacional de Huancavelica, 2014.

LAURA, Samuel. 2006. Diseño de mezclas de concreto. Puno : Universidad Nacional del Altiplano, 2006.

UACHAMÍN, Juan y BENTANCOURT, Gabriel. 2014. Diseño y construcción de un equipo para el proceso de trefilado en frío de metales no ferrosos a ser implementado en laboratorio de máquinas y herramientas del departamento de ciencias de la energía y mecánica. Sangolquí : Universidad de las Fuerzas Armadas, 2014, Vol. 1.

DURAN, Juan. 2018. Estudio de las propiedades del concreto  $F'C=21\text{kg/cm}^2$  aplicando condiciones simuladas de curado en obra, en la ciudad de Arequipa, con cemento Portland Tipo IP. Arequipa : Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, 2018.

PINEDO, Diana y otros. 2017. Efecto de fibras de acero en la resistencia del concreto. Lima - Peru : Universidad Cesar Vallejo, 2017, Vol. 9.

CARRILLO, Julián, CÁRDENAS, Jhon y APERADOR, William. 2015. Efecto del ion cloruro sobre las propiedades mecánicas a compresión del concreto reforzado con fibras de acero RC-65/35BN. Nueva Granada : Universidad del Norte, 2015, Vol. 33. 0122-3461.

CCOPA, Rocio y SOTO, Erika. 2018. Estudio de las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibra metálica. Arequipa : Universidad Nacional de San Agustín, 2018, Vol. 1.

MEZA, Alejandro y otros. 2014. Estudio experimental de caracterización mecánica del concreto reforzado con fibras de acero y de polipropileno. Mexico : Universidad del Zulia, 2014, Vol. 37. 0254-0770.

BUSTAMANTE, Diego y DIAZ, Clara. 2014. Evaluacion de las propiedades mecanicas del concreto alivianado con perlas de poliestireno expandido reciclado. Arequipa : Universidad Nacional de San Agustin, 2014, Vol. 1.

MEZA, Alejandro y otros. 2014. Experimental study of mechanical characterization of concrete reinforced with steel and polypropylene fibers. Mexico : Universidad del Zulia, 2014, Vol. 37. 0254-0770.

FARFÁN, Marlon, y otros. 2019. Fibras de acero en la resistencia a la compresión del concreto. Peru : Universidad Cesar Vallejo, 2019, Vol. 20. 2477-9539.

GARCIA. 2004. Metodologia de investigacion cuantitativa. Lima : Texas, 2004. pág. 91.

GoogleMaps. 2016. Google. [En línea] Google, 12 de 01 de 2016. [Citado el: 26 de 02 de 2021.]

GUEVARA, Yonel. 2018. Propuesta de rehabilitacion de pavimento de concreto utilizando sobrecapas de refuerzo en la avenida todos los santos de la ciudad de Chota. Cajamarca : Universidad Nacional de Cajamarca, 2018.

HERNÁNDEZ, Roberto. 2019. Metodologia de la investigacion. Mexico : McGRAW-HILL, 2019.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Lucio. 2014. "Tesis y Metodología de la investigación". 6ta. s.l. : McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2014.

CAMARGO, Nelson y HIGUERA, Carlos. 2017. Hydraulic concrete modified with silica obtained from rice husk. Bogota : Universidad Militar Nueva Granada, 2017, Vol. 27. 0124-8170.

ICG. 2012. Pavimentos urbanos. Peru : Instituto de la Construcción y Gerencia, 2012.

ILLANES, Carlos. 2019. Mejora del módulo de rotura del concreto al adicionar fibras de acero trefilados en los pavimentos rigidos en la ciudad de Huaraz - 2017. Huaraz - Peru : Universidad Cesar Vallejo, 2019.

IMCYC. 2014. Determinacion de la resistencia a la tension por compresion diametral de cilindros de concreto. Mexico : Instituto Mexicano del Cemento y Concreto, 2014.

CHÁVEZ, Cesar y otros. 2018. Influencia de la fibra de acero en el control de la tenacidad de hormigón simple. Mexico : Universidad de Guayaquil, 2018, Vol. 2. 2588-073X.

INVE-414-07. 2017. Docplayer. Lima : INVE, 2017.

ITL. 2019. Construmatica. [En línea] ITL, 15 de 1 de 2019. [Citado el: 10 de 01 de 2021.] [https://www.construmatica.com/construpedia/AP-\\_015.\\_Resistencia\\_a\\_la\\_Flexi%C3%B3n.\\_Hormig%C3%B3n\\_Endurecido](https://www.construmatica.com/construpedia/AP-_015._Resistencia_a_la_Flexi%C3%B3n._Hormig%C3%B3n_Endurecido).

ZAMBRANO, Isabel, TEJEDA, Eduardo y AAENLLE, Anadelys. 2020. Materiales granulares mejorados con emulsion asfaltica cationica para subbases de pavimentos. Cuba : Revista infraestructura Vial LanammeUCR, 2020, Vol. 22.

ROBAYO, R., MATTEY, P. y DELVASTO, S. 2013. Mechanical behavior of a fluid concrete added with rice husk ash (CCA) and reinforced with steel fibers. Santiago : Revista de la construccion, 2013, Vol. 12. 0717-7925.

MTC. 2016. Manual de ensayos de materiales. Lima : Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016.

PINO, R. 2018. Metodología de la Investigación - Elaboración de diseños para contrastar hipotesis. Lima : San Marcos, 2018.

POLO, Joel y RISCO, Jonathan. 2018. Influencia de las fibras de acero en las propiedades fisicas y mecanicas del concreto, trujillo, 2018. Trujillo : Universidad Privada de Trujillo.

CABELLO, Sandra, y otros. 2015. Porous concrete: constitution, influencing variables and protocols for its characterization. Ecuador : Universidad Técnica de Machala, 2015, Vol. 1. 1390-9541.

CARRILLO, J., CÁRDENAS, J. y APERADOR, W. 2017. Propiedades mecánicas a flexión del concreto reforzado con fibras de acero bajo ambientes corrosivos. Colombia : Revista Ingenieria de Construccion, 2017, Vol. 32. 0718-5073.

CARRILLO, Julián, ALCOCER, Sergio y APERADOR, William. 2013. Propiedades mecánicas del concreto para vivienda de bajo costo. Mexico : UNAM, 2013, Vol. 14. 1405-7743.

QUIZZES. 2016. Cemex. [En línea] Cemex, 01 de 11 de 2016. [Citado el: 22 de 02 de 2021.] [https://www.cemex.com/es/web/cemex-mexico/quizzes-full-view/-/asset\\_publisher/uG2W76KBBu5B/content/resistencia-pruebas-y-resultados?\\_com\\_liferay\\_asset\\_publisher\\_web\\_portlet\\_AssetPublisherPortlet\\_INSTANCE\\_uG2W76KBBu5B\\_redirect=https%3A%2F%2Fwww.cemex.com%3](https://www.cemex.com/es/web/cemex-mexico/quizzes-full-view/-/asset_publisher/uG2W76KBBu5B/content/resistencia-pruebas-y-resultados?_com_liferay_asset_publisher_web_portlet_AssetPublisherPortlet_INSTANCE_uG2W76KBBu5B_redirect=https%3A%2F%2Fwww.cemex.com%3).

ACUÑA, Carlos y CABALLERO, Hugo. 2018. Resistencia a la compresión y flexión de un concreto estructural mediante la sustitución parcial del cemento por ceniza de bagazo . Nuevo Chimbote : universidad Nacional del Santa, 2018, Vol. 1.

SILVA, Lenin. 2014. Comportamiento del hormigón reforzado con fibras de acero y su influencia en sus propiedades mecánicas en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua. Ambato : Universidad Técnica de Ambato, 2014.

ROJAS, Ennio, y otros. 2008. Simulación experimental y numérica de un proceso de trefilado húmedo de un alambre de acero al carbono. Chile : Revista Chilena de Ingeniería, 2008, Vol. 16. 0718-3305.

TAMAYO, Mario. 2003. "El proceso de la investigación científica". 4ta. México : Editorial Limusa, 2003.

HUAQUISTO, Samuel y BELIZARIO Germán. 2018. Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento. Puno : Universidad Nacional del Altiplano de Puno, 2018, Vol. 20. 2313-2957.

VARA, A. 2010. 7 pasos para una tesis exitosa. Lima : Universidad San Martín de Porres.

**ANEXOS**

**“Análisis de la resistencia a la compresión del concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> con adición de fibras PET recicladas en Juliaca - Puno”**

**Tabla 16. Operacionalización de Variables**

<b>Variables</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Escala de medición</b>
<b>Adición de Fibras PET recicladas</b>	Procedimiento generado tras recopilar materiales plásticos, a fin de reciclarlos mediante procesos de descontaminación y trituración para emplearlos en múltiples y diversos ambientes ya sean para el sector industrial o sector de la construcción, así mismo generar un impacto sobre los medios ambientales como ecosistemas ya que este material no es biodegradable. Mansilla Pérez & Ruiz Ruiz (2009).	Se define como fibras recicladas PET al proceso de reusó o refabricación para ser empleados en múltiples ámbitos, por ejemplo, el concreto, esta puede emplearse en fibras largas generando aumentos muchos mayores sobre la compresión del hormigón así como incorporando capacidades sobre la retracción plástica, esta dependerá de la cantidad con la que se adicionará a dicho espécimen.	Formas de adición  Cantidad de adición	Fibras largas  3% PET  7% PET  10% PET	Ficha Técnica  Dosificación	Razón
<b>Resistencia a la compresión del concreto</b>	La resistencia a la compresión del concreto evalúa la capacidad estructural de un elemento de hormigón compuesto por agregados, cemento y agua. Quenta Flores (2020).	Se denomina como resistencia a la compresión del hormigón al indicador que mide la capacidad de soporte de una estructura, esta puede ser medida mediante equipos de laboratorio, donde se someten diferentes especímenes generando un punto de quiebre indicando a si la resistencia con la que se encuentra la muestra, esta dependerá del diseño de mezclas y los agregados empleados.	Dosificación  Concreto convencional  Concreto con adición de PET	Diseño de mezclas  Rotura de testigos  Rotura de testigos	Norma A.C.I 211.1  ASTM C39/C39 – 17  ASTM C39/39 – 17	Razón

Fuente: Elaboración propia

# Análisis de la resistencia a la compresión del concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> con adición de fibras PET recicladas en Juliaca - Puno

---

## INFORME DE ORIGINALIDAD

---

16%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

---

Figura 27. Captura de imagen del informe de originalidad

Fuente. Elaboración propia



**INFORME N° 001940 – 2021 –GEO.SEG.CONSULT.TEC/CG- LEM-LAB – SUELOS**

PARA	:	SRES. TESISITAS EDGAR MARIO JACHO CHAMBI JUNIOR JOSUE QUISOCALA BENAVENTE
ASUNTO	:	REMITE PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD Pruebas de Resistencia a la Compresión
REFERENCIA	:	TITULO DE TESIS ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c 280 KG/CM <sup>2</sup> CON ADICCIÓN DE FIBRAS PET RECICLADAS EN JULIACA - PUNO.
FECHA	:	Puno, 15 de Marzo del 2021.

Tengo a bien dirigirme a Ud. Para hacerle alcance de los resultados obtenidos de las pruebas de resistencia a la compresión de 36 probetas cilíndricas de concreto endurecidas, para el análisis de la resistencia a la compresión del concreto f'c 280 kg/cm<sup>2</sup> con adicción de fibras PET recicladas en Juliaca - Puno.

Las muestras ensayadas corresponden a las siguientes estructuras:

- 09 muestra de probetas, pruebas realizadas a 07, 14 y 28 días de diseño 280 Kg/cm<sup>2</sup> normal sin adicción de fibra PET.
- 09 muestra de probetas, pruebas realizadas a 07, 14 y 28 días de diseño 280 Kg/cm<sup>2</sup> con adicción de fibras dosificación PET 3%.
- 09 muestra de probetas, pruebas realizadas a 07, 14 y 28 días de diseño 280 Kg/cm<sup>2</sup> con adicción de fibras dosificación PET 7%.
- 09 muestra de probetas, pruebas realizadas a 07, 14 y 28 días de diseño 280 Kg/cm<sup>2</sup> con adicción de fibras dosificación PET 10%.





Las muestras de concreto endurecido tienen las siguientes características físicas:

- Tienen una textura homogénea.
- Son de un color plomo ceniza.
- Tienen una superficie relativamente áspera.
- Presentan signos de porosidad variable.
- Desnivel en la base superior.
- Deterioro en la base inferior.
- Son de apariencia circular, sin ángulos rectos.

Los resultados obtenidos de las pruebas de resistencia a la compresión se encuentran dentro de lo aceptable y está enmarcado dentro del marco especificado y aceptando según ACI – 124.

- Comportamientos de los agregados: El comportamiento sostenido del agregado fino, del agregado grueso y del cemento en la conformación de la pasta de cemento es:

Semi uniforme con una adherencia muy sólida como producto de la compactación Efectuada en el proceso de ejecución.

- El tipo de fractura que presentan las muestras en el momento de la rotura tienen el siguiente porcentaje promedio:

El 56 % de las muestras han presentado por fractura como producto de la presión.

Y el 44 % por desprendimiento natural.

- El ángulo presentado de la fractura en el momento de la prueba ha sido en su mayoría en forma diagonal – vertical desde la parte superior hacia la parte inferior de la muestra.





- El tiempo estimado para llegar a la fricción en las pruebas realizadas desde el momento que entra en contacto con la muestra en un promedio de un minuto con 20 segundos 01 minuto con 60 segundos.
- El promedio de la fisuración presentada en el momento de la prueba es de 2, 5, 7, 9 Y 10 cmts. De longitud y con un ancho de abertura de 2 a 3 milímetros.

Los resultados obtenidos de las pruebas de resistencia a la compresión se encuentran dentro de lo aceptable y está enmarcado dentro del marco especificado y aceptando según ACI – 124.

Los ensayos de resistencia a la compresión son realizados según la Norma de la ASTM C–116–39.

Para su mejor evaluación de los resultados obtenidos, se adjuntan al presente los certificados originales correspondientes.

Es cuanto se hace alcance para su conocimiento y fines del caso.

Atentamente,

Twy/hot  
c.c.:Archivo

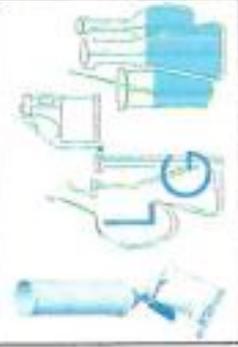


Geo. Seg. Consult. Tec. E.I.R.L. Consultores en Geotecnia  
Determinación del Control de Calidad de Materiales  
Servicios y Operaciones de Estudios Especiales  
de Suelos, Cimentaciones

*Tomás Velasco Velasco*  
Gerente Ejecutivo

**GEO.SEG.CONSULT.TEC.E.I.R.L.**  
**RUC: 20448346693**

CONSULTORES EN GEOTECNIA LABORATORIO ENSAYO DE MATERIALES  
 SERVICIOS Y OPERACIONES DE ESTUDIOS ESPECIALES EN CONTROL DE CALIDAD  
 DE AGUAS, SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO - INGENIERIA DE SUELOS  
 Y CIMENTACIONES PARA OBRAS HIDRAULICAS ESTRUCTURALES Y VIALES



CONTROL DE LABORATORIO REGISTRO DE  
 ENSAYOS EN  
 CONCRETO ENDURECIDO  
 METODO ASTM C-116-39  
 METODO AASHTO T-22

PROYECTO :  
 PROCEDENCIA :  
 SECTOR :  
 UBICACIÓN :

ANALISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL  
 CONCRETO 280 kg/cm<sup>2</sup> NORMAL SIN ADICCIÓN DE  
 FIBRA PET

OBRA :  
 MUESTRA :  
 OPERADOR:  
 FECHA :

TITULO DE TESIS  
 PROBETAS DE CONCRETO  
 E.M.J.CH. Y J.J.Q.B.  
 14/03/2021

**ENSAYOS DE PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION  
 NORMA ASTM C-16-39 AASHTO T-22 MTC E - 704**

PROBETA N°	Diseño f'c Kgs/cm2	Fecha de Vaciado	Edad en Dias	Fecha de Ensayo	Peso Kgs.	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Area (cm2)	Lectura Dial KN.	Resistencia kgs/cm2	% Obtenido	% Especificado	PARTE DE ESTRUCTURA O ELEMENTO
01	280	14/02/2021	7	21/02/2021	12456	15.0	30	176.72	337.44	194.71	69.54	68	PROYECTO TESIS
02	280	14/02/2021	7	21/02/2021	12450	15.0	30	176.72	333.66	192.53	68.76	68	PROYECTO TESIS
03	280	14/02/2021	7	21/02/2021	12453	15.0	30	176.72	342.92	197.87	70.67	68	PROYECTO TESIS
04	280	14/02/2021	14	28/02/2021	12455	15.0	30	176.72	425.80	245.69	87.75	86	PROYECTO TESIS
05	280	14/02/2021	14	28/02/2021	12451	15.0	30	176.72	430.27	248.27	88.67	86	PROYECTO TESIS
06	280	14/02/2021	14	28/02/2021	12454	15.0	30	176.72	419.98	242.33	86.55	86	PROYECTO TESIS
07	280	14/02/2021	28	14/03/2021	12457	15.0	30	176.72	494.18	285.15	101.84	100	PROYECTO TESIS
	280	14/02/2021	28	14/03/2021	12454	15.0	30	176.72	498.15	287.44	102.66	100	PROYECTO TESIS
	280	14/02/2021	28	14/03/2021	12456	15.0	30	176.72	489.81	282.63	100.94	100	PROYECTO TESIS



RECOMENDACIONES: LAS MUESTRAS DE LAS PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO ENDURECIDO LA PARTE DE LA BASE SUPERIOR E INFERIOR SE UNIFORMIZAN CON EL EQUIPO DE ECONOCAP (ALMOHADILLAS), LOS ENSAYOS SON EFECTUADOS SEGÚN LA NORMA DE LA ASTM C-116-39

Ing. Seg. Cesar T. V. Cruzado  
 Geotecnista y Operador de Equipo de Muestreo  
 Servicio de Estudios de Estudios Especiales  
 de Obras Hidráulicas, Estructurales y Viales

CONSULTORES EN GEOTECNIA SERVICIO Y  
 OPERACIONES DE MUESTRAS DE CONTROL DE  
 CALIDAD ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Evergley Stimpf Espinoza  
 CIP. 90040

Jr. Carlos Dreyer N° 158  
 Barrio San Martín de Porres  
 Zona Sur - Puno  
 geoseg\_consultores@hotmail.com

Carlos F. Bonorquez García  
 Ing. GEOLOGO, CIP 19716  
 Exp. EN CONTROL DE CALIDAD

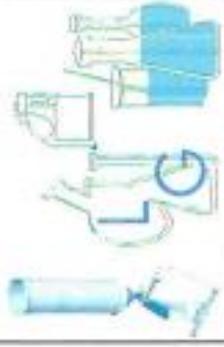
Cel. Mov. 959551700 - 951999448  
 Cel. Mov. 951926180 - 951637399  
 Cel. Bitel. 930191692 Entel. 960755285  
 Cel. Claro 950795469 - 958324251

Geo. Ing. Condit. Tec. T.V. Capatzen en Geotecnia  
 Servicio de Estudios de Estudios Especiales  
 de Obras Hidráulicas, Estructurales y Viales

**GEO.SEG.CONSUULT.TEC.E.I.R.L**

**RUC: 20448346693**

CONSULTORES EN GEOTECNIA LABORATORIO ENSAYO DE MATERIALES  
SERVICIOS Y OPERACIONES DE ESTUDIOS ESPECIALES EN CONTROL DE CALIDAD  
DE AGUAS, SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO - INGENIERIA DE SUELOS  
Y CIMENTACIONES PARA OBRAS HIDRAULICAS ESTRUCTURALES Y VIALES



**CONTROL DE LABORATORIO REGISTRO DE  
ENSAYOS EN  
CONCRETO ENDURECIDO  
METODO ASTM C-116-39  
METODO AASHTO T-22**

**PROYECTO :** ANALISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION  
**PROCEDENCIA :** DEL CONCRETO 280 kg/cm<sup>2</sup> CON ADICION  
**SECTOR :** DE FIBRAS PET RECICLADAS EN JULIACA - PUNO  
**UBICACION :** DOSIFICACION PET 3 %

**OBRA :** TITULO DE TESIS  
**MUESTRA :** PROBETAS DE CONCRETO  
**OPERADOR:** E.M.J.CH. Y J.J.Q.B.  
**FECHA :** 14/03/2021

**ENSAYOS DE PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION  
NORMA ASTM C-16-39 AASHTO T-22 MTC E - 704**

PROBETA N°	Diseño Fc Kgs/cm2	Fecha de Vaciado	Edad en Días	Fecha de Ensayo	Peso Kgs.	Diametro (cm)	Altura (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Lectura Dial KN.	Resistencia kgf/cm <sup>2</sup>	% Obtenido	% Especificado	PARTE DE ESTRUCTURA O ELEMENTO
10	280	14/02/2021	7	21/02/2021	12457	15.0	30	176.72	351.03	202.55	72.34	68	PROYECTO TESIS
11	280	14/02/2021	7	21/02/2021	12455	15.0	30	176.72	348.70	201.20	71.86	68	PROYECTO TESIS
12	280	14/02/2021	7	21/02/2021	12453	15.0	30	176.72	356.85	205.91	73.54	68	PROYECTO TESIS
13	280	14/02/2021	14	28/02/2021	12456	15.0	30	176.72	436.00	251.58	89.85	86	PROYECTO TESIS
14	280	14/02/2021	14	28/02/2021	12454	15.0	30	176.72	438.37	252.95	90.34	86	PROYECTO TESIS
15	280	14/02/2021	14	28/02/2021	12452	15.0	30	176.72	442.79	255.50	91.25	86	PROYECTO TESIS
16	280	14/02/2021	28	14/03/2021	12458	15.0	30	176.72	505.88	291.90	104.25	100	PROYECTO TESIS
17	280	14/02/2021	28	14/03/2021	12457	15.0	30	176.72	503.66	290.62	103.79	100	PROYECTO TESIS
	280	14/02/2021	28	14/03/2021	12454	15.0	30	176.72	506.73	292.39	104.43	100	PROYECTO TESIS

**CONCLUSIONES:** LAS MUESTRAS DE LAS PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO ENDURECIDO LA PARTE DE LA BASE SUPERIOR E INFERIOR SE UNIFORMIZAN CON EL EQUIPO DE ECONOCAP (ALMOHADILLAS), LOS ENSAYOS SON EFECTUADOS SEGUN LA NORMA DE LA ASTM C-116-39



**Geo. Seg. Consult. Tec. E. I. R. L.**  
Departamento de Control de Calidad de Materiales  
Servicios y Operaciones de Estudios Especiales  
de Suelos, Cimentaciones y Viales

**CONSULTORES EN RESISTENCIA A LA COMPRESION DE  
OPERACIONES DE MUESTRAS DE CONTROL DE  
CALIDAD EN OBRAS DE MATERIALES**

**Ing. Enrique Andy Espinoza**  
CIP. 94440

Jr. Carlos Dreyer N° 158

Barrio San Martin de Porres

Zona Sur - Puno

[geoseg\\_consultores@hotmail.com](mailto:geoseg_consultores@hotmail.com)

**Geo. Seg. Consult. Tec. E. I. R. L.**  
Departamento de Control de Calidad de Materiales  
Servicios y Operaciones de Estudios Especiales  
de Suelos, Cimentaciones y Viales

**Thomas Delacoro Delacoro**  
Garante Ejecutivo

**Carlos Bohoyquez Garcia**  
Ing. GEOLOGO CIP. 17728  
Esp. EN CONTROL DE CALIDAD

Cel. Mov. 959551700 - 951999448

Cel. Mov. 951926180 - 951637399

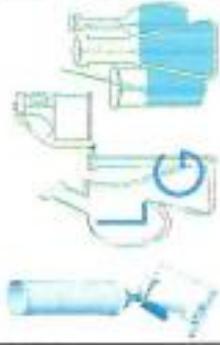
Cel. Bitel. 980191692 Entel. 960755285

Cel. Claro 550795469 - 958324251

**GEO.SEG.CONSUULT.TEC.E.I.R.L.**

**RUC: 20448346693**

CONSULTORES EN GEOTECNIA LABORATORIO ENSAYO DE MATERIALES  
SERVICIOS Y OPERACIONES DE ESTUDIOS ESPECIALES EN CONTROL DE CALIDAD  
DE AGUAS, SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO - INGENIERIA DE SUELOS  
Y CIMENTACIONES PARA OBRAS HIDRAULICAS ESTRUCTURALES Y VIALES



**CONTROL DE LABORATORIO REGISTRO DE  
ENSAYOS EN  
CONCRETO ENDURECIDO  
METODO ASTM C-116-39  
METODO AASHTO T-22**

**PROYECTO :** ANALISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION  
**PROCEDENCIA :** DEL CONCRETO 280 kg/cm<sup>2</sup> CON ADICCION  
**SECTOR :** DE FIBRAS PET RECICLADAS EN JULIACA - PUNO  
**UBICACIÓN :** DOSIFICACION PET 7%

**OBRA :** TITULO DE TESIS  
**MUESTRA :** PROBETAS DE CONCRETO  
**OPERADOR:** E.M.J.CH. Y J.J.Q.B.  
**FECHA :** 14/03/2021

**ENSAYOS DE PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION  
NORMA ASTM C-16-39 AASHTO T-22 MTC E - 704**

PROBETA N°	Diseño Fc Kgs/cm2	Fecha de Vaciado	Edad en Dias	Fecha de Ensayo	Peso Kgs.	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Area (cm2)	Lectura Dial KN.	Resistencia Kgs/cm2	% Obtenido	% Especificado	PARTE DE ESTRUCTURA O ELEMENTO
19	280	14/02/2021	7	21/02/2021	12455	15.0	30	176.72	317.11	182.98	65.35	68	PROYECTO TESIS
20	280	14/02/2021	7	21/02/2021	12456	15.0	30	176.72	324.53	187.26	66.88	68	PROYECTO TESIS
21	280	14/02/2021	7	21/02/2021	12454	15.0	30	176.72	311.29	179.62	64.15	68	PROYECTO TESIS
22	280	14/02/2021	14	28/02/2021	12457	15.0	30	176.72	416.05	240.07	85.74	86	PROYECTO TESIS
23	280	14/02/2021	14	28/02/2021	12455	15.0	30	176.72	405.86	234.19	83.64	86	PROYECTO TESIS
24	280	14/02/2021	14	28/02/2021	12454	15.0	30	176.72	394.12	227.41	81.22	86	PROYECTO TESIS
25	280	14/02/2021	28	14/03/2021	12458	15.0	30	176.72	468.03	270.06	96.45	100	PROYECTO TESIS
26	280	14/02/2021	28	14/03/2021	12456	15.0	30	176.72	463.07	267.20	95.43	100	PROYECTO TESIS
27	280	14/02/2021	28	14/03/2021	12457	15.0	30	176.72	459.92	265.38	94.78	100	PROYECTO TESIS

**CONCLUSIONES:** LAS MUESTRAS DE LAS PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO ENDURECIDO LA PARTE DE LA BASE SUPERIOR E INFERIOR SE UNIFORMIZAN CON EL EQUIPO DE ECONOCAP (ALMOHADILLAS), LOS ENSAYOS SON EFECTUADOS SEGUN LA NORMA DE LA ASTM C-116-39



Ing. Seg. Cesar T. T. Conocimiento y experiencia  
Diplomado en el control de Calidad de Materiales  
Suelos y Suelos, Obras de Infraestructura  
de Obras, Obras de Infraestructura

Jr. Carlos Dreyer N° 158  
Barrio San Martin de Porres  
Zona Sur - Puno  
geoseg\_consultores@hotmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA SERVICIOS Y  
OPERACIONES DE PRUEBAS DE CONTROL DE  
CALIDAD ENSAYO DE MATERIALES

Carlos F. Bohórquez García  
Ing. GEOLOGO CIVIL 77726  
Exp. EN CONTROL DE CALIDAD

Ing. Enrique Gálvez Espinoza  
C.I.P. 96440

Cel. Mov. 959551700 - 951999448  
Cel. Mov. 951926180 - 951637399  
Cel. Bitel. 930191692 Entel. 960755285  
Cel. Claro 950795469 - 958324251

CONSULTORES EN GEOTECNIA LABORATORIO ENSAYO DE MATERIALES  
SERVICIOS Y OPERACIONES DE ESTUDIOS ESPECIALES EN CONTROL DE CALIDAD  
DE AGUAS, SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO - INGENIERIA DE SUELOS  
Y CIMENTACIONES PARA OBRAS HIDRAULICAS ESTRUCTURALES Y VIALES



**CONTROL DE LABORATORIO REGISTRO DE  
ENSAYOS EN  
CONCRETO ENDURECIDO  
METODO ASTM C-116-39  
METODO AASHTO T-22**

**PROYECTO :** ANALISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION  
**PROCEDENCIA :** DEL CONCRETO 280 kg/cm<sup>2</sup> CON ADICCIÓN  
**SECTOR :** DE FIBRAS PET RECICLADAS EN JULIACA - PUNO  
**UBICACIÓN :** DOSIFICACION PET 10 %

**OBRA :** TITULO DE TESIS  
**MUESTRA :** PROBETAS DE CONCRETO  
**OPERADOR:** E.M.J.CH. Y J.J.Q.B.  
**FECHA :** 14/03/2021

**ENSAYOS DE PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION  
NORMA ASTM C-16-39 AASHTO T-22 MTC E - 704**

PROBETA N°	Diseño f'c Kgs/cm2	Fecha de Vaciado	Edad en Dias	Fecha de Ensayo	Peso Kgs.	Diametro (cm)	Altura (cm)	Area (cm2)	Lectura Dial KN.	Resistencia Kgs/cm2	% Obtenido	% Especificado	PARTE DE ESTRUCTURA O ELEMENTO
28	280	14/02/2021	7	21/02/2021	12457	15.0	30	176.72	303.48	175.11	62.54	68	PROYECTO TESIS
29	280	14/02/2021	7	21/02/2021	12456	15.0	30	176.72	297.21	171.49	61.25	68	PROYECTO TESIS
30	280	14/02/2021	7	21/02/2021	12453	15.0	30	176.72	319.97	184.63	65.94	68	PROYECTO TESIS
31	280	14/02/2021	14	28/02/2021	12458	15.0	30	176.72	391.89	226.13	80.76	86	PROYECTO TESIS
32	280	14/02/2021	14	28/02/2021	12457	15.0	30	176.72	385.29	222.32	79.40	86	PROYECTO TESIS
33	280	14/02/2021	14	28/02/2021	12455	15.0	30	176.72	379.66	219.07	78.24	86	PROYECTO TESIS
34	280	14/02/2021	28	14/03/2021	12459	15.0	30	176.72	445.17	256.87	91.74	100	PROYECTO TESIS
35	280	14/02/2021	28	14/03/2021	12457	15.0	30	176.72	452.49	261.09	93.25	100	PROYECTO TESIS
36	280	14/02/2021	28	14/03/2021	12456	15.0	30	176.72	458.75	264.71	94.54	100	PROYECTO TESIS

**CONCLUSIONES:** LAS MUESTRAS DE LAS PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO ENDURECIDO LA PARTE DE LA BASE SUPERIOR E INFERIOR SE UNIFORMIZAN CON EL EQUIPO DE ECONOCAP (ALMOHADILLAS), LOS ENSAYOS SON EFECTUADOS SEGÚN LA NORMA DE LA ASTM C-116-39

*Ing. José Casado, Tsc. T.V. Coordinador en Geotecnia  
Servicios y Operaciones de Estudios Especiales*

*Ing. José Casado, Tsc. T.V. Coordinador en Geotecnia  
Servicios y Operaciones de Estudios Especiales*

*CONSULTORES EN GEOTECNIA SERVICIO Y  
OPERACIONES DE PRUEBAS DE CONTROL DE  
CALIDAD ENSAYO DE MATERIALES*

*Ing. Enrique Almeyda Almeyda  
C.I.P. 56440*

Jr. Carlos Dreyer N° 158  
Barrio San Martín de Porres  
Zona Sur - Puno  
geoseg\_consultores@hotmail.com

*Stefano Delgado Delgado  
Gerente Ejecutivo*

*Carlos F. Bohórquez García  
Ing. GEOLOGO CIVIL  
Esp. EN CONTROL DE CALIDAD*

Cel. Mov. 959551700 - 951999448  
Cel. Mov. 951926180 - 951637399  
Cel. Bitel. 930191692 Entel. 960755285  
Cel. Claro 950795469 - 958324251



## Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CASTILLO CHAVEZ JUAN HUMBERTO, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional / Programa académico de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Trujillo, asesor (a) de la Tesis titulada:

“Análisis de la resistencia a la compresión del concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> con adición de fibras PET recicladas en Juliaca - Puno” del (los) autor (autores), JUNIOR JOSUE QUISOCALA BENAVENTE y EDGAR MARIO JACHO CHAMBI constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el trabajo de investigación / tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

Trujillo, 21 de julio del 2021

Apellidos y Nombres del Asesor: Castillo Chávez Juan Humberto	
DNI 18102931	 Firma
ORCID 0000-0002-4701-3074	