

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Escuela profesional de ingeniería civil**



**TESIS**

“Influencia de la dosificación del tereftalato de polietileno reciclado en las propiedades físicas y mecánicas de bloquetas de concreto en el distrito y provincia de Abancay – Apurímac, 2021”

Presentado por:

**BACH. MARIO JUAN LEGUÍA ROMÁN**

Para optar el título profesional de

**INGENIERO CIVIL**

**Abancay - Apurímac – Perú**

**2022**

## **Tesis**

“Influencia de la dosificación del tereftalato de polietileno reciclado en las propiedades físicas y mecánicas de bloquetas de concreto en el distrito y provincia de Abancay – Apurímac, 2021”

### **Línea de Investigación**

Gestión de la Infraestructura para el Desarrollo Sostenible

### **Asesor**

Mg.Sc. Ángel Maldonado Mendívil



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFECIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**“INFLUENCIA DE LA DOSIFICACIÓN DEL TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE BLOQUETAS DE CONCRETO EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2021”**

Presentado por **MARIO JUAN LEGUIA ROMAN**, para optar el título profesional de **INGENIERO CIVIL**.

Sustentado y aprobado el 23 de diciembre del 2022, ante el jurado.

**Presidente** : Mag. Calixto Cañari Otero

**Primer Miembro** : Ph.D. Abbon Alex Vázquez Ramírez.

**Segundo miembro** : Ing. Holguer Cayo Baca

**Asesor** : Mg.Sc. Ángel Maldonado Mendivil

## **DEDICATORIA**

A Dios todopoderoso quien guía mi camino en cada momento de mi vida y por permitirme desarrollar el trabajo de tesis de manera satisfactorio.

## AGRADECIMIENTO

- ✓ Agradezco, por este trabajo de investigación primero a Dios, por permitirme culminarlo y mantenerme con salud, en estos momentos que en el mundo entero venimos padeciendo esta pandemia del COVID 19, donde muchos perdieron a sus seres queridos.
- ✓ De igual forma agradezco, por el apoyo en vida y por protegerme desde su partida de mi padre el que en vida fue Daniel Flores Villafuerte, quien desde donde está siempre viene iluminando mi camino, para llegar a cumplir mis metas como profesional y en mi vida personal.
- ✓ A mi reina y princesa que me acompañaron en este proyecto que fueron y han sido el soporte de todos mis logros durante esta etapa, y quienes han sido mis pilares para seguir adelante.
- ✓ Asimismo, reconozco el apoyo incondicional de mi madre Eufemia Román Camargo, quien desde los inicios de mi formación siempre estuvo a mi lado perseverando e impulsándome a que salga adelante día a día y cumplir todos mis anhelos profesionales.
- ✓ De igual manera, agradezco a mi hermosa hija Luciana Illary Leguía Damián, quien desde su llega hace 4 años a mi vida, le ha dado un giro de 360°, para salir adelante, esforzarme día a día para ser una mejor persona y profesional, para poder ser un ejemplo de padre.
- ✓ Por último, no menos importante, agradezco a mi esposa Maywa Damián Alarcón, por su constante apoyo, por ser una pieza fundamental en mi crecimiento profesional, quien día tras día me impulsa a seguir esforzándome para lograr mis metas profesionales.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| PORTADA.....   | I                                    |
| POSPORTADA.....                                      | II                                   |
| PÁGINA DE JURADOS .....                              | <b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b> |
| DEDICATORIA.....                                     | IV                                   |
| AGRADECIMIENTO .....                                 | V                                    |
| ÍNDICE DE CONTENIDO.....                             | VI                                   |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....                              | X                                    |
| ÍNDICE DE TABLAS .....                               | XI                                   |
| RESUMEN.....   | XIV                                  |
| ABSTRACT .....                                       | XV                                   |
| INTRODUCCIÓN .....                                   | XVI                                  |
| CAPÍTULO I.....                                      | 1                                    |
| PLAN DE INVESTIGACIÓN.....                           | 1                                    |
| 1.1. Descripción de la realidad problemática .....   | 1                                    |
| 1.2. Identificación y formulación del problema ..... | 3                                    |
| 1.2.1. Problema general.....                         | 3                                    |
| 1.2.2. Problemas específicos.....                    | 3                                    |
| 1.3. Justificación de la investigación .....         | 3                                    |
| 1.4. Objetivos.....                                  | 4                                    |
| 1.4.1 Objetivo general .....                         | 4                                    |
| 1.4.2 Objetivos específicos.....                     | 5                                    |
| 1.5. Delimitaciones de la investigación .....        | 5                                    |
| 1.5.1. Delimitación espacial .....                   | 5                                    |
| 1.5.2. Delimitación temporal .....                   | 5                                    |

|                     |   |    |
|---------------------|---|----|
| 1.5.3.              | Delimitación social .....   | 5  |
| 1.5.4.              | Delimitación conceptual .....   | 6  |
| 1.6.                | Viabilidad de la investigación (económica, social y técnica) .....                  | 6  |
| 1.6.1.              | Económica .....   | 6  |
| 1.6.2.              | Social .....  | 7  |
| 1.6.3.              | Técnica .....   | 7  |
| 1.7.                | Limitaciones .....  | 7  |
| CAPÍTULO II .....   |   | 8  |
| MARCO TEÓRICO ..... |   | 8  |
| 2.1.                | Antecedentes de la investigación .....  | 8  |
| 2.1.1               | Antecedentes internacionales.....   | 8  |
| 2.1.2               | Antecedentes nacionales.....  | 10 |
| 2.1.3               | Antecedentes locales.....   | 15 |
| 2.2.                | Bases teóricas.....   | 15 |
| 2.2.1.              | Acopio de los materiales a utilizar.....  | 15 |
| 2.2.2.              | Clasificación y selección de los materiales .....                                   | 15 |
| 2.2.3.              | Generalidades del concreto .....  | 17 |
| 2.2.4.              | Importancia del concreto.....   | 17 |
| 2.2.5.              | Clasificación de bloquetas de concreto.....   | 18 |
| 2.2.6.              | Componentes de las bloquetas de concreto .....                                      | 21 |
| 2.2.7.              | Agregados .....   | 25 |
| 2.2.8.              | Características físicas de los agregados .....                                      | 26 |
| 2.2.9.              | Agua .....  | 29 |
| 2.2.10.             | Diseño de las bloquetas de plástico reciclado basado en un<br>bloquetas macizo..... | 30 |

|   |    |
|---|----|
| 2.2.11. Proceso de fabricación y producción ..... | 31 |
| 2.2.12. Estado endurecido del concreto.....       | 31 |
| 2.2.13. Diseño.....                               | 34 |
| 2.3. Marco conceptual.....                        | 35 |
| CAPÍTULO III .....                                | 37 |
| METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....             | 37 |
| 3.1. Hipótesis .....                              | 37 |
| 3.1.1. Hipótesis general .....                    | 37 |
| 3.1.2. Hipótesis específicas .....                | 37 |
| 3.2. Método .....                                 | 38 |
| 3.3. Tipo de investigación .....                  | 38 |
| 3.4. Nivel o alcance de investigación .....       | 39 |
| 3.5. Diseño de la Investigación .....             | 40 |
| 3.6. Operacionalización de variables .....        | 41 |
| 3.7. Población, muestra y muestreo.....           | 42 |
| 3.7.1. Población .....                            | 42 |
| 3.7.2. Muestra .....                              | 42 |
| 3.8. Técnica e instrumentos .....                 | 44 |
| 3.8.1. Técnicas .....                             | 44 |
| 3.8.2. Instrumentos .....                         | 44 |
| 3.9. Consideraciones éticas .....                 | 44 |
| 3.10. Procedimiento estadístico .....             | 45 |
| CAPÍTULO IV .....                                 | 46 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....                       | 46 |
| 4.1. resultados descriptivos.....                 | 46 |

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 4.2.   | Características físicas de las bloquetas con porcentajes de PET ..... | 47  |
| 4.2.1. | Absorción .....   | 47  |
| 4.2.2. | Variación dimensional de largo .....                                  | 51  |
| 4.2.3. | Variación dimensional de altura .....                                 | 53  |
| 4.2.4. | Variación dimensional de Ancho .....                                  | 56  |
| 4.2.5. | Peso .....  | 58  |
| 4.3.   | Características mecánicas de las bloquetas con porcentajes de PET ... | 62  |
| 4.3.1. | Resistencia a la compresión .....                                     | 62  |
|        | CONCLUSIONES .....  | 76  |
|        | RECOMENDACIONES .....   | 78  |
|        | BIBLIOGRÁFICAS .....  | 79  |
|        | ANEXOS .....  | 83  |
|        | Anexo 1. Matriz de consistencia .....                                 | 84  |
|        | Anexo 2. Panel fotográfico .....                                      | 85  |
|        | Anexo 3. Normas Técnicas Peruanas establecidas .....                  | 117 |
|        | Anexo 4. Fichas de validación de instrumentos .....                   | 121 |
|        | Anexo 5. Ficha de resultados .....                                    | 144 |
|        | Anexo 6. Software R – Anova .....                                     | 155 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <i>Figura 1.</i> Curva de distribución de tamaño de partículas .....  | 23 |
| <i>Figura 2.</i> Grafico del Tiempo de fraguado .....   | 24 |
| <i>Figura 3.</i> Curva granulométrica .....   | 27 |
| Figura 4. Condiciones de humedad de los agregados .....   | 29 |
| Figura 5. Esfuerzos de compresión vs Deformaciones unitarias.....   | 32 |
| Figura 6. Gráfica de la granulometría de la arena .....   | 46 |
| Figura 7. Representación gráfica del porcentaje de absorción del bloquetas<br>de concreto con PET por cada tratamiento .....                            | 48 |
| Figura 8. Representación gráfica del porcentaje de Variación dimensional<br>de Largo del bloquetas de concreto con PET por cada tratamiento<br>.....    | 52 |
| Figura 9. Representación gráfica del porcentaje de variación dimensional<br>de la altura del bloquetas de concreto con PET por cada<br>tratamiento..... | 54 |
| Figura 10. Representación gráfica del porcentaje de variación dimensional<br>de ancho del bloquetas de concreto con PET por cada tratamiento<br>.....   | 57 |
| Figura 11. Representación gráfica del porcentaje del Peso del bloquetas de<br>concreto con PET por cada tratamiento .....                               | 59 |
| Figura 12. Representación gráfica de la Resistencia a la Compresión del<br>bloquetas de concreto con PET por cada tratamiento.....                      | 63 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Clases de Unidades de Albañilería para fines Estructurales .....   | 18 |
| Tabla 2 Clasificación de los bloquetas según su densidad .....  | 20 |
| Tabla 3 Clasificación de los agregados según el tamaño de sus partículas .....  | 25 |
| Tabla 4 Límites granulométricos del agregado fino .....   | 26 |
| Tabla 5 Clasificación del agregado fino de acuerdo con el valor del módulo<br>de finura.....  | 27 |
| Tabla 6 Límites químicos para el agua.....  | 30 |
| Tabla 7. Datos de la granulometría de la arena .....  | 46 |
| Tabla 8. Datos del análisis de Absorción en porcentajes del bloquetas de<br>concreto con PET observados en la experimentación.....                                  | 47 |
| Tabla 9. Análisis de varianza del promedio de porcentaje de absorción del<br>bloquetas con PET de los diferentes tratamientos .....                                 | 49 |
| Tabla 10. Comparación múltiple de Tukey de los promedios del porcentaje<br>de absorción de los diferentes tratamientos al 95% de<br>confiabilidad.....              | 50 |
| Tabla 11. Datos del análisis de la Variación dimensional de Largo en<br>porcentajes del bloquetas de concreto con PET observados en la<br>experimentación .....     | 51 |
| Tabla 12. Análisis de varianza del promedio de la Variación dimensional de<br>Largo del bloquetas con PET de los diferentes tratamientos .....                      | 53 |
| Tabla 13. Datos del análisis de la variación dimensional de la altura en<br>porcentajes del bloquetas de concreto con PET observados en la<br>experimentación ..... | 53 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 14. Análisis de varianza del promedio de porcentaje de la variación dimensional de la altura del bloquetas con PET de los diferentes tratamientos.....                                 | 55 |
| Tabla 15. Datos del análisis de la variación dimensional de ancho en porcentajes del bloquetas de concreto con PET observados en la experimentación .....                                    | 56 |
| Tabla 16. Análisis de varianza del promedio de porcentaje de la variación dimensional de ancho del bloquetas con PET de los diferentes tratamientos.....                                     | 58 |
| Tabla 17. Datos del análisis del Peso en porcentajes del bloquetas de concreto con PET observados en la experimentación.....   | 58 |
| Tabla 18. Análisis de varianza del promedio del Peso del bloquetas con PET de los diferentes tratamientos.....   | 60 |
| Tabla 19. Comparación múltiple de Tukey de los promedios del Peso de los diferentes tratamientos al 95% de confiabilidad .....   | 61 |
| Tabla 20. Datos del análisis de la Resistencia a la Compresión en kg/cm <sup>2</sup> del bloquetas de concreto con PET observados en la experimentación .....                                | 62 |
| Tabla 21. Análisis de varianza del promedio de porcentaje de la Resistencia a la Compresión en kg/cm <sup>2</sup> del bloquetas con PET de los diferentes tratamientos .....                 | 64 |
| Tabla 22. Comparación múltiple de Tukey de los promedios del porcentaje de la Resistencia a la Compresión en kg/cm <sup>2</sup> de los diferentes tratamientos al 95% de confiabilidad ..... | 65 |

|   |    |
|---|----|
| Tabla 23. Prueba de hipótesis mediante el análisis de varianza del promedio de porcentaje de absorción del bloquetas con PET de los diferentes tratamientos.....  | 71 |
| Tabla 24. Prueba de hipótesis mediante el análisis de varianza del promedio de la Variación dimensional de Largo del bloquetas con PET de los diferentes tratamientos.....                                  | 72 |
| Tabla 25. Prueba de hipótesis mediante el análisis de varianza del promedio de porcentaje de la variación dimensional de la altura del bloquetas con PET de los diferentes tratamientos.....                | 73 |
| Tabla 26. Prueba de hipótesis mediante el análisis de varianza del promedio de porcentaje de la variación dimensional de ancho del bloquetas con PET de los diferentes tratamientos .....                   | 73 |
| Tabla 27. Prueba de hipótesis mediante el análisis de varianza del promedio del Peso del bloquetas con PET de los diferentes tratamientos.....  | 74 |
| Tabla 28. Prueba de hipótesis mediante el análisis de varianza del promedio de porcentaje de la Resistencia a la Compresión en kg/cm <sup>2</sup> del bloquetas con PET de los diferentes tratamientos..... | 74 |

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como propósito principal determinar la influencia de la dosificación del tereftalato de polietileno reciclado en las propiedades físicas y mecánicas de bloquetas de concreto en el distrito y provincia de Abancay – Apurímac, 2021, cuya población fue constituida por todas las bloquetas elaboradas con tereftalato de polietileno reciclado, haciendo un total de 15 bloquetas materia de investigación.

El nivel de investigación fue explicativo. El estudio utilizó un diseño experimental debido a que la variable de investigación es manipulada intencionalmente. Diseño con diferentes muestras y diferentes niveles de la variable experimental, con resultados presentados textual y gráficamente.

Por lo que queda demostrado que existe influencia entre la dosificación del tereftalato de polietileno reciclado en las características de absorción de las bloquetas, peso de bloquetas y resistencia a la compresión, puesto que el p-valor es menor a 0.05 cercana a cero por lo tanto existe una diferencia altamente significativa entre los promedios de la variable, uno de los tratamientos tiene la variable muy diferente a los otros. Además, las dimensiones de largo, dimensiones de altura, variación dimensional de ancho el p-valor es mayor a 0.05 es decir que entre los promedios de porcentajes de la variable no existe una diferencia significativa, es decir es igual el uso de los tratamientos T1, T2 y T3

**Palabras clave:** Dosificación del tereftalato, polietileno, bloquetas de concreto.

## ABSTRACT

The main purpose of this research was to determine the influence of the dosage of recycled polyethylene terephthalate on the physical and mechanical properties of concrete bricks in the district and province of Abancay - Apurímac, 2021, whose population was constituted by all the bricks made with recycled polyethylene terephthalate, making a total of 15 research material bricks.

The level of research has been explanatory. The research used the experimental design because the study variable will be deliberately manipulated. The design with different samples and various levels of the experimental variable, whose results are presented textually and graphically.

Therefore, it is demonstrated that there is an influence between the dosage of recycled polyethylene terephthalate on the absorption characteristics of the brick, brick weight and compressive strength, since the p-value is less than 0.05, close to zero, therefore there is a highly significant difference between the averages of the variable, that is, at least one of the treatments has the variable very different from the others. In addition, the dimensions of length, dimensions of height, dimensional variation of width, the p-value is greater than 0.05, that between the average percentages of the variable there is no significant difference, that is, the use of treatments T1 is the same, T2 and T3

**Keywords:** Dosage of polyethylene terephthalate, concrete brick.

## INTRODUCCIÓN

La tesis describe los principales factores que permite determinar la influencia de la dosificación del tereftalato de polietileno reciclado en las propiedades físicas y mecánicas de bloquetas de concreto en el distrito y provincia de Abancay – Apurímac, 2021, para describir, desarrollar la tesis de manera sistemática y ordenada se precisa los siguientes capítulos:

**Capítulo I.** Se describe el plan de investigación teniendo en cuenta la descripción de la realidad problemática, formulación del problema general y específicos, justificación, objetivos, delimitación de la tesis, identificación de la viabilidad de la investigación.

**Capítulo II.** Capítulo que permite contextualizar los antecedentes de la tesis teniendo en cuenta los antecedentes internacionales, nacionales y locales. Además, se fundamenta las teorías de acuerdo con las variables, dimensiones e indicadores de estudio.

**Capítulo III.** Corresponde al desarrollo de la metodología de la investigación, teniendo en cuenta las hipótesis, método, tipo, nivel, diseño, operacionalización de las variables, población, muestra, técnicas, instrumentos, consideraciones y procesamiento éticos de la tesis.

**Capítulo IV.** Capítulo que describe los resultados de acuerdo con los objetivos planteados en la tesis, tenido los resultados descriptivos, las características físicas y mecánicas de las bloquetas y la prueba de la hipótesis.

# CAPÍTULO I

## PLAN DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Descripción de la realidad problemática

En estos tiempos los álgidos problemas es la contaminación de nuestro entorno y la economía familiar del Perú y el mundo se ve afectado, es uno de los factores que afecta a la calidad de vida de las personas y las inadecuadas viviendas y con alto riesgo que se construyen y con materiales bastante caros. “En el Día Mundial del Medio Ambiente, la ONU advirtió que a nivel mundial se producen toneladas de plástico porque solo el 9% se recicla.” (Reyna, 2018).

“Debido a condicionantes como el crecimiento poblacional y la aglomeración de las áreas urbanas, que son factores que han propiciado un incremento en la generación de residuos sólidos en las ciudades, los residuos sólidos se han convertido en una preocupación para diversas ciudades del mundo, como por ejemplo la salud y el medio ambiente. Se estima que anualmente se generan en la tierra entre 7,000.00 y 10,000.00 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos, teniendo aproximadamente 3,000.00 millones de personas con acceso a instalaciones para el adecuado control y disposición de residuos sólidos”. (PNUMA, 2015).

Actualmente, la producción de residuos va en crecimiento, provocando grandes dificultades ambientales como daños a estos factores naturales (agua, tierra o aire); conduce a la contaminación visual del paisaje urbano, la degradación de la vida colectiva y, por lo tanto, del medio ambiente.

De esta forma, el medio ambiente es un elemento referente con la calidad de vida de los habitantes; no obstante, su averiguación cubre un predicamento

histórico más extenso con base en las ideologías y políticas de cada sociedad. A partir de este criterio, las personas otorgan forma a los procesos naturales, alterando de esta forma su composición, ocasionando desequilibrios naturales.

Nótese que no es viable crear bienes y servicios sin usar el recurso, modificando el entorno y contaminándolo. Por consiguiente, se tiene presente la racionalización del consumo, lo cual conduce a una optimización en la calidad de vida y medio ambiente, y la ejecución de las perspectivas de futuro.

“Desde el punto de vista nacional, en el año 2014 se generaron un total de 7´497,482 toneladas de residuos municipales, de los cuales el 64% son residuos domésticos y el 26% residuos no domésticos, siendo las zonas costeras donde esta problemática es más prevalente. La producción de residuos sólidos a nivel nacional en el año 2014 fue de 132,244 toneladas diarias; mientras que otras localidades produjeron en la costa 3,224 toneladas en la sierra 2,736 toneladas y la selva 1,314 toneladas por día respectivamente”. (Minan, 2015).

Apurímac, no es impropio a esta realidad, pues la generación y su disposición final de los residuos sólidos no es el conveniente y produce contaminación enormemente significativa al ambiente y afectando severamente la salud de los habitantes; por esto se expone decidir la predominación de la dosificación del tereftalato de polietileno reciclado en las propiedades físicas y mecánicas de bloquetas de concreto en el distrito y provincia de Abancay

## **1.2. Identificación y formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿De qué manera influye la dosificación del tereftalato de polietileno reciclado en las características físicas y mecánicas de bloquetas de concreto en el distrito y provincia de Abancay – Apurímac, 2021?

### **1.2.2. Problemas específicos**

¿Cuáles son las características del tereftalato de polietileno reciclado en el distrito y provincia de Abancay – Apurímac, 2021?

¿Cuáles son las características de las bloquetas de concreto en el distrito y provincia de Abancay – Apurímac, 2021?

¿Cuál es la influencia de la dosificación de las bloquetas del concreto con tereftalato de polietileno reciclado en las características físicas en el distrito y provincia de Abancay – Apurímac, 2021?

¿Cuál es la influencia de la dosificación de las bloquetas de concreto del tereftalato de polietileno reciclado en las características mecánicas en el distrito y provincia de Abancay – Apurímac, 2021?

## **1.3. Justificación de la investigación**

La presente indagación concluyó el impacto de la dosificación de tereftalato de polietileno reciclado sobre las características físico-mecánicas de los bloquetas de concreto se desarrolló en el distrito y provincia de Abancay, permitiendo conocer los beneficios del impacto de los bloquetas convencionales para los bloquetas plásticos reutilizados ya que tiene enormes ventajas en términos de economía, sociedad y medio ambiente, con los resultados conseguidos se espera brindar este análisis a las autoridades de los gobiernos locales, regionales para la popularizar

de esta tecnología y a los ministerios de medio ambiente, ministerio de vivienda y la concientización para la recuperación de residuos como el plástico para la reutilización; por lo cual esta enorme idea sería para comenzar a dar a conocer esta clase de averiguaciones y probablemente ayudar a nuestro estado.

Además, se otorgó a conocer los inconvenientes que emergen por el inadecuado desempeño de los residuos sólidos ya que las soluciones funcionales y clásicos resultan muy costosas dependiendo del transporte de materiales, mano de obra especializada, tiempos de creación, procesos industriales contaminantes. Por esa razón, transformemos los residuos de plástico y caucho para el desarrollo social, económico y ambiental y otras estructuras, debido a que este material va a ser más accesible económicamente para el sistema constructivo.

La mejora de los límites de dosificación del tereftalato de polietileno reciclado dará como consecuencia modelos de bloquetas con características físicas y mecánicas favorables para la construcción y, más que nada, respeto por el medio ambiente.

Al final, se pretende optimizar los parámetros de dosificación del tereftalato de polietileno reciclado y valorados en la preparación de las bloquetas con propiedades físicas y mecánicas apropiadas y amigables con el ambiente.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Determinar la influencia de la dosificación del tereftalato de polietileno reciclado en las propiedades físicas y mecánicas de bloquetas de concreto en el distrito y provincia de Abancay – Apurímac, 2021

#### **1.4.2 Objetivos específicos**

Conocer las características del tereftalato de polietileno reciclado en el distrito y provincia de Abancay – Apurímac, 2021

Conocer las características físicas y mecánicas de las bloquetas de concreto en el distrito y provincia de Abancay – Apurímac, 2021.

Determinar la influencia de la dosificación del tereftalato de polietileno reciclado en las características físicas de las bloquetas de concreto en el distrito y provincia de Abancay – Apurímac, 2021.

Determinar la influencia de la dosificación del tereftalato de polietileno reciclado en las características mecánicas de las bloquetas de concreto en el distrito y provincia de Abancay – Apurímac, 2021.

#### **1.5. Delimitaciones de la investigación**

##### **1.5.1. Delimitación espacial**

La investigación se desarrollará en el laboratorio grupo corporativo obregón S.C.R.L. y el laboratorio de la universidad tecnológica de la andes de Abancay del distrito y provincial de Abancay, 2020.

##### **1.5.2. Delimitación temporal**

La averiguación se desarrollará del mes de marzo de 2021 al mes de noviembre de 2021.

##### **1.5.3. Delimitación social**

Esta averiguación beneficia a todos los ciudadanos, ya que permitirá la recuperación, haciendo posible que los métodos alternativos de disposición y

manejo deban primar sobre la disposición final de los residuos. Esto incluye las actividades de reciclaje y reutilización, que se realizarán en instalaciones idóneas y autorizadas al efecto.

Por otro lado, coadyuvará a la autoridad del gobierno local de la ciudad de Abancay para poder tomar decisiones que ayuden a mejorar la gestión de los residuos sólidos como el tereftalato de polietileno (plástico).

#### **1.5.4. Delimitación conceptual**

Las propiedades físicas y mecánicas de un material permiten conocer sus propiedades para que el diseño se use contra deformaciones excesivas, además de evadir roturas. Asimismo, se define que para obtener buenos resultados sobre las propiedades físicas y mecánicas de un material es necesario un óptimo control de calidad de las características especificadas en la norma, para lo que se especifican precisamente los valores y el rango dentro del cual tienen que estar las propiedades analizadas encontrados en los datos logrados que son confiables y apropiados para los productos de materiales usados, (Arango 2006, p. 123).

### **1.6. Viabilidad de la investigación (económica, social y técnica)**

#### **1.6.1. Económica**

Utilizar el tereftalato de polietileno que ha cumplido su vida útil en la elaboración de las bloquetas de concreto permitirá reducir su costo de producción y tener la viabilidad de la construcción para las familias con escasos recursos económicos.

### **1.6.2. Social**

El desarrollo del proyecto permitirá contribuir de manera racional y sostenible a las familias con escasos recursos, además, accederá asistir de manera oportuna a las autoridades del gobierno local y regional.

### **1.6.3. Técnica**

La aplicación de las diferentes dosis de tereftalato de polietileno permitirá replicar en otras investigaciones y contribuir al desarrollo sostenible de las familias.

## **1.7. Limitaciones**

Para la redacción de las bases teóricas se necesita disponer de información bibliográfica confiable y libros de especialidad que no cuenta las Universidades del territorio de Apurímac, no obstante, se usaran repositorio de la Universidad Nacional de Ingeniería, Universidad César Vallejo y bibliotecas virtuales

Con respecto a los trabajos previos, no se encontraron muchos antecedentes de alcance local, por lo que se priorizan antecedentes de alcance internacional y nacional.

En relación con el asesoramiento del trabajo de investigación es necesario contar con el asesoramiento técnico y asesoramiento metodológico de manera continua, además en los periodos vacacionales de los asesores carecen de vínculo laboral por lo que no permite desarrollar de manera adecuada el asesoramiento, sin embargo, se continuará con asesorías externas para continuar con los objetivos planteados.

La pandemia COVID 19 es un factor que impide desarrollar con normalidad el trabajo de investigación, puesto que las medidas de aislamiento social tomados por el gobierno nacional restringen muchas actividades.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de la investigación**

##### **2.1.1 Antecedentes internacionales**

León & Marco (2017). En la averiguación “Bloquetas con adición de PET. Una solución amigable para las comunidades rurales del municipio del Socorro”. Este plan tiene como fin el diseño y construcción de bloquetas adicionados con PET, manipulando materiales reutilizados desde los residuos sólidos generados en las mismas regiones rurales, donde se realizan adaptaciones a los ambientes experimentales y a los materiales solidos formados en las zonas rurales estudiadas (botellas y otros desperdicios plásticos), los materiales necesarios para la producción de bloquetas; deseamos desplegar una alternativa a la reutilización y uso de envases de plástico, para lograr hacer un nuevo producto usando materiales reutilizados, que posibilite a las sociedades vivir en armonía con la naturaleza en un futuro no bastante lejano. Para evaluar estas muestras se compararon porcentajes del 20% de adición de PET hasta un 40%, con relación a una muestra patrón (0% de PET). Después de la indagación y con los resultados conseguidos después de la implementación del proyecto, se puede asegurar con certeza que el aumento de fibras como el PET reciclado mejorará la trabajabilidad del mortero fresco para la producción de bloquetas, los testigos no arrojan resultados favorables para la investigación de las resistencia de los testigos, debido a que todos los porcentajes con agregación de PET (a modo de escala) presentan un funcionamiento negativo comparativamente con el modelo. Se alcanzó la siguiente conclusión: A lo largo de la toma de muestras se encontraron envases plásticos tipo PET, alrededor de 656 gr 9.7% total RSD, con 128 bloquetas por día se podría

llevar a cabo para la población de Socorro; Además, se localizó un PPC de 0,242 kilogramo por persona por día, menor que en las regiones rurales.

Angunba (2016). En la investigación “Bloquetas elaborados con plástico reciclado (PET), para mampostería no portante”. Durante la producción de bloquetas, se puede demostrar que, al reemplazar los polímeros por agregados finos, especialmente en las dosis de 10%, 25% y 40%, las mezclas de materiales se vuelven muy fáciles de formar, pero no el resto de las dosis, ya que un aumento de PET provoca hinchamiento del producto (bloquetas), provocando un aumento de los huecos. Por el contrario, el hinchamiento produce una importante reducción, que se puede ver reflejada en la importante reducción del peso muerto de las distintas edificaciones que se pueden construir con este material de construcción. En las pruebas de bloquetas, se observó que a medida que aumentaba la adición de polímero, la resistencia de las bloquetas estándar disminuía significativamente, es decir, la adición de PET fue significativamente exitosa, pero también cierto aumento, esto se manifiesta principalmente en la dosis del 25%, alcanzando un valor medio de 284.60 kg/cm<sup>2</sup>. La adición de polímeros en diferentes porcentajes permite tener una idea del efecto que tiene el material sobre la resistencia última del elemento, de ahí la hipótesis original planteada en el trabajo. Este proceso de investigación, los bloquetas poliméricas, pueden ser construidos con distintos materiales de PET.

Piñeros & Herrera (2018), en el trabajo de investigación “Proyecto de factibilidad económica para la fabricación de bloquetas con agregados de plástico reciclado (PET), aplicados en la construcción de vivienda”. En cuanto a la sistemática de investigación hallamos que nuestro proyecto de grado tiene como objetivo brindar una opción de construcción de vivienda asequible con residuos

como el plástico reciclado, para el desarrollo del proceso vemos que este trabajo sigue cuatro etapas, las cuales son de carácter investigativo y experimental. La conclusión fueron la siguiente: tienen una textura suave, obtenida durante la fundición y posterior endurecimiento, lo que añade un valor complementario a este nuevo material de construcción, principalmente porque una vez implantado no será necesario realizar los clásicos enlucidos, que actualmente constituyen una partida muy elevada en el costo final de un edificio, por lo que se generará un ahorro económico, comprimiendo significativamente los libros de presupuesto para diversas obras públicas y privadas. Con respecto al peso, hay una peculiaridad muy relevante a considerar ya que es significativamente más liviano que su par estructural (bloque de mortero con cemento y arena), obviamente al aumentar los agregados según el porcentaje de PET, se reduce significativamente el peso de las muestras, ya que tiene un peso promedio de 0.784 gr y su contraparte, el bloquetas común, tiene un peso promedio de 1.075 gr. Sabiendo que una determinada resistencia se tiene que ceñir a lo que prescribe la norma y una vez comprobados los resultados de laboratorio es claro que el PET es sintético, con índices del 10%, 20% y 25%, cumple con requisitos específicos de resistencia. Los porcentajes de PET al 30%, 35%, 40%, 50%, 60%, 70% y 80% están por debajo de la fuerza, estas muestras serán descartadas, al no cumplir con la norma.

### **2.1.2 Antecedentes nacionales**

Aznarán (2018), en la investigación denominado “Influencia del plástico reciclado en las características físicas y mecánicas del adobe en el distrito de Santa – Ancash – 2018”. El propósito de este estudio fue el efecto del plástico reciclado sobre las características físicas y mecánicas de bloquetas cocidos en establo en las inmediaciones del distrito de Santa, teniendo como fundamento observar sus

ventajas y desventajas. Se realizó con un total de 72 adobe fabricados según la norma E.080 con diferentes proporciones de fibras de tereftalato de polietileno; en el que se ensayaron 24 cubos en compresión, analizados a los 7, 14 y 28 días, estableciendo como un promedio ideal a los 28 días con una dosificación del 1% tereftalato de polietileno logrando una resistencia de 20,13 kg/cm<sup>2</sup>, por otro lado, desarrollado con el tratamiento denominado brasilera se desarrollaron 24 muestras a analizados a los 28 días, con una dosificación al 1% de tereftalato de polietileno alcanzando una resistencia de 1,82 kg/cm<sup>2</sup>, todo esto en cuanto a características mecánicas. Las propiedades físicas de absorción de agua de los adobes se probaron en 24 adobes a los 28 días, obteniendo un mejor promedio de reposición del 1% con un resultado de 19.882%, teniendo como técnica la observación del instrumento y protocolos establecidos por E.080 estándar de construcción de suelos y refuerzo, concluyó que el plástico reciclado afecta las propiedades físicas y mecánicas de las bloquetas cocidas.

Flores (2018), en la investigación denominado "Influencia de la dosificación en las características físico - mecánica de la unidad de bloquetas fabricado con productos plásticos reciclados 2018". Se analizó dosis efecto, con dos tipos de dosificación Muestra 1 y Muestra 2, para ello se seleccionan, fabrican y realizan ensayos de características físicas: determinación de masa, uniformidad dimensional y también en características mecánicas: Resistencia a la compresión. Promediar los siguientes resultados en peso 2871.65 g, tamaño 23.35 cm largo x 12.75 cm ancho x 8.5 cm alto, resistencia a la compresión Muestra 1 (104 kg/cm<sup>2</sup>), Muestra 2 (53.1 kg/cm<sup>2</sup>) el promedio es 78.5 (kg/cm<sup>2</sup>), dosificación final 70% PET y 30% HDPE más aditivo. Concluyeron que la dosificación afecta las características físico-mecánicas de la unidad de bloquetas plásticos reciclados. Cuya conclusión

que se establece es estimar cómo afecta la dosificación a las características físicas y mecánicas de la unidad de bloquetas fabricados con productos plásticos reciclados 2018”, el proceso de producción de los bloquetas plásticos reciclados lego con 70% de PET (tereftalato de polietileno) y 30% PEAD (polietileno de alta densidad) más una combinación de acelerantes, en comparación con bloquetas estándar o bloquetas King Kong, por lo que la dosificación se ha determinado en las especificaciones de características físico-mecánicas, afecta a la unidad de bloquetas con productos de plástico reciclado.

Galindo (2018), en la investigación denominado “Revisión bibliográfica sobre el uso del plástico como un nuevo material en fabricación de bloquetas de concreto para la industria de la construcción”. El propósito de este proyecto es describir sistemáticas para el uso de plástico además del concreto para producir bloquetas, con el fin de contribuir a la innovación de reutilización de este material en la industria de la construcción aplicada a nivel regional. En la ciudad de Arequipa, según las estadísticas de emisiones atmosféricas realizadas por el Consejo Nacional del Medio Ambiente (CONAM) en el año 2003, la industria ladrillera (ladrilleras mecanizadas e informales) es la mayor fuente de emisión de gases de efecto invernadero como contaminante fijo, contribuyendo el 40% de estas emisiones totales.

Echeverría (2017), en la investigación denominado “Bloquetas de concreto con plástico PET reciclado”. El objetivo principal de este estudio es determinar las características físico-mecánicas de las bloquetas de hormigón PET reciclado, las cuales están definidas en la norma técnica E.070. Se ha determinado la proporción óptima de agregados en la mezcla de concreto para producir mampostería de grado IV. Luego, a la mezcla de bloquetas de concreto vibrante se le agregaron hojuelas

de PET reciclado en proporciones progresivas de 0%, 3%, 6% y 9%, obteniéndose cuatro tipos de bloquetas, sobre los cuales se realizaron pruebas diferentes a los 28 días de edad determinar sus características mecánicas; Como característica principal en la clasificación de unidades de mampostería de resistencia a compresión, se definen valores particulares como  $f'b = 161.96 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'b = 127.08 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'b = 118.80$  y  $f'b = 110.6 \text{ kg/cm}^2$  con factores de variación de 2,95%, 6,86%, 4.54 % y 6,41% para 0%, respectivamente, 3%, 6% y 9% de PET. Se determina la resistencia característica a la compresión axial del pilote, cuyos valores son  $f'm = 128,55 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'm = 100,83 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'm = 79,79 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'm = 76,75 \text{ kg/cm}^2$  con factores de variación de 9,2 %, 11, 9%, 11,68% y 8,63% para proporciones de 0%, respectivamente, 3%, 6% y 9% de adición de PET. La resistencia típica a cortante del muro es  $V'm=16,7 \text{ kg/cm}^2$ ,  $V'm = 12,83 \text{ kg/cm}^2$ ,  $V'm = 13,17 \text{ kg/cm}^2$  y  $V'm = 9,96 \text{ kg/cm}^2$  con coeficientes de variación de 15, 42%, 9.27%, 10.33% y 10.36% para los respectivos porcentajes de 0%, 3%, 6% y 9% de PET. Se concluyó que las características mecánicas de las bloquetas de hormigón vibrado no mejoraron con la adición de hojuelas de PET reciclado, con una reducción máxima en la resistencia a la compresión de las bloquetas de  $51,5 \text{ kg/cm}^2$  o 31,8%, con base en la conformidad estándar de la mezcla; sin embargo, los parámetros físicos y mecánicos de los tres tipos de bloquetas de hormigón de plástico PET reciclado cumplen con los requisitos especificados en la norma E.070: 2006.

Meza (2017), en la investigación denominado “Características físico – mecánicas de adoquines elaborados con plástico reciclado para pavimento peatonal en el centro comercial tambo plaza, Lurín – 2017”. Investigación que corresponde a un tipo aplicada, considerando un enfoque cuantitativo. El nivel de

estudio es explicativo con un diseño experimental (semi-empírico). Las conclusiones específicas son las siguientes: En cuanto al objetivo específico "OE1: Estimación de la influencia del plástico reciclado (PET) en las propiedades físicas del pavimento del centro comercial Tambo Plaza Lima Sur, distrito de Lurín - 2017". Se puede determinar que el uso del polietileno que tiene la bondad de reciclar tiene como fundamento reducir el peso de los adoquines en comparación con el adoquín que no utiliza plástico reciclado. Los adoquines de plástico de 3% reducen el peso unitario en un 11 %, los adoquines de plástico de 5% reducen un 16 % y los adoquines de plástico de 8% reducen un 17%. Las estadísticas muestran claramente que el uso de plástico reciclado hace que los pavimentos sean más ligeros y fáciles de transportar.

Paz (2014), en la investigación denominada "Análisis de la determinación de las características físico y mecánicas de bloquetas elaborados con plástico reciclado". De los ensayos mecánicos y físicos realizados a las bloquetas de plásticos reciclados grado estándar, se llega a la siguiente conclusión, tomando como referencia las normas técnicas peruanas: tiene una tasa de absorción de agua promedio muy baja de 0,29% cuando se somete a fuerza de flexión. Las bloquetas que se rompe a aproximadamente 45° soporta una presión promedio de 831,312.88 Pa lo que lo convierte en una bloqueta muy resistente a la rotura, el bloquetas plástico reciclado tiene una alta resistencia a la compresión horizontal de 212,6 Kg/cm<sup>2</sup> y vertical de 239 Kg/cm<sup>2</sup> y está clasificado como material frágil de acuerdo con su análisis de tensión-deformación. De los ensayos físico-mecánicos realizados a las bloquetas plásticas reciclados grado estándar, se tiene como referencia la siguiente conclusión teniendo en cuenta las normas técnicas peruanas.

### **2.1.3 Antecedentes locales**

Realizado el análisis de los repositorios en las Universidades de nuestra Región de Apurímac, además las bibliotecas virtuales y físicas del entorno y no habiendo registros de trabajos relacionados al tema de estudio con los requisitos mínimos que deba cumplir de acuerdo con las normas y recomendaciones internacionales como la actualidad y considerando trabajos de investigación que se realizaron para ostentar el grado, bajo el argumento señalado no se consideró antecedentes locales.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Acopio de los materiales a utilizar**

“La recolección de materiales de productos reciclados, considerando cada residuo perteneciente al módulo selectivo, según (3R) reducir, reutilizar, reciclar, para contar con un bienestar y orden adecuado, por ello se establece varias formas de poder seleccionar los residuos en nuestra sociedad como el polietileno tereftalato (PET), polietileno alta densidad (PEAD)” (Careaga,1993, p.2).

“Se dice que en muchos países se atribuyen leyes que declaran la separación de los residuos domésticos, porque los servicios de recolección pueden crear una economía estable” (Careaga, 1993, párr.2).

### **2.2.2. Clasificación y selección de los materiales**

“La clasificación consta de una guía de reciclaje que permite un proceso adecuado, por lo que se avanza en el conocimiento antes del desarrollo adecuado, debido a que los 7 tipos de plástico incluyen Polietileno (PET), Polietileno de Alta Densidad (PEAD), Otros. Se dice que el plástico se puede generalizar de muchas

maneras diferentes y amplias, por lo que hay 7 tipos y así sucesivamente.” (Carega, 1993, p. 3).

De esta manera, el desarrollo que se genera en el proceso de reciclaje es muy importante, por lo que existen alternativas como (3R) Reciclaje, Reutilización y Reducción, ya que al resolver esta alternativa se genera un desarrollo efectivo.

Hay tres formas principales de recuperar los residuos plásticos.

- ✓ Reciclado físico o mecánico
- ✓ Reciclado químico
- ✓ Reciclado energético" (Castells, 2000, p.437).

Según Castells menciona que:

“Los residuos plásticos de una industria suelen ser homogéneos y no plantean especiales problemas para su procesado. [...] La mayoría de los procesos mecánicos a través de la extrusión y para la aplicación de plásticos de uso generalizado, pero la fragilidad térmica y el comportamiento reológico son incompatibles con otros". (Castells, 2000, p.441).

"El neumático en sí es un desecho complejo, por lo que describe los diferentes elementos que componen la banda de rodadura, porque proporcionan la composición promedio de los diferentes tipos de neumáticos, como muestra Castells (2000)

- Reutilización: reutilización de piezas o componentes, posiblemente reparados
- Material reciclado: reutilización de material, ligeramente modificado, para el mismo o similar trabajo

- Material recuperado: uso de materiales como modificador en la fabricación de diferentes artículos
- Reciclado químico: Conversión a monómeros u otras sustancias de bajo peso molecular
- Recuperación de energía: Recuperación de energía
- Otros: Levantamiento de embalses, construcción de presas, presas

### **2.2.3. Generalidades del concreto**

Rivva (2000) "El hormigón es el resultado de la fusión de materiales de construcción, que se colocan en un medio viscoso en el que se forman partículas aglutinantes y agua". (p.17)

Además, en su libro "Naturaleza y materiales del hormigón" señala que el hormigón es "la pasta, producto de una mezcla química de aglomerante con agua. Esta es una fase continua de hormigón, porque casi siempre permanece en el hormigón la misma mezcla junto con un poco de la misma masa homogénea". (Rivva, 2000, p. 21)

Según la Norma E.070 (2006) Nos dice que se denomina bloque de concreto a la unidad cuya dimensión y peso se pueda manipular con ambas manos.

Arrieta & Peñaherrera (2001) Nos dice, que las bloquetas de concreto son usadas en los muros tanto exteriores como interiores, muros de contención, parapetos, sobre cimientos, etc.

### **2.2.4. Importancia del concreto**

"Ahora, en nuestro país, las herramientas de hormigón o los materiales de construcción se utilizan con mayor frecuencia. Se sabe que la calidad del resultado

final del hormigón depende del conocimiento tanto del material como del ingeniero”.  
(Rivva, 2000, p. 22)

### 2.2.5. Clasificación de bloquetas de concreto

De acuerdo con el tipo de diseño las bloquetas tienen que cumplir las siguientes características.

*Tabla 1. Clases de Unidades de Albañilería para fines Estructurales*

| Clase     | Variación de la dimensión |              |               | Resistencia característica a compresión $f'b$ mínimo en Mpa ( $kg/cm^2$ ) sobre área bruta |
|-----------|---------------------------|--------------|---------------|--|
|           | Hasta 100 mm              | Hasta 150 mm | Más de 150 mm |  |
| Bloque P  | ±4                        | 4            | 4.9 (50)      | 4.9 (50)   |
| Bloque NP | ±7                        | 4            | 2.0 (20)      | 2.0 (20)   |

Fuente: (Norma E.070, 2006)

#### 2.2.5.1. bloquetas de concreto portante (P)

Norma E.070 (2006) Según la norma, las bloquetas de hormigón portante conocidos como unidad de albañilería que son muy utilizados en el diseño de muros tienen cargas tanto verticales como horizontales y deben soportar hasta  $50kg/cm^2$ .

NTP 399.600 (2017) Se especifican los requisitos para las bloquetas macizas y huecos de hormigón o bloquetas de cemento portland destinados a muros, que deben soportar la carga de tracción.

#### 2.2.5.2. bloquetas de concreto no portantes (NP)

“Las bloquetas de concreto no portantes son unidades de albañilería que en su mayoría se utilizan en la construcción de muros, las mismas bloquetas que

soportan su propio peso con una carga vertical en un solo lugar, estas bloquetas deben soportar un máximo de 20 kg/cm<sup>2</sup> (Norma E.070, 2006).

La NTP 399.600 (2017) Según esta norma técnica del Perú, se definen las condiciones en las que deben trabajar los bloquetas huecas y macizas o bloquetas de cemento portland utilizados en muros y tabiques, que no deben soportar la carga.

#### **2.2.5.2.1. Dimensionamiento**

Dada la falta de la uniformidad de las bloquetas de concreto, se hace complicado elaborar un elemento estructural que sea completamente vertical y sin irregularidades, esos provocan excentricidad de la carga, produciendo esfuerzos flexionantes extras (Arrieta & Peñaherrera, 2001, p13).

La fabricación mayormente está dada por una variedad de bloquetas conservando su altura y largos constantes, mientras que los anchos varían de: 10, 12, 14, 20 cm según la funcionabilidad que realizaran sea muro o tabique (Arrieta & Peñaherrera, 2001, p13).

#### **2.2.5.2.2. Características físicas de las bloquetas**

##### **a) Absorción**

La forma de calcular la absorción de agua viene a ser el paso del agua, en porcentaje del peso seco, que absorbe la pieza una vez sumergida en el agua según la norma 339.007 esta propiedad está relacionada con la permeabilidad de la muestra, con la adherencia del mortero y con la resistencia que se logra obtener. (Arrieta & Peñaherrera, 2001).

## b) Alabeo

Es una imperfección que se da en las bloquetas de producirse una deformación superficialmente en sus caras, esta se da como concavidad o convexidad (Arrieta & Peñaherrera, 2001). Densidad

Arrieta & Peñaherrera (2001) Nos dice que la densidad permite determinar si un bloque es liviano o pesado, además que nos indica el esfuerzo de la mano de obra o el equipo requerido para su tratamiento desde la fabricación hasta el asentado (p14).

La norma técnica peruana (NTP 399.600) nos indica que de acuerdo a las densidades específicas las bloquetas de concreto no estructural, se clasifican en:

Tabla 2 Clasificación de las bloquetas según su densidad

| Clasificación | Densidad seca al horno Promedio de tres unidades (kg/m <sup>3</sup> ) |
|---------------|---|
| Peso Liviano  | Menor que 1680  |
| Peso medio    | No menor que 1680 a 2 000   |
| Peso normal   | Mayor que 2 000   |

Fuente: NTP 399.600 (2017)

### 2.2.5.3. Características mecánicas de las bloquetas de concreto

#### a) Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión viene a ser una de las características más importantes, en general no solo da a conocer el nivel de la calidad estructural, sino también la resistencia que ofrece ante el intemperismo o cualquier otra causa de deterioro (Arrieta & Peñaherrera, 2001).

Según la norma técnica (NTP 399.600, 2017) “viene a ser la conexión entre la carga de rotura de compresión de un bloque y su sección bruta o neta.”

Las unidades que suelen usarse son kilogramos por centímetro cuadrado ( $\text{Kg/cm}^2$ ), mega pascales (Mpa) a la edad de 28 días, se pueden hacer pruebas a diferentes edades, pero la más importante es a 28 días, se designa con el símbolo  $f_c$  a la resistencia a compresión específica. (Portland Cement Association, 2004)

## **2.2.6. Componentes de las bloquetas de concreto**

### **2.2.6.1. Cemento Portland**

El cemento viene a ser el producto proveniente de la pulverización del Clinker Portland con la suma de una o más variaciones de sulfato de calcio. Se puede adicionar diversos productos con tal que estos no afecten las características establecidas del cemento. Cuando se adicionan productos extras, estos deben ser pulverizados junto con el Clinker (Rivera, 2017)

El cemento Portland viene a ser el producto más usado en la construcción por lo cual su obtención resulta sencilla, donde al ser mezclado con agua, ya solo o añadiendo agregados como arena, piedra u otros materiales semejantes, esta reacciona de forma lenta con el agua hasta llegar a ser una masa dura. El cemento viene a ser el Clinker finamente molido después de haber sido cocido a temperaturas elevadas en las cuales hay cal, fierro, alúmina y sílice. (Abanto, 2009)

### **2.2.6.2. Tipos de cemento Portland**

Los cementos portland se elaboran en 5 tipos cuyas características están normalizadas sobre la base de las especificaciones de la norma ASTM C150 para el cemento Portland

✓ **Tipo I:**

Se usan donde no se requieran características específicas.

✓ **Tipo IA:**

Cemento que incorpora aire tiene el mismo uso que el Tipo I, en los cuales se requiera incorporar aire.

✓ **Tipo II:**

Se usa mayormente cuando se necesite un calor de hidratación moderado o una resistencia a los sulfatos.

✓ **Tipo IIA:**

Cemento que incorpora aire, se aplica en iguales uso que el Tipo II.

✓ **Tipo III:**

Cemento donde se requiera una resistencia alta en menos tiempo.

✓ **Tipo IIIA:**

Cemento que incorpora aire en iguales usos que el Tipo III,

✓ **Tipo IV:**

Este cemento se usa donde se requiera poco calor de hidratación.

✓ **Tipo V:**

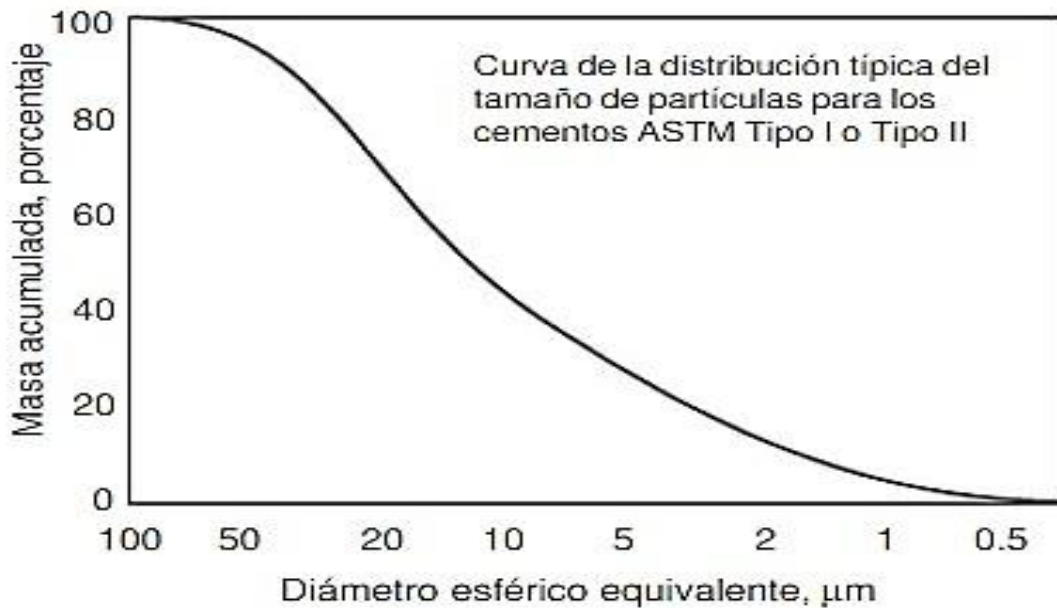
Se usa donde se necesite una gran resistencia a sulfatos.

### **2.2.6.3. Características físicas del cemento**

#### **a) Tamaño de las partículas y finura**

El cemento portland está compuesto por partículas individuales angulares, con diversos tamaños debido al resultado de la pulverización del Clinker molido. Del total de las partículas de cemento, un 95% no pasan de los 45 micrómetros, con una media de partículas que están por los 15 micrómetros (Portland Cement Associaton, 2004).

Figura 1. Curva de distribución de tamaño de partículas



Fuente: (Portland, 2004)

**b) Sanidad (constancia de volumen)**

Se refiere a la capacidad del cemento a conservar su volumen, La carencia o la expansión destructiva lenta, puede producirse por la cantidad desmedida de cal libre o magnesia muy calcinadas. La gran parte de los requisitos para cemento portland restringen la cantidad de magnesia. (Portland Cement Association, 2004)

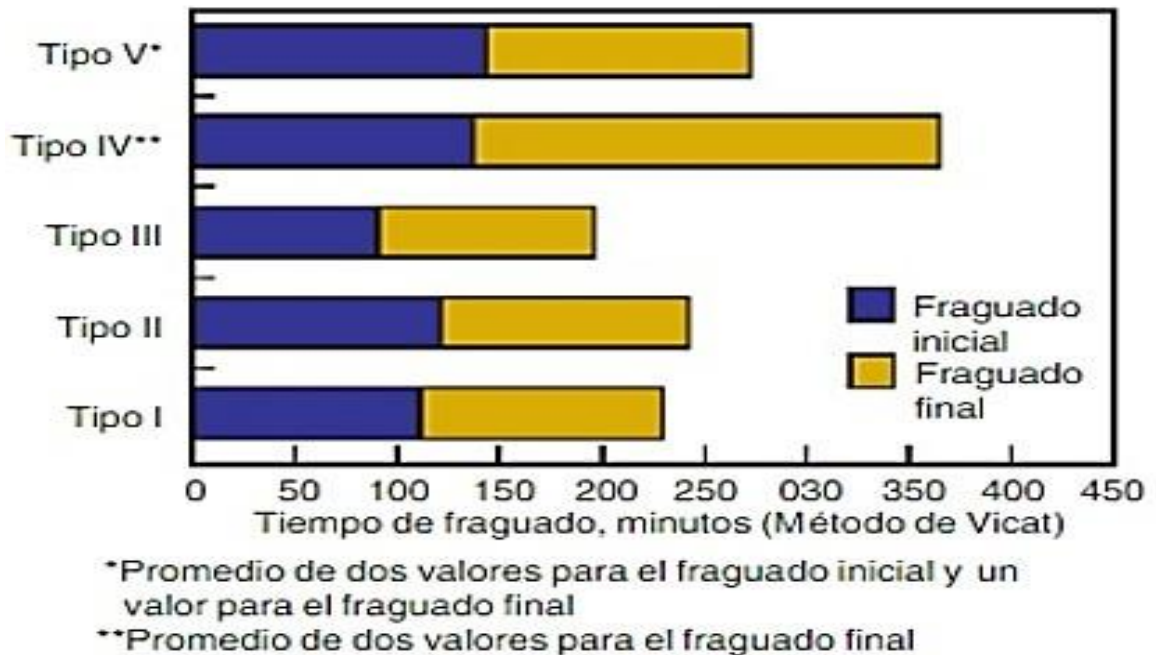
**c) Consistencia**

Viene a ser la relativa movilidad de la mezcla fresca de pasta o mortero de cemento o su capacidad de fluir (Portland Cement Association, 2004)

**d) Tiempo de fraguado**

Se da desde el momento en que se adiciona agua hasta el momento que la pasta deje de poseer fluidez y de ser plástica (fraguado inicial). Con el transcurso de las horas la mezcla de cemento va tomando forma a esta etapa se le conoce como (fraguado final) (Portland Cement Association, 2004)

Figura 2. Grafico del Tiempo de fraguado



Fuente: (Portland Cement Associaton, 2004)

#### e) Resistencia a la compresión

La resistencia a compresión varía según que cemento se use, la composición de sus compuestos y el grado de finura del cemento influyen en mayor medida en la resistencia a compresión. En algunas normas se tiene los requisitos mínimos y máximos de resistencia a compresión, los requisitos mínimos ya se tienen en la mayor parte de las empresas dedicadas a su producción. (Portland Cement Associaton, 2004)

#### f) Calor de hidratación

Se le conoce como calor de hidratación a la reacción que se produce cuando el cemento hace contacto con el agua, el calor generado depende mayormente de la finura del cemento y a que temperatura está el curado, estos producen que el calor de hidratación aumente. (Portland Cement Associaton, 2004)

### 2.2.7. Agregados

“Los agregados viene a ser parte de los concretos hidráulicos y los morteros en un gran porcentaje (50%-80% en volumen), dado esto, no son menos importantes que la pasta del cemento endurecida, el agua libre, el aire incorporado, el aire naturalmente atrapado, o los aditivos; por el contrario, gran parte de las características de las mezclas de mortero o de concreto, tanto en estado plástico como en estado endurecido, se relacionan con las características y características de los agregados, estos deben ser estudiados para obtener morteros o concretos de buena calidad y baratos” (Rivera, 2017)

Tabla 3 Clasificación de los agregados según el tamaño de sus partículas

| Tamaño en mm           | Denominación más común | Clasificación     | Uso como agregado de                  |
|------------------------|------------------------|-------------------|---------------------------------------|
| < 0,002                | Arcilla                | Fracción muy fina | No recomendable                       |
| 0,002 - 0,074          | Limo                   | Fracción fina     | No recomendable                       |
| 0,074 - 4,76 #200 - #4 | Arena                  | Agregado fino     | Material apto para mortero o concreto |
| 4,76 - 19,1 #4 - 3/4"  | Gravilla               | Agregado grueso   | Material apto para concreto           |
| 19,1 - 50,8 3/4" - 2"  | Grava                  |                   | Material apto para concreto           |
| 50,8 - 152,4 2" - 6"   | Piedra                 |                   |                                       |
| > 152,4 6"             | Rajón, Piedra bola     |                   | Concreto ciclópeo                     |

Fuente: Concreto simple (Rivera, 2017, p.53)

#### 2.2.7.1. Agregado fino

Los agregados finos vienen a ser la arena o piedra natural finamente triturada, de tamaños pequeños y que pasan el tamiz 9 .5 mm (3/8 ") y que estén dentro de los límites establecidos en la norma NTP 400.037, 2014. (Abanto, 2009)

### 2.2.7.2. Agregado grueso

El agregado grueso es aquel material retenido en el tamiz ITINTEC 4.75 mm (Nº 4) que se obtiene mediante la desintegración natural o mecánica de las rocas y que satisface los límites establecidos en la norma NTP 400.037 año 2014. El agregado grueso tiene una diversidad estas pueden ser piedra chancada, grava, etc. (Abanto, 2009)

### 2.2.8. Características físicas de los agregados

#### 2.2.8.1. Granulometría

La granulometría viene a ser la distribución del tamaño de las partículas de un agregado, que se determina por el análisis de varios tamices (cribas, cedazos). (Portland Cement Associaton, 2004)

Tabla 4 Límites granulométricos del agregado fino

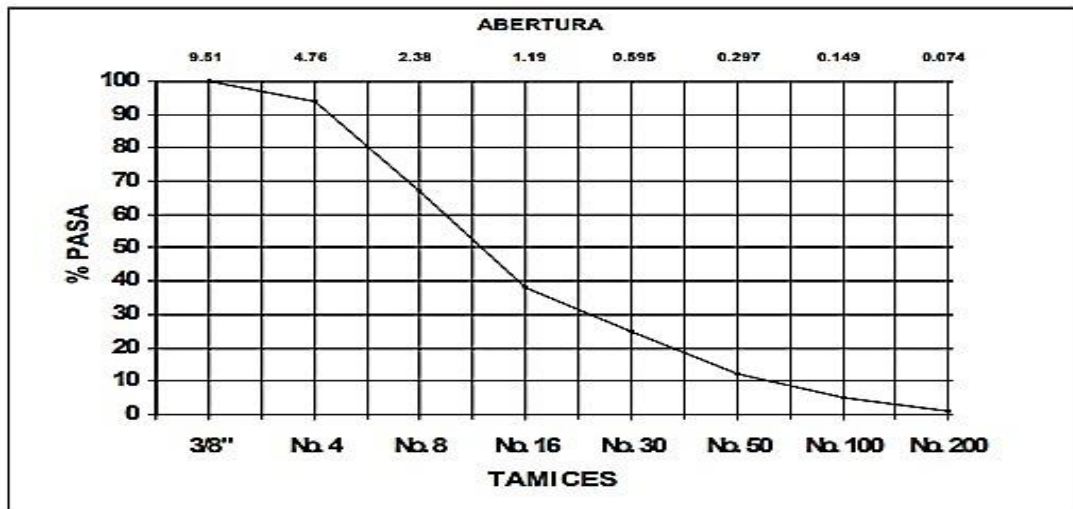
| Tamiz              | Porcentaje que pasa (en masa) |
|--------------------|-------------------------------|
| 9.5 mm (3/8 pulg.) | 100                           |
| 4.75 mm (No. 4)    | 95 a 100                      |
| 2.36 mm (No. 8)    | 80 a 100                      |
| 1.18 mm (No. 16)   | 50 a 85                       |
| 600 µm (No. 30)    | 25 a 60                       |
| 300 µm (No. 50)    | 10 a 30                       |
| 150 µm (No. 100)   | 2 a 10                        |

Fuente: (Portland Cement Associaton, 2004)

#### 2.2.8.2. Curva granulométrica

La curva granulométrica se representa sobre el eje de las ordenadas que pasa, cuyos datos son en escala aritmética, y en el eje de las abscisas el tamaño de los tamices en escala logarítmica (Rivera, 2017).

Figura 3. Curva granulométrica



Fuente: Concreto simple (Rivera, 2017)

### 2.2.8.3. Módulo de finura

El módulo de fineza nos da a conocer el grado de finura o grueso del material. Viene a estar determinado como la centésima parte del número que se logra al sumar los porcentajes retenidos acumulados en la siguiente sucesión de tamices: No.100, No.50, No.30, No.16, No.8, No.4, 3/8", 3/4", 1½" y los tamices siguientes cuya rendija está en relación de 1 a 2 (Rivera, 2017).

Tabla 5 Clasificación del agregado fino de acuerdo con el valor del módulo de finura

| MODULO DE FINURA | AGREGADO FINO             |
|------------------|---------------------------|
| Menor que 2,00   | Muy fino o extra fino     |
| 2,00 – 2,30      | Fino                      |
| 2,30 – 2,60      | Ligeramente fino          |
| 2,60 – 2,90      | Mediano                   |
| 2,90 – 3,20      | Ligeramente grueso        |
| 3,20 – 3,50      | Grueso                    |
| Mayor que 3,50   | Muy grueso o extra grueso |

Fuente: (Rivera, 2017)

#### **2.2.8.4. Densidad**

“La densidad del agregado está conformada por la masa que posee el agregado, los vacíos que hacen contacto con la parte superior denominados poros permeables o saturables y los vacíos que no entran en contacto con la superficie es decir que están al interior del agregado, a estos se les llama poros impermeables o no saturables, se tiene tres tipos de densidades” (Rivera, 2017).

##### **2.2.8.4.1. Densidad real**

Es la masa promedio de la unidad de volumen de todas las partículas del agregado, sin contar con los poros permeables o saturables y los poros impermeables o no saturables.

##### **2.2.8.4.2. Densidad nominal**

Es la masa promedio de la unidad de volumen de todas las partículas del agregado, excluyendo a los poros permeables o saturables.

##### **2.2.8.4.3. Densidad aparente**

“Es la masa promedio de la unidad de volumen de todas las partículas del agregado, aquí se incluyen tanto los poros permeables o saturables y los poros impermeables o no saturables. De los tres tipos antes mencionados, la densidad aparente del agregado fino es la que se usa para el cálculo de mezclas” (Rivera, 2017).

##### **2.2.8.4.4. Absorción y humedad**

“La absorción es el porcentaje de agua necesario para saturar los agregados o el hormigón que se expresa con relación a los materiales secos y la humedad depende de las condiciones en las que se encuentre el agregado” (Rivera, 2017).

Las condiciones de humedad en las pueden estar los agregados son:

- ✓ Seco: sin ningún poro con agua
- ✓ Húmedo no saturado: pocos poros permeables con agua
- ✓ Saturado y superficialmente seco (SSS): cada poro permeable llenos de agua y seco superficialmente.
- ✓ Húmedo sobresaturado: cada poro permeable llenos de agua y la superficie esta con agua libre.

*Figura 4. Condiciones de humedad de los agregados*



Fuente: (Portland Cement Association, 2004)

### 2.2.9. Agua

El agua es parte esencial en la mezcla, dado que cumple dos funciones las cuales son hidratar el cemento y permitir que la mezcla sea trabajable. De la totalidad del agua que se usa en la elaboración del concreto o mortero gran parte hidrata el cemento, lo sobrante va evaporándose con el tiempo, al evaporarse la parte que llegaba a ocupar se quede con vacíos los cuales reducen la resistencia y durabilidad, la cantidad necesaria que el cemento requiere para su hidratación es de un aproximado de 25% a 30% de la masa del cemento, esta porción no es suficiente para que el concreto o mortero sea trabajable por lo tanto se agrega como mínimo un 40 % de la masa, entonces se debe colocar una cantidad de agua que

hidrate el cemento y que haga trabajable la mezcla de concreto o mortero. (Rivera, 2017)

Tabla 6 Límites químicos para el agua

| Descripción   | Límite permisible |
|---|-------------------|
| Sólidos en suspensión   | 5,000 ppm         |
| Álcalis (NaCHCO3)   | 1,000 ppm         |
| Sulfatos (SO4)  | 600 ppm           |
| Cloruros (CL-)  | 500 ppm           |
| 1. En concreto pre-tensado, tableros de puentes o designados de otra manera.          | 500 ppm           |
| 2. Otros concretos reforzados en ambientes húmedos o que contengan metales embebidos. | 1,000 ppm         |
| Materia orgánica  | 3 ppm             |
| pH  | 5 a 8             |

Fuente: (NTP 339.088, 2006)

#### 2.2.10. Diseño de las bloquetas de plástico reciclado basado en un bloquetas macizo

“Desarrollo de un modelo estándar en plásticos reciclados, por el Instituto Nacional de Estudios Tecnológicos y Normativos. Técnica (ITINTEC 331.017), por lo tanto, el sistema de unidades y recomendaciones para el uso de múltiplos y algunas otras unidades” (ITINTEC 821.003).

Según Riba (2008) menciona que:

“Uno de los procesos más interesantes de los que dispone el diseñador de máquinas para la creación de piezas es la función del metal y su posterior formación [...]. La fundición da una forma final a las superficies de muchas piezas, lo que suele ahorrar procesos posteriores como el corte, el conformado por deformación, la soldadura o gran parte del mecanizado” (p.123).

Según Berretta H, Gatani M, Gaggino R, Arguello (2006) menciona que:

- ✓ Se dice que en la producción de bloquetas de PET son comunes las dimensiones (9 cm x 13 cm x 2 cm) de Portland según la aplicación (p.19).
- ✓ Entonces las medidas del prototipo de diseño de bloquetas (9 cm x 13 cm x 2 cm), la proyección frontal se basa en la medida circular (4cm x 2,5).

#### **2.2.11. Proceso de fabricación y producción**

La selección de insumos como los plásticos reciclados de alta capacidad se realiza mediante un sistema de máquinas de producción.

Recogida y segregación: La recogida selectiva en origen se realiza con el mismo sistema de valorización de otros residuos de envases, por lo que se separa del resto de residuos de plástico, caucho y aditivos reciclados.

- ✓ Trituración mecánica
- ✓ Extrusión
- ✓ Inyectadora
- ✓ Enfriamiento de agua
- ✓ Desmoldeado y secado al ambiente. (Ramos,1996-2005, p35).

#### **2.2.12. Estado endurecido del concreto**

##### **2.2.12.1. Resistencia a la compresión**

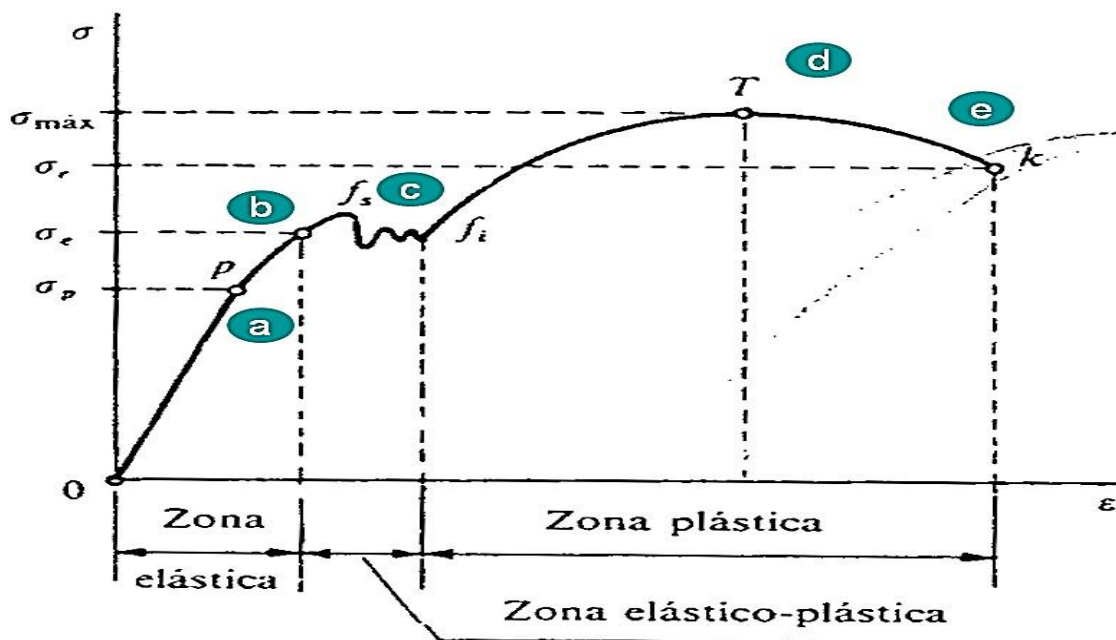
“El manual de prueba de materiales establece que la resistencia a la compresión es la cantidad de fuerza requerida para romper un material. De hecho, esta resistencia se refiere a la fuerza requerida para fracturar o romper, y debe maximizarse, y este valor se utiliza como base de su calidad. Estos defectos pueden ocurrir cuando las grietas se descubren repentinamente y son causadas

por la falta de hidratación del concreto”. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, p.1005)

### 2.2.12.2. Módulo de elasticidad

“El módulo de elasticidad de un material es el producto de dividir su tensión unitaria por su tensión equivalente. De esto podemos concluir que este módulo de elasticidad nos muestra el grado de dureza del material. También es posible concluir que los hormigones de diferentes capacidades tienen diferentes grados de dureza y sus deformaciones son diferentes bajo la misma presión; Esto significa que depende de la resistencia a la compresión del hormigón, por lo que el hormigón armado tiene un módulo de elasticidad más alto que el hormigón armado, como se muestra en la Tabla a continuación”. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

Figura 5. Esfuerzos de compresión vs Deformaciones unitarias



Fuente: Manual de Tecnología del Concreto, Sección III

Si no podemos obtener los datos de tensión debido a la falta del material necesario, ACI (American Concrete Inscharge) nos da la siguiente fórmula, que es

el valor real del Módulo de Young en comparación con la resistencia a la compresión:

$$E_c = 15000\sqrt{f'_c}$$

Dónde:

$E_c$  = Módulo de elasticidad estático del concreto, en  $\frac{Kgf}{cm^2}$ .

$f'_c$  = Resistencia a la compresión del concreto, en  $\frac{Kgf}{cm^2}$ .

### **2.2.12.3. Elaboración de bloquetas**

#### **2.2.12.3.1. Formas y dimensiones**

“Las bloquetas de agregados son rectangulares o cuadrados, en el caso de bloquetas rectangulares, la parte de longitud es el doble del largo del lado más corto y la altura es de al menos 8 cm. En el caso de bloquetas cuadrados, no deben exceder los 0.40m de cada lado, por razones de peso” (Polo, 2016, p.437).

#### **2.2.12.3.2. Recomendaciones para la elaboración**

“Humedezca el material del que está hecho las bloquetas y retire las piedras mayores de 5 mm y toda la materia orgánica y seque las bloquetas a la sombra” (Polo, 2016, p. 439).

#### **2.2.12.3.3. Características para evaluar**

“La granulación del material árido tendrá aproximadamente los siguientes porcentajes: arena 55-70%, limo entre 15-25% y arcilla 10-20%, no se deben utilizar materiales que contengan materia orgánica, los parámetros se pueden cambiar siempre que lo sean, durante la preparación de bloquetas cerámicos duraderos, las bloquetas son fuerte y solo los orificios perpendiculares a la superficie del soporte

no tienen más de 12% del área del soporte. Debe estar libre de materia orgánica y no debe tener grietas, astillas o defectos de forma” (Polo, 2016, p.437).

“La resistencia a la compresión está determinada por la relación entre el peso y el área. Permite una resistencia final de 12 kg/cm<sup>2</sup>. La resistencia a la flexión de la pared está determinada por la relación entre el peso y el área de la sección transversal. Permite una resistencia máxima de 1.42 kg/cm<sup>2</sup> (Reglamento Nacional de Edificaciones – E080, p. 19)” (Polo, 2016, p.437).

#### **2.2.12.3.4. El reciclaje de plásticos**

“La reutilización consiste en reutilizar material que ya se ha utilizado parcial o totalmente en un nuevo proceso para obtener un nuevo resultado o elemento. También se puede definir como la recolección de materia prima de los desechos introduciéndola en el circuito de reciclaje” (Polo, 2010, p.32).

#### **2.2.13. Diseño**

##### **2.2.13.1. Dosificación**

El Código Nacional de la Construcción nos dice que “en este tipo de diseño, determinamos las proporciones de agregado, cemento y agua que son adecuadas para cada concreto, sabiendo que según la Empresa de Administradoras Municipales de peaje de Lima (EMAPE), la construcción de las carreteras se hace con hormigón de mínimo  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ ”. (Ministerio de Vivienda, Contrucción y Saneamiento, 2006)

##### **2.2.13.2. Resistencia a la compresión**

El Departamento de Vivienda, Construcción y Saneamiento establece en los Códigos Nacionales de Construcción que "estas estructuras deben construirse con un mínimo de concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  y para determinar la resistencia nos

referiremos a la norma de la Asociación Americana para materiales de prueba (ASTM) C39/C39M, que nos informa del ensayo estándar para su determinación”. (Ministerio de Vivienda, Contrucción y Saneamiento, 2006)

### **2.2.13.3. Consistencia del concreto (slump)**

El Ministerio de Vivienda, Obras y Salud nos dice en el reglamento nacional de construcción, nos dice que “para este último diseño también confiamos en los expedientes de la unidad principal de estas obras urbanas, la Empresa Administrativa Municipal de Lima (EMAPE). Los diseños suelen ser con Cálculos de 4" a 6" fabricados de acuerdo con la norma C1 3-78 de la American Association for Testing Materials (ASTM)”. (Ministerio de Vivienda, Contrucción y Saneamiento, 2006)

## **2.3. Marco conceptual**

**Concreto.** Es un material sintético utilizado en la construcción que se compone básicamente de un ligante al que se le añaden áridos (áridos), agua y aditivos específicos.

**Densidad.** Es la proporción que se obtiene al dividir el número total de cada defecto por el área de la unidad de muestreo multiplicada por 100.

**Dosificación.** Se trata de establecer las dosificaciones adecuadas de los materiales que componen el hormigón, para obtener la firmeza y resistencia requerida, o para conseguir el correcto acabado o adherencia. Normalmente se expresa en gramos por metro cúbico ( $\text{g}/\text{m}^3$ ).

**Bloquetas de concreto.** Las bloquetas de hormigón son elementos modulares prefabricados para mampostería fija y armada.

**Muestra al azar.** Se esgrimen cuando el número mínimo de unidades ensayadas en una sección de pavimento es mayor que el número total de unidades de muestra.

**Muestra adicional.** A menudo se usan muestras adicionales cuando hay resultados claros de buen o mal pavimento en todas las unidades de muestra, lo cual es inusual en este tipo de prueba.

**Tereftalato de polietileno (PET).** Es un plástico muy utilizado en envases de bebidas y textiles. Varias empresas producen PET y otros poliésteres bajo diferentes marcas de uso común.

**Valor Deducido – DV.** Este es el valor obtenido de la suma de cada tipo de defecto con su respectiva severidad, ingresado al ábaco de la curva de valor inferido, de donde se obtiene el valor inferido.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Hipótesis

##### 3.1.1. Hipótesis general

La dosificación del tereftalato de polietileno reciclado influye significativamente en las propiedades físicas y mecánicas de las bloquetas de concreto en el distrito y provincia de Abancay – Apurímac, 2021.

##### 3.1.2. Hipótesis específicas

Las características físicas y mecánicas del tereftalato de polietileno reciclado son adecuadas para el uso en albañilería en el distrito y provincia de Abancay– Apurímac, 2021

Las características físicas y mecánicas de las bloquetas de concreto son adecuadas para el uso en albañilería en el distrito y provincia de Abancay – Apurímac, 2021.

La dosificación del tereftalato de polietileno reciclado influye significativamente en las características físicas de las bloquetas de concreto en el distrito y provincia de Abancay – Apurímac, 2021

La dosificación del tereftalato de polietileno reciclado influye significativamente en las características mecánicas de las bloquetas de concreto en el distrito y provincia de Abancay – Apurímac, 2021

### **3.2. Método**

El método que se ajusta a la presente investigación es el hipotético deductivo. Según Ávila (2000), “Por método entendemos una forma o procedimiento seguido por una serie sistemática de acciones y reglas predeterminadas para lograr un resultado propuesto. Un método es un mandato utilizado en las ciencias para encontrar la verdad y enseñar el camino para lograr la meta, así como un orden específico de acción” (p.43).

Las características del método científico según Carrasco (2016), son las siguientes:

“Es problemático-hipotético o hipotético deductivo. Se basa en situaciones problemáticas y posibles respuestas a estas situaciones problemáticas. Corresponde también al método analítico la palabra análisis se deriva del griego análisis, que significa descomposición, separación, división. Por lo tanto, se puede decir que el análisis es la descomposición de un todo en elementos heterogéneos y su simplicidad en relación con el todo”

En este contexto, Zelayaran (2002:90) afirma que “el método de análisis se define generalmente como el proceso mental o material de dividir un todo en sus partes y reconocer cada una de ellas. Es un proceso mental o material”. (Zelayaran, 2002)

### **3.3. Tipo de investigación**

De acuerdo con su finalidad la investigación es aplicada, según Sánchez (1998) “En la fase de búsqueda del tema de investigación es importante la fase que se da antes del desarrollo del plan o proyecto, la cual cuestiona la naturaleza y

objetivos del desarrollador de investigación para que podamos asignarle un carácter o tipo a este entrenamiento” (p.12).

Según Sánchez Carlessi (1998:13), “También conocido como constructivista o utilitario, se caracteriza por un énfasis en la aplicación del conocimiento teórico a una situación específica y las consecuencias prácticas resultantes”.

“Investigación aplicada para saber hacer, actuar, crear, cambiar; está más preocupado por la aplicación inmediata de la realidad convencional que por el desarrollo del conocimiento de valor universal. Podemos afirmar que se trata de una investigación que suele ser realizada por docentes, investigadores sociales e investigadores en psicología aplicada” (Sanchez, 1998).

#### **3.4. Nivel o alcance de investigación**

El nivel de investigación es el nivel de explicación, según Carrasco (2016), “la investigación explicativa plantea la pregunta ¿por qué?, es decir, a través de este estudio podemos saber por qué un hecho o fenómeno de la realidad tiene tales propiedades, cualidades, propiedades etc., en conclusión, ¿por qué se estudia la variable es como es”.

“En este nivel, el investigador conoce y revela las razones o factores que provocaron o condicionaron la existencia y naturaleza del hecho o fenómeno investigado. Así, investiga las relaciones interrelacionadas e interconectadas de todos los hechos de la realidad y trata de dar una explicación objetiva, verdadera y científica a lo desconocido. Implica necesariamente la presencia de dos o más variables” (Carrasco, 2016)

### 3.5. Diseño de la Investigación

Según Hernández, Fernández y Baptista (2010), “Este trabajo de investigación se adapta al diseño experimental ya que la variable de estudio es manipulada deliberadamente. Diseño con múltiples muestras y múltiples niveles de variables experimentales. Este diseño es definitivamente experimental. Se toman varias muestras diferentes de la población y se les aplican diferentes niveles de variables experimentales. Las muestras se miden antes y después de la aplicación del estímulo”.

R O<sub>1</sub> X<sub>a</sub> O'<sub>2</sub>

R O'<sub>2</sub> X<sub>b</sub> O'<sub>1</sub>

R O''<sub>3</sub> X<sub>c</sub> O''<sub>3</sub>

Representa tres muestras aleatorias utilizando niveles a, b y c de variables experimentales con mediciones antes y después del programa.

### 3.6. Operacionalización de variables

#### Variables (definición conceptual y operacional)

## INFLUENCIA DE LA DOSIFICACIÓN DEL TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE BLOQUETAS DE CONCRETO EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2019

| Variables   | Definición conceptual   | Definición operacional   | Dimensiones                               | Indicadores  | Escala de medición |
|---|---|--|---|--|--------------------|
| Dosificaciones del teraftalato de polietileno reciclado.                      | La dosificación se evalúa el porcentaje de capacidad de homogeneización de bloquetas de plástico reciclado, ya que la resistencia influye en las propiedades finales  | Se elabora según norma A maerican society for testing and materials / sociedad americana de pruebas y materiales (ASTM) y gestión ambienta   | Proporción del tereftalato de polietileno | Dosis 0% 100%  | %                  |
|   |   |  |   | Dosis 20% 80%  | %                  |
|   |   |  |   | Dosis 40% 60%  | %                  |
|   |   |  |   | Dosis 60% 40%  | %                  |
|   |   |  |   | Dosis 80% 20%  | %                  |
|   |   |  |   | Dosis 100% 0%  | %                  |
| Obtención de las bloquetas con características físicas y mecánicas aceptables | “Se dice que respecto a los elementos de físico - mecánica de la dosificación variando la mezcla se obtiene mayor resistencia y durabilidad Este antecedente mencionado sirvió para evaluar las propiedades físico -mecánica de la resistencia a la comprensión durante el proceso de ejecución” (Barretta et al., 2008). | La elaboración de ensayos de las características físico – mecánica, procede a equipos e instrumentos de ensayos para la composición de resultado de las bloquetas plástico reciclado | Características físicas                   | Absorción (NTP339.613 y NTP339.613).                   | Cm/Und.            |
|   |   |  |   | Variación Dimensional (NTP339.613 y NTP339.604).       |                    |
|   |   |  |   | Peso   |                    |
|   |   |  | Características mecánicas                 | Resistencia a la comprensión (NTP399.613 y NTP339.604) | Resistencia        |

### **3.7. Población, muestra y muestreo**

#### **3.7.1. Población**

Según Carrasco (2009) “la población es el total de elementos que se identifica en el trabajo de investigación, que pertenece al ámbito de estudio” (p.237)

Con la finalidad de realizar la delimitación de la presente investigación, la población estará constituida por todos los bloquetas elaborados con tereftalato de polietileno reciclado.

#### **3.7.2. Muestra**

Muestra es una porción característica de la población seleccionada, de la cual se obtiene información para el desarrollo del estudio y sobre la cual se realizan mediciones y observaciones de las variables objeto de estudio, en el presente estudio se utiliza el método de muestreo probabilístico.

En este sentido, Carrasco (2009) “plantea que la muestra intencionada es aquella que el investigador selecciona según su propio criterio, sin ninguna regla matemática o estadística. El investigador procura que la muestra sea lo más representativa posible, para ello es necesario que conozca objetivamente las características de la población que estudia”. (p.243).

Para el tamaño de la muestra se calculó utilizando la siguiente formula:

$$n = \frac{NZ^2pq}{d^2(N - 1) + Z^2pq}$$

**Donde:**

- N = Total de la población  
Z $\alpha$ = 1.96 al cuadrado (si la seguridad es del 95%)  
p = proporción esperada (0.5)  
q = 1 -p (en este caso 1-0.5 = 0.5)  
d = precisión (en su investigación use un 5%)

$$n = \frac{16 (1.96)^2(0.5 * 0.5)}{0.05^2(16 - 1) + 1.96^2(0.5 * 0.5)}$$

$$n = \frac{15.36}{0.997}$$

$$n = 15$$

Considerando que la investigación se realizó por triplicado, sabiendo que se tuvo los siguientes tratamientos:

- ✓ Muestra patrón
- ✓ Tratamiento 1: 20% de PET
- ✓ Tratamiento 1: 40% de PET
- ✓ Tratamiento 1: 60% de PET
- ✓ Tratamiento 1: 80% de PET
- ✓ Tratamiento 1: 100% de PET

15 bloquetas que correspondieron a las diferentes dosificaciones del PET más la muestra patrón

### **3.8. Técnica e instrumentos**

#### **3.8.1. Técnicas**

En la presente tesis se consideró la observación y análisis. “Es la exploración visual de una situación real, clasificado y consignando los datos de acuerdo con algún esquema previsto y en relación del problema que se está estudiando, se clasifica en no asistida y asistida, la primera está conformada por escalas y la segunda por la utilización de equipos como balanza, voltímetro, cámara de video” (Chipia, s.f., pág. 19).

#### **3.8.2. Instrumentos**

El instrumento que se utilizó estuvo basado en el análisis de los diferentes factores físicos y mecánicos del bloquetas, utilizando las normas técnicas peruanas y los siguientes instrumentos como son: una prensa CBR con sistema digital, maquina de ensayo uniaxial, balanza eletrica, humedometro (speedy), .

### **3.9. Consideraciones éticas**

El trabajo de tesis denominado influencia de la dosificación del tereftalato de polietileno reciclado en las características físicas y mecánicas de bloquetas de concreto en el distrito y provincia de Abancay – Apurímac 2021, se realizó teniendo en cuenta las normas internacionales de citas y referencias que imposibilita el plagio y respetar el derecho de autoría de las diferentes fuentes que se utilizarán, además se cumplirá estrictamente el INSTRUCTIVO GENERAL DE INVESTIGACIÓN VERSIÓN 3.0 que se aprueba bajo la resolución de consejo universitario N° 3094-2019-UTEA-CU de fecha 27 de diciembre de 2019 y la resolución del vicerrectorado de investigación N° 086-2019-UTEA-VRI, del 18 de diciembre de 2019.

### **3.10. Procedimiento estadístico**

Una vez obtenido los datos de la investigación fue necesario realizar los análisis estadístico que permita obtener información cuantitativa, para ello será necesario utilizar el software R, que está constituido por un conjunto de herramientas muy dinámicas y flexibles que pueden utilizarse fácilmente mediante el uso de paquetes y el amplio recurso que ofrece para realizar los diferentes análisis que se requiere en la investigación, como el análisis del anova que permita medir el nivel de influencia de la dosificación del tereftalato de polietileno reciclado en las características físicas y mecánicas de bloquetas de concreto con un valor de 0.05 que equivale a un 5% de probabilidad de que los resultados se generen de manera aleatoria y los análisis descriptivo que permitirá analizar a través de Tablas y Figuras.

## CAPÍTULO IV

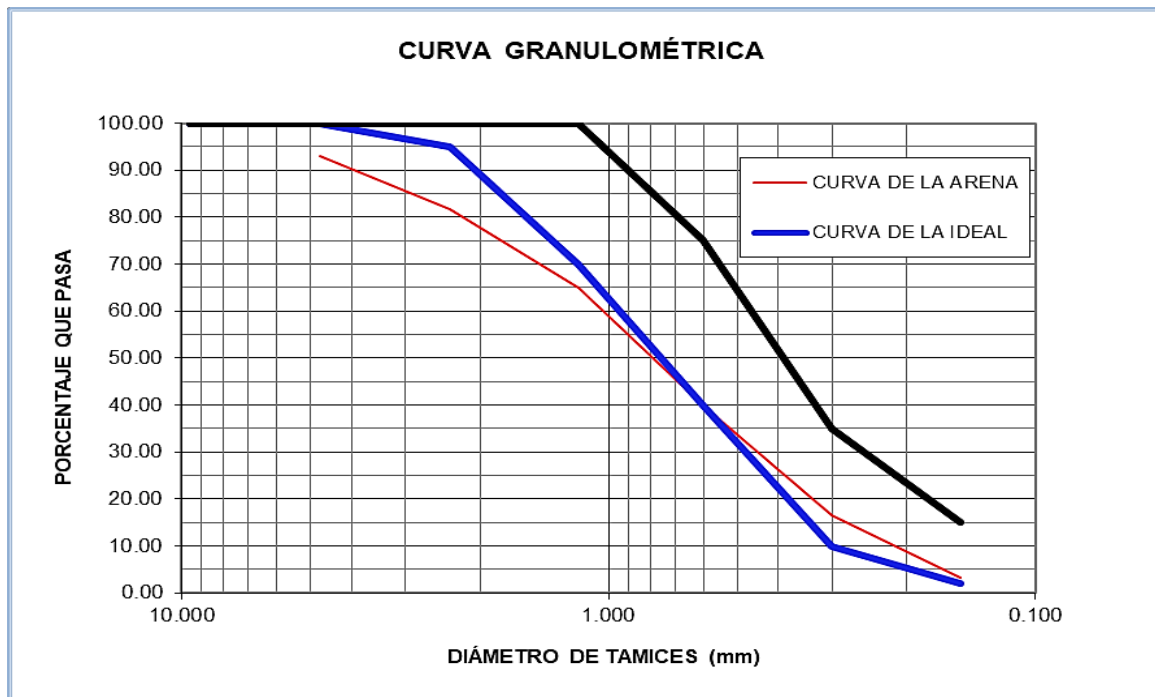
### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. resultados descriptivos

Tabla 7. Datos de la granulometría de la arena

| TAMIZ   | TAMIZ | PESO RET. | PESO CORR. | %RET. | %PASA |
|---------|-------|-----------|------------|-------|-------|
| (Pulg.) | (mm)  | (gr.)     | (gr.)      |       |       |
| N°4     | 4.750 | 249.50    | 249.50     | 6.97  | 93.03 |
| N°8     | 2.360 | 406.00    | 406.00     | 11.33 | 81.70 |
| N°16    | 1.180 | 603.10    | 603.10     | 16.84 | 64.86 |
| N°30    | 0.600 | 894.50    | 894.50     | 24.97 | 39.89 |
| N°50    | 0.300 | 834.30    | 834.30     | 23.29 | 16.60 |
| N°100   | 0.150 | 480.90    | 480.90     | 13.43 | 3.17  |
| Cazuela |       | 107.55    | 113.7      | 3.17  |       |

Figura 6. Gráfica de la granulometría de la arena



La Tabla 7 y Figura 6 se muestra los datos de la granulometría de la arena, considerando los tamices N° 4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100.

## 4.2. Características físicas de las bloquetas con porcentajes de PET

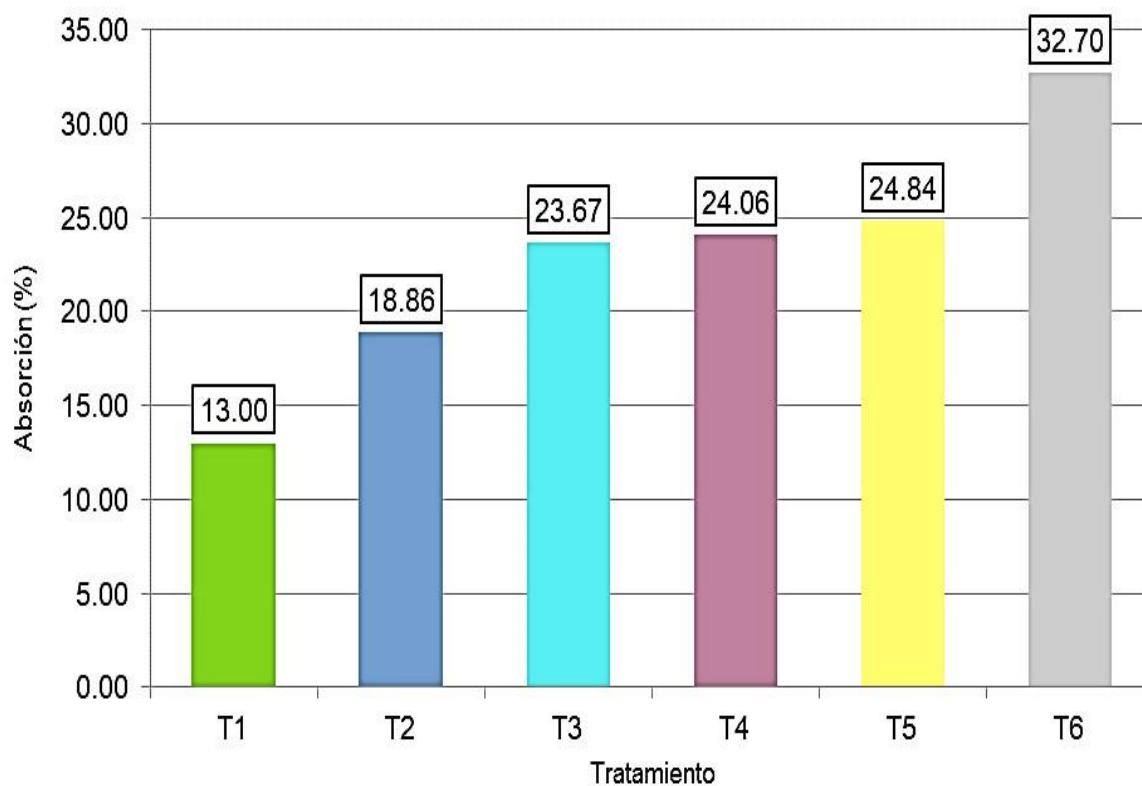
### 4.2.1. Absorción

*Tabla 8. Datos del análisis de Absorción en porcentajes de las bloquetas de concreto con PET observados en la experimentación*

| <b>Tratamiento</b> | <b>T1 (0%<br/>PET)</b> | <b>T2 (20%<br/>PET)</b> | <b>T3 (40%<br/>PET)</b> | <b>T4 (60%<br/>PET)</b> | <b>T5 (80%<br/>PET)</b> | <b>T6 (100%<br/>PET)</b> |
|--------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| R1                 | 11.27                  | 14.24                   | 23.88                   | 27.11                   | 16.76                   | 26.41                    |
| R2                 | 11.94                  | 19.77                   | 26.58                   | 21.75                   | 28.12                   | 31.53                    |
| R3                 | 15.79                  | 22.58                   | 20.54                   | 23.32                   | 29.65                   | 40.15                    |
| Total              | 39                     | 56.59                   | 71                      | 72.18                   | 74.53                   | 98.09                    |
| Promedio           | 13.00                  | 18.86                   | 23.67                   | 24.06                   | 24.84                   | 32.70                    |
| Varianza           | 5.95                   | 18.01                   | 9.15                    | 7.59                    | 49.59                   | 48.22                    |

La Tabla 8 muestra los datos observados en el experimento realizado para la determinación de la absorción de las bloquetas de concreto por PET con tres repeticiones por cada tratamiento, además se muestra el promedio y la varianza por cada tratamiento, en ella se observa que el tratamiento T6 tiene mayor absorción, pues éste resultado probablemente se deba a que a mayor porcentaje de PET crea mayor porosidad el interior de las bloquetas por lo que estos huecos absorben mayor cantidad de agua.

Figura 7. Representación gráfica del porcentaje de absorción de las bloquetas de concreto con PET por cada tratamiento



La Figura 7 muestra el porcentaje de absorción del bloquetas de concreto con PET por tratamiento teniendo en cuenta que según la norma técnica E-070 del RNE y E-070 del RNE que especifica como máximo el 22% para la evaluación del porcentaje de absorción del bloquetas y aunque la NTP 331.017 no especifica el límite según estas normas podemos afirmar que el máximo de PET que se puede permitir sustituir es hasta el porcentaje del tratamiento T3 sin embargo también se puede considerar dentro de lo permitido por las normas a los tratamientos T1 y T2, los tratamientos T4, T5 y T6 no cumplen con la norma por lo tanto no es recomendable.

*Tabla 9. Análisis de varianza del promedio de porcentaje de absorción de las bloquetas con PET de los diferentes tratamientos*

| <b>Origen</b> | <b>GL</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>Fc</b> | <b>p-valor</b> | <b>Sig</b> |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|------------|
| Tratamiento   | 5         | 647.9     | 129.59    | 5.613     | 0.00679        | **         |
| Residuales    | 12        | 277.0     | 23.09     |           |                |            |
| Total         | 17        |           |           |           |                |            |

La Tabla 9 muestra el análisis de varianza del promedio de porcentaje de absorción de las bloquetas con PET, en la que se puede observar que el p-valor es 0.00679 por lo tanto podemos afirmar que entre los promedios de porcentajes de absorción de los tratamientos hay una diferencia significativa al 99% de confiabilidad.

Los códigos para interpretar la significancia son:

- ✓ \*\*\* = Significativa al 99.99% de confiabilidad
- ✓ \*\* = Significativa al 99% de confiabilidad
- ✓ = significativa al 95% de confiabilidad

*Tabla 10. Comparación múltiple de Tukey de los promedios del porcentaje de absorción de los diferentes tratamientos al 95% de confiabilidad*

| Tratamiento | Diferencia | Mínimo      | Máximo   | P-valor   |
|-------------|------------|-------------|----------|-----------|
| T2-T1       | 5.8633333  | -7.3138166  | 19.04048 | 0.6738289 |
| T3-T1       | 10.6666667 | -2.5104832  | 23.84382 | 0.1419359 |
| T4-T1       | 11.0600000 | -2.1171499  | 24.23715 | 0.1211612 |
| T5-T1       | 11.8433333 | -1.3338166  | 25.02048 | 0.0878016 |
| T6-T1       | 19.6966667 | 6.5195168   | 32.87382 | 0.0031285 |
| T3-T2       | 4.8033333  | -8.3738166  | 17.98048 | 0.8173720 |
| T4-T2       | 5.1966667  | -7.9804832  | 18.37382 | 0.7671320 |
| T5-T2       | 5.9800000  | -7.1971499  | 19.15715 | 0.6568781 |
| T6-T2       | 13.8333333 | 0.6561834   | 27.01048 | 0.0377489 |
| T4-T3       | 0.3933333  | -12.7838166 | 13.57048 | 0.9999981 |
| T5-T3       | 1.1766667  | -12.0004832 | 14.35382 | 0.9995797 |
| T6-T3       | 9.0300000  | -4.1471499  | 22.20715 | 0.2647338 |
| T5-T4       | 0.7833333  | -12.3938166 | 13.96048 | 0.9999429 |
| T6-T4       | 8.6366667  | -4.5404832  | 21.81382 | 0.3041754 |
| T6-T5       | 7.8533333  | -5.3238166  | 21.03048 | 0.3945800 |

La Tabla 10 muestra la comparación múltiple de Tukey de los promedios del porcentaje de absorción de los diferentes tratamientos al 95% de confiabilidad, en ella se observa que teniendo en cuenta que los tratamientos que cumplen con la norma T1, T2 y T3 sin embargo las diferencia entre T1 y T3 no es significativa por lo tanto estos tratamientos (T1, T2 y T3) estadísticamente son equivalentes por lo que en una construcción da lo mismo usar el tratamiento T1 ó T2 ó el tratamiento T3.

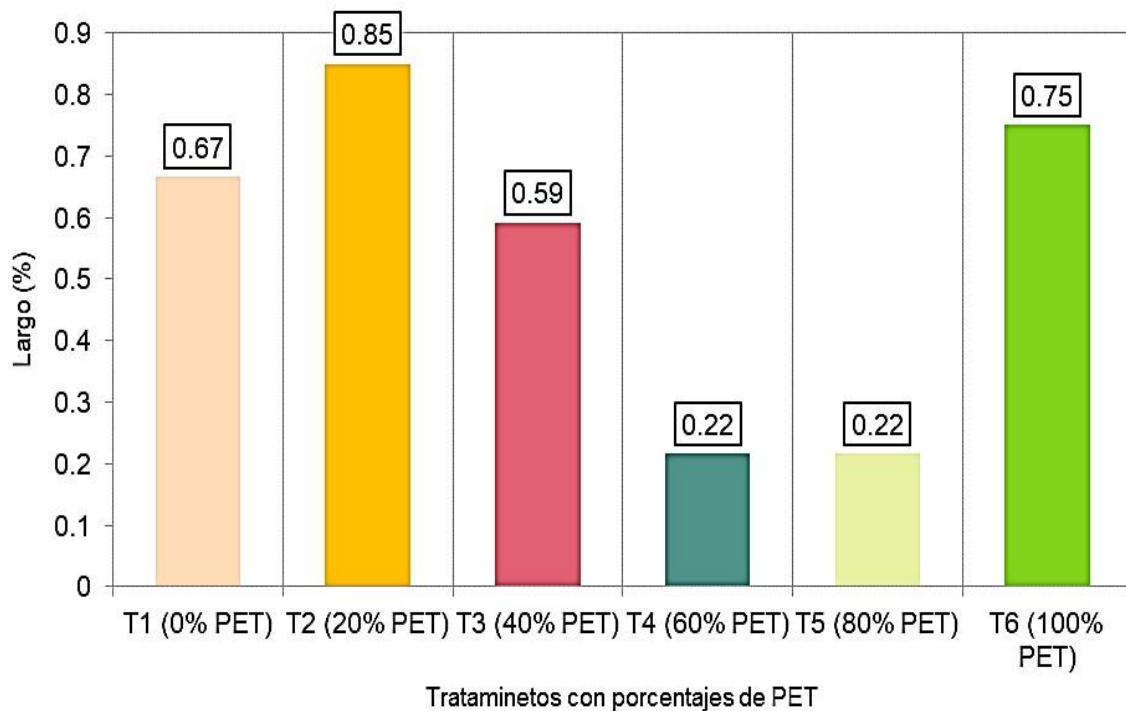
#### 4.2.2. Variación dimensional de largo

Tabla 11. Datos del análisis de la Variación dimensional de Largo en porcentajes de las bloquetas de concreto con PET observados en la experimentación

| <b>Variación<br/>dimensión<br/>Largo (%)</b> | <b>T1 (0%<br/>PET)</b> | <b>T2 (20%<br/>PET)</b> | <b>T3 (40%<br/>PET)</b> | <b>T4 (60%<br/>PET)</b> | <b>T5 (80%<br/>PET)</b> | <b>T6 (100%<br/>PET)</b> |
|--|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| R1   | 1.250                  | 0.875                   | 1.000                   | 0.050                   | 0.250                   | 0.250                    |
| R2   | 0.00                   | 0.725                   | 0.250                   | 0.400                   | 0.300                   | 1.375                    |
| R3   | 0.750                  | 0.950                   | 0.525                   | 0.200                   | 0.100                   | 0.625                    |
| Total  | 2.000                  | 2.550                   | 1.775                   | 0.650                   | 0.650                   | 2.250                    |
| Promedio                                     | 0.667                  | 0.850                   | 0.592                   | 0.217                   | 0.217                   | 0.750                    |
| Varianza                                     | 0.396                  | 0.013                   | 0.144                   | 0.031                   | 0.011                   | 0.328                    |

La Tabla 11 muestra los datos observados en el experimento realizado para la determinación de la Variación dimensional de Largo del bloquetas de concreto por PET con tres repeticiones por cada tratamiento, además se muestra el promedio y la varianza por cada tratamiento, en ella se observa que los tratamientos T1 (0% PET), T2 (20% PET), T3 (40% PET), T4 (60% PET), T5 (80% PET) y T6 (100% PET) poseen respectivamente 0.667%, 0.850%, 0.592%, 0.217%, 0.217% y 0.750% siendo el tratamiento T2 la que posee mayor Variación dimensional de Largo, seguido por el tratamiento T6.

Figura 8. Representación gráfica del porcentaje de Variación dimensional de Largo de las bloquetas de concreto con PET por cada tratamiento



La Figura 8 muestra el porcentaje de Variación dimensional de Largo de las bloquetas de concreto con PET por tratamiento. Para el parámetro de dimensión longitudinal (largo), en la norma E-070 del RNE indica que debe ser menor a 3% del valor nominal que para este bloquetas es de 40cm de largo, mientras que la NTP 331.017 indica que debe ser menor a 6mm del valor nominal, por lo tanto todos los tratamientos cumplen con la norma puesto que la variación dimensional de largo no superan el 1% es decir es menor a 3%, sin embargo los tratamientos T1, T2 y T3 son los únicos que cumplen con las normas respecto a la absorción.

*Tabla 12. Análisis de varianza del promedio de la Variación dimensional de Largo de las bloquetas con PET de los diferentes tratamientos*

| <b>Origen de variaciones</b> | <b>SS</b> | <b>df</b> | <b>MS</b> | <b>F</b> | <b>Valor P</b> | <b>F crítico</b> |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|------------------|
| Entre grupos                 | 1.103     | 5         | 0.221     | 1.434    | 0.281          | 3.106            |
| Dentro de los grupos         | 1.845     | 12        | 0.154     |          |                |                  |
| Total                        | 2.948     | 17        |           |          |                |                  |

La Tabla 12 muestra el análisis de varianza del promedio de porcentaje de la Variación dimensional de Largo de las bloquetas con porcentajes de PET, en la que se observa que el p-valor es 0.281 superior a 0.05 por lo tanto se afirma que entre los promedios de porcentajes de la Variación dimensional de Largo entre los tratamientos no existe una diferencia significativa, por lo que podemos afirmar que da igual en uso de los tratamientos T1, T2 y T3.

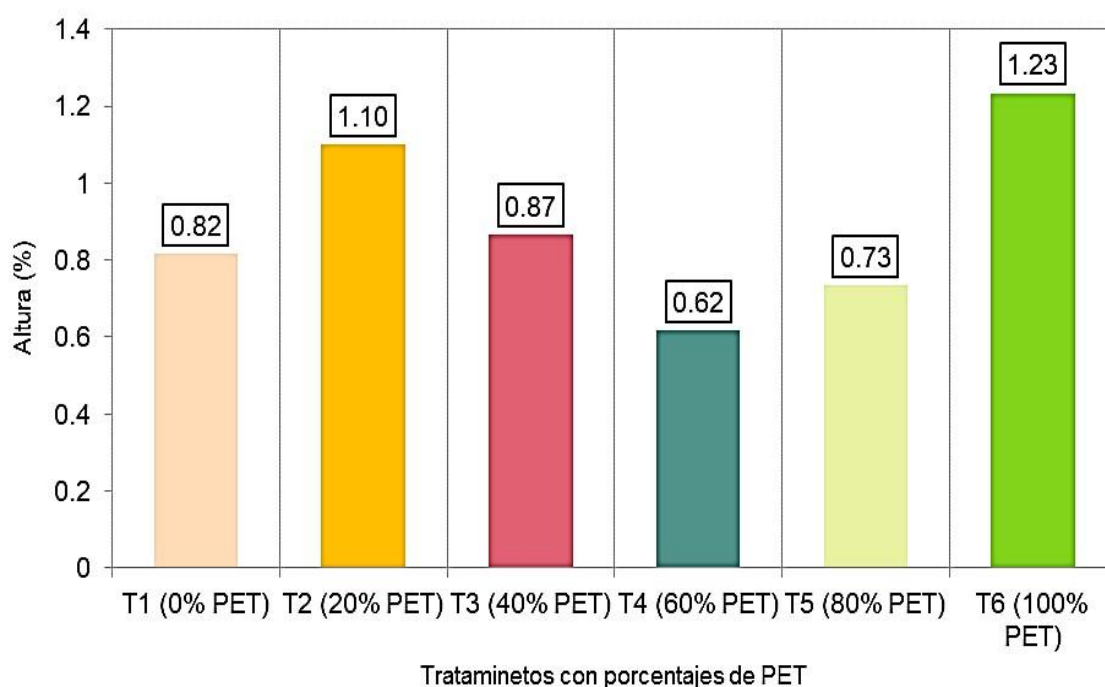
#### **4.2.3. Variación dimensional de altura**

*Tabla 13. Datos del análisis de la variación dimensional de la altura en porcentajes de las bloquetas de concreto con PET observados en la experimentación*

| <b>Variación<br/>dimensional<br/>al Altura<br/>(%)</b> | <b>T1 (0%<br/>PET)</b> | <b>T2 (20%<br/>PET)</b> | <b>T3 (40%<br/>PET)</b> | <b>T4 (60%<br/>PET)</b> | <b>T5 (80%<br/>PET)</b> | <b>T6 (100%<br/>PET)</b> |
|--|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| R1   | 0.500                  | 1.100                   | 1.150                   | 0.700                   | 0.250                   | 1.500                    |
| R2   | 1.200                  | 1.450                   | 0.550                   | 0.250                   | 1.250                   | 1.200                    |
| R3   | 0.750                  | 0.750                   | 0.900                   | 0.900                   | 0.700                   | 1.000                    |
| Total  | 2.450                  | 3.300                   | 2.600                   | 1.850                   | 2.200                   | 3.700                    |
| Promedio   | 0.817                  | 1.100                   | 0.867                   | 0.617                   | 0.733                   | 1.233                    |
| Varianza   | 0.126                  | 0.123                   | 0.091                   | 0.111                   | 0.251                   | 0.063                    |

La Tabla 13 muestra los datos observados en el experimento realizado para la determinación de la variación dimensional de la altura del bloquetas de concreto por PET con tres repeticiones por cada tratamiento, además se muestra el promedio y la varianza por cada tratamiento, en ella se observa que los tratamientos T1 (0% PET), T2 (20% PET), T3 (40% PET), T4 (60% PET), T5 (80% PET) y T6 (100% PET) poseen respectivamente 0.817%, 1.100%, 0.867%, 0.617%, 0.733% y 1.233% además se observa que aparentemente el tratamiento T6 posee mayor variación de altura, seguido por el tratamiento T2.

*Figura 9. Representación gráfica del porcentaje de variación dimensional de la altura de las bloquetas de concreto con PET por cada tratamiento*



La Figura 9 muestra el porcentaje de la variación dimensional de la altura de las bloquetas de concreto con PET, y según la norma E-070 del RNE. las unidades de albañilería industriales deberían tener una variabilidad menor al 3.00% que como podemos observar, todos los tratamientos han logrado superar la norma ya que el

tratamiento que alcanzó mayor variabilidad dimensional es apenas de 1.23% de T6 menor al 3% permitido por la norma y a pesar de ello solo los tratamientos T1, T2 y T3 cumplen los requisitos de la norma respecto a la absorción.

*Tabla 14. Análisis de varianza del promedio de porcentaje de la variación dimensional de la altura de las bloquetas con PET de los diferentes tratamientos*

| Origen de variaciones | SS    | df | MS    | F     | Valor P | F crítico |
|-----------------------|-------|----|-------|-------|---------|-----------|
| Entre grupos          | 0.801 | 5  | 0.160 | 1.258 | 0.343   | 3.106     |
| Dentro de los grupos  | 1.528 | 12 | 0.127 |       |         |           |
| Total                 | 2.329 | 17 |       |       |         |           |

La Tabla 14 muestra Análisis de varianza del promedio de porcentaje de la Variación dimensional de altura del bloquetas con porcentajes de PET, en la que se observa que el p-valor es 0.343, por tanto superior a 0.05 con lo que afirmamos que entre los promedios de porcentajes de la Variación dimensional de altura entre los tratamientos no existe una diferencia significativa, por lo que podemos afirmar que los da igual en uso de los tratamientos T1, T2 y T3, los cuales son los que cumplen las normas técnicas.

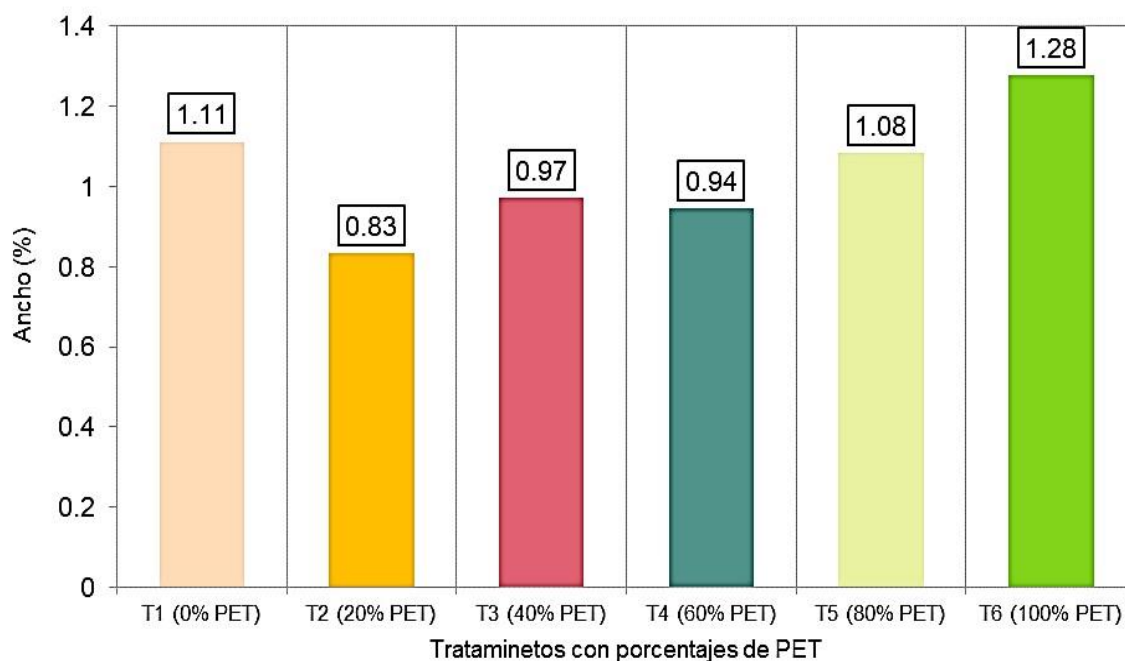
#### 4.2.4. Variación dimensional de Ancho

Tabla 15. Datos del análisis de la variación dimensional de ancho en porcentajes de las bloquetas de concreto con PET observados en la experimentación

| Variación dimensional Ancho (%) | T1 (0% PET) | T2 (20% PET) | T3 (40% PET) | T4 (60% PET) | T5 (80% PET) | T6 (100% PET) |
|---------------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| R1                              | 0.833       | 0.917        | 0.000        | 0.417        | 0.417        | 1.333         |
| R2                              | 1.667       | 0.833        | 1.833        | 0.917        | 1.667        | 1.667         |
| R3                              | 0.833       | 0.750        | 1.083        | 1.500        | 1.167        | 0.833         |
| Total                           | 3.333       | 2.500        | 2.916        | 2.834        | 3.251        | 3.833         |
| Promedio                        | 1.111       | 0.833        | 0.972        | 0.945        | 1.084        | 1.278         |
| Varianza                        | 0.232       | 0.007        | 0.849        | 0.294        | 0.396        | 0.176         |

La Tabla 15 muestra los datos observados en el experimento realizado para la determinación de la variación dimensional de ancho de las bloquetas de concreto por PET con tres repeticiones por cada tratamiento, además se muestra el promedio y la varianza por cada tratamiento, en ella se observa que los tratamientos T1 (0% PET), T2 (20% PET), T3 (40% PET), T4 (60% PET), T5 (80% PET) y T6 (100% PET) poseen respectivamente 1.111%, 0.833%, 0.972%, 0.945%, 1.084% y 1.278%. También se observa que el tratamiento T6 tiene mayor Variación dimensional Ancho y que el tratamiento T2 posee menor Variación dimensional Ancho (%) en promedio.

Figura 10. Representación gráfica del porcentaje de variación dimensional de ancho de las bloquetas de concreto con PET por cada tratamiento



La Figura 10 muestra el porcentaje de la variación dimensional de ancho de las bloquetas de concreto con PET para los diferentes tratamientos. Para el parámetro de la dimensión en el ancho, la norma E-070 del RNE indica que debe ser menor a 4% del valor y nominal y la NTP 331.017 que debe ser menor a 5mm del valor nominal. Por lo tanto, aquí podemos ver que todos los tratamientos están dentro del porcentaje permitido es decir por debajo de 4% de su valor nominal, sin embargo, ay que recordar que sólo los tratamientos T1, T2 y T3 cumplen con las normas respecto a la absorción. El tratamiento que tiene la menor variación dimensional de ancho es el tratamiento T2, mientras el que posee mayor variabilidad dimensional es el tratamiento T6.

*Tabla 16. Análisis de varianza del promedio de porcentaje de la variación dimensional de ancho de las bloquetas con PET de los diferentes tratamientos*

| Origen de variaciones | SS    | df | MS    | F     | Valor P | F crítico |
|-----------------------|-------|----|-------|-------|---------|-----------|
| Entre grupos          | 0.359 | 5  | 0.072 | 0.221 | 0.947   | 3.106     |
| Dentro de los grupos  | 3.908 | 12 | 0.326 |       |         |           |
| Total                 | 4.267 | 17 |       |       |         |           |

La Tabla 16 muestra el Análisis de varianza del promedio de porcentaje de la Variación dimensional de ancho de las bloquetas con porcentajes de PET, en la que se observa que el p-valor es 0.947, mayor a 0.05 es decir que entre los promedios de porcentajes de la Variación dimensional de ancho no existe una diferencia significativa, es decir da igual en uso de los tratamientos T1, T2 y T3.

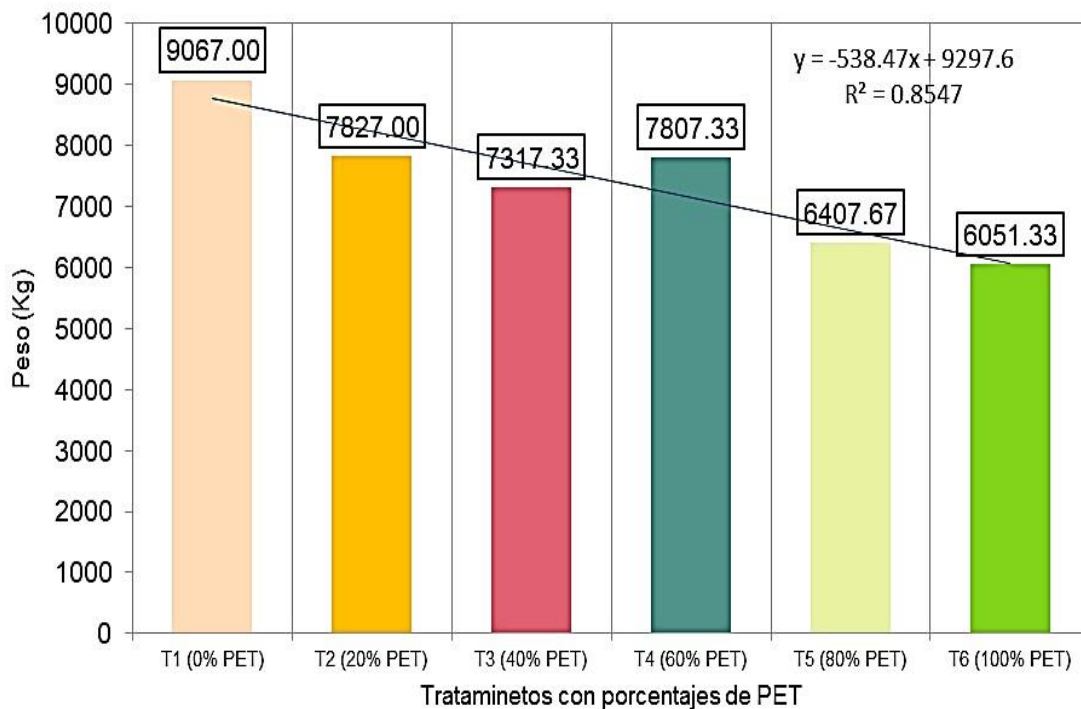
#### **4.2.5. Peso**

*Tabla 17. Datos del análisis del Peso en porcentajes de las bloquetas de concreto con PET observados en la experimentación*

| Peso (Kg) | T1 (0% PET) | T2 (20% PET) | T3 (40% PET) | T4 (60% PET)  | T5 (80% PET) | T6 (100% PET) |
|-----------|-------------|--------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| R1        | 9086        | 7812         | 7336         | 6823          | 6415         | 6075          |
| R2        | 9048        | 7843         | 7298         | 6792          | 6385         | 6031          |
| R3        | 9067        | 7826         | 7318         | 9807          | 6423         | 6048          |
| Total     | 27201       | 23481        | 21952        | 23422         | 19223        | 18154         |
| Promedio  | 9,067.000   | 7,827.000    | 7,317.333    | 7,807.333     | 6,407.667    | 6,051.333     |
| Varianza  | 361.000     | 241.000      | 361.333      | 2,999,240.333 | 401.333      | 492.333       |

La Tabla 17 muestra los datos observados en el experimento realizado para la determinación del Peso de las bloquetas de concreto por PET con tres repeticiones por cada tratamiento, además se muestra el promedio y la varianza por cada tratamiento, en ella se observa que los tratamientos T1 (0% PET), T2 (20% PET), T3 (40% PET), T4 (60% PET), T5 (80% PET) y T6 (100% PET) poseen respectivamente 9,067.000cm, 7,827.000cm, 7,317.333cm, 7,807.333cm, 6,407.667cm y 6,051.333cm. Aquí se puede observar que aparentemente el tratamiento que posee mayor anchura es T1 es decir el tratamiento testigo con 0% de PET y el tratamiento que posee menor anchura es T6.

Figura 11. Representación gráfica del porcentaje del Peso de las bloquetas de concreto con PET por cada tratamiento



La Figura 11 muestra el porcentaje de Peso del bloquetas de concreto con PET por tratamiento, en ella se observa que evidentemente con el incremento de porcentajes de PET disminuye el Peso dado que son plásticos por lo tanto poseen

menor peso, sin embargo se puede observar que entre el tratamiento T1 y el tratamiento T3 hay una diferencia de casi 3000 kg y dado que nuestro interés es conocer la influencia del incremento del PET en las características del bloquetas en especial en las características mecánicas por lo tanto es necesaria el análisis de varianza. Además, se observa que la línea de tendencia tiene por ecuación:

$$Y = -38.47X + 9297.58$$

*Tabla 18. Análisis de varianza del promedio del Peso de las bloquetas con PET de los diferentes tratamientos*

| <b>Origen de variaciones</b> | <b>SS</b>     | <b>df</b> | <b>MS</b>   | <b>F</b> | <b>Valor P</b> | <b>F crítico</b> |
|------------------------------|---------------|-----------|-------------|----------|----------------|------------------|
| Entre grupos                 | 17,809,782.27 | 5         | 3,561,956.4 | 7.121    | 0.003          | 3.106            |
|                              | 8             |           | 56          |          |                |                  |
| Dentro de los grupos         | 6,002,194.667 | 12        | 500,182.889 |          |                |                  |
| Total                        | 23,811,976.9  | 17        |             |          |                |                  |
|                              | 44            |           |             |          |                |                  |

La Tabla 18 muestra el análisis de varianza del promedio del Peso de las bloquetas con PET de los diferentes tratamientos en ella se observa que el p-valor es 0.003 menor a 0.05 cercana a cero por lo tanto existe una diferencia altamente significativa entre los promedios de la variable Peso es decir al menos uno de los tratamientos tiene el peso muy diferente a los otros.

*Tabla 19. Comparación múltiple de Tukey de los promedios del Peso de los diferentes tratamientos al 95% de confiabilidad*

| <b>Tratamiento</b> | <b>Diferencia</b> | <b>Mínimo</b> | <b>Máximo</b> | <b>P-valor</b> |
|--------------------|-------------------|---------------|---------------|----------------|
| T2-T1              | -1240.00000       | -3179.629     | 699.6285      | 0.3271696      |
| T3-T1              | -1749.66667       | -3689.295     | 189.9618      | 0.0862336      |
| T4-T1              | -1259.66667       | -3199.295     | 679.9618      | 0.3125782      |
| T5-T1              | -2659.33333       | -4598.962     | -719.7048     | 0.0061636      |
| T6-T1              | -3015.66667       | -4955.295     | -1076.0382    | 0.0022658      |
| T3-T2              | -509.66667        | -2449.295     | 1429.9618     | 0.9436979      |
| T4-T2              | -19.66667         | -1959.295     | 1919.9618     | 1.0000000      |
| T5-T2              | -1419.33333       | -3358.962     | 520.2952      | 0.2112817      |
| T6-T2              | -1775.66667       | -3715.295     | 163.9618      | 0.0801031      |
| T4-T3              | 490.00000         | -1449.629     | 2429.6285     | 0.9518550      |
| T5-T3              | -909.66667        | -2849.295     | 1029.9618     | 0.6276434      |
| T6-T3              | -1266.00000       | -3205.629     | 673.6285      | 0.3079780      |
| T5-T4              | -1399.66667       | -3339.295     | 539.9618      | 0.2221335      |
| T6-T4              | -1756.00000       | -3695.629     | 183.6285      | 0.0847010      |
| T6-T5              | -356.33333        | -2295.962     | 1583.2952     | 0.9875504      |

La Tabla 19 muestra la Comparación múltiple de Tukey de los promedios del Peso de los diferentes tratamientos al 95% de confiabilidad, en dicha Tabla nos interesa la significación de las diferencias entre los tratamientos, y se puede visualizar que entre los tratamientos T2-T1 el p-valor adjunto es 0.327 mayor a 0.05 por lo tanto entre ellos no hay una diferencia del peso significativa, por otro lado

entre los tratamientos T4-T2 no hay diferencia significativa, sin embargo entre los tratamientos T5-T1 si existe una diferencia significativa es decir como es natural se observa que la línea de tendencia tiene una pendiente negativa eso quiere decir que a medida de que se incrementa mayor porcentaje de PET se consigue menor peso del bloquetas y eso se debe a que el PET no tiene paso y en consecuencia reduce el peso del bloquetas construido a base de más porcentaje de PET.

### 4.3. Características mecánicas de las bloquetas con porcentajes de PET

#### 4.3.1. Resistencia a la compresión

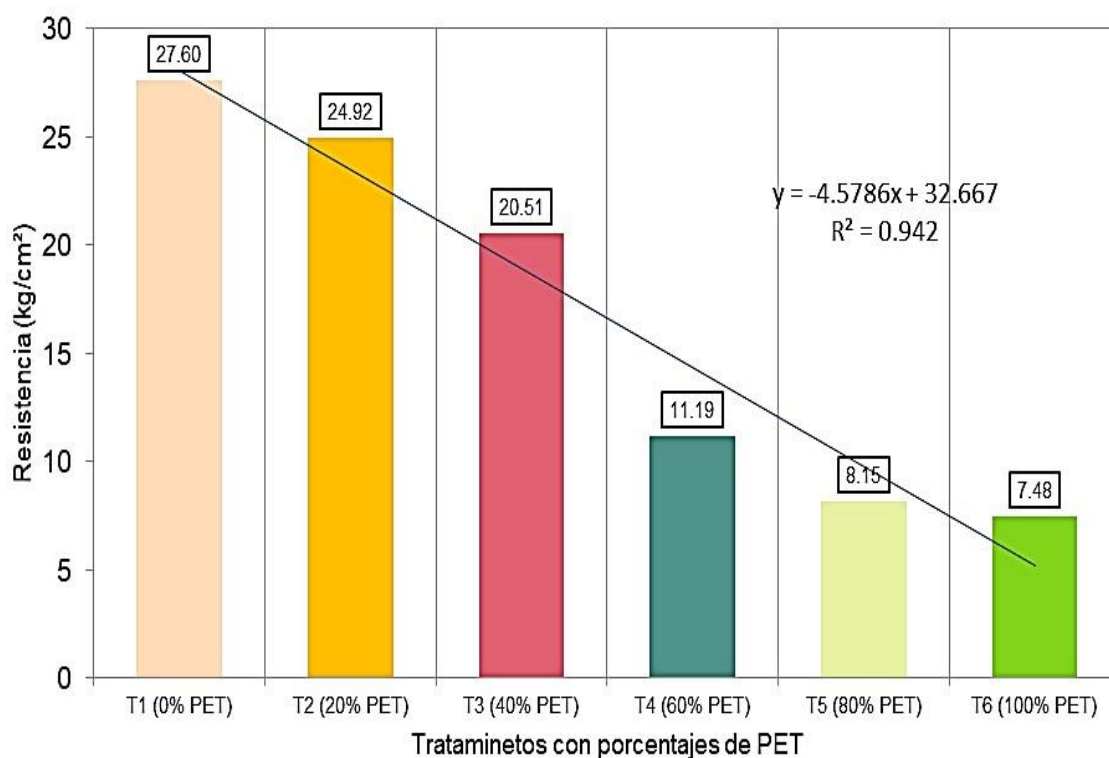
*Tabla 20. Datos del análisis de la Resistencia a la Compresión en kg/cm<sup>2</sup> de las bloquetas de concreto con PET observados en la experimentación*

| <b>Resistencia</b>             | <b>T1 (0%</b> | <b>T2 (20%</b> | <b>T3 (40%</b> | <b>T4 (60%</b> | <b>T5 (80%</b> | <b>T6 (100%</b> |
|--------------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| <b>f'b (kg/cm<sup>2</sup>)</b> | <b>PET)</b>   | <b>PET)</b>    | <b>PET)</b>    | <b>PET)</b>    | <b>PET)</b>    | <b>PET)</b>     |
| R1                             | 27.63         | 25.06          | 20.58          | 11.07          | 7.77           | 6.98            |
| R2                             | 27.26         | 24.72          | 20.1           | 11.3           | 8.43           | 7.72            |
| R3                             | 27.92         | 24.98          | 20.85          | 11.19          | 8.25           | 7.74            |
| Total                          | 82.81         | 74.76          | 61.53          | 33.56          | 24.45          | 22.44           |
| Promedio                       | 27.603        | 24.920         | 20.510         | 11.187         | 8.150          | 7.480           |
| Varianza                       | 0.109         | 0.032          | 0.144          | 0.013          | 0.116          | 0.188           |

La Tabla 20 muestra los datos observados en el experimento realizado para la determinación de la Resistencia a la Compresión en kg/cm<sup>2</sup> del bloquetas de concreto por PET con tres repeticiones por cada tratamiento, además se muestra el promedio y la varianza por cada tratamiento, en ella se observa que los tratamientos T1 (0% PET), T2 (20% PET), T3 (40% PET), T4 (60% PET), T5 (80%

PET) y T6 (100% PET) poseen respectivamente 27.603 kg/cm<sup>2</sup>, 24.920 kg/cm<sup>2</sup>, 20.510 kg/cm<sup>2</sup>, 11.187 kg/cm<sup>2</sup>, 8.150 kg/cm<sup>2</sup> y 7.480 kg/cm<sup>2</sup>. Se aprecia también que el tratamiento T1 es decir el tratamiento con 0% de PET (Testigo) posee mayor resistencia y a medida que se incrementa mayor porcentaje de PET la resistencia va disminuyendo hasta el tratamiento T6 que posee la menor resistencia por tanto los resultados obtenidos es coherente con la hipótesis.

Figura 12. Representación gráfica de la Resistencia a la Compresión de las bloquetas de concreto con PET por cada tratamiento



La Figura 12 muestra la Resistencia a la Compresión en kg/cm<sup>2</sup> de las bloquetas de concreto con porcentajes de PET. Según la norma para bloquetas de albañilería E-070 del RNE y la NTP 331.017, recomiendan una resistencia mínima en la unidad de 94.86 kg/cm<sup>2</sup> y 102.002 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, por lo tanto los tratamientos T1, T2 y T3 son los tratamientos que cumplen con lo estipulado en las

normas en consecuencia desde un punto de vista de la necesidad de tener bloquetas con alta resistencia a la compresión el más adecuado sería el tratamiento T1, sin embargo si tal vez lo que se quiera es además de la resistencia otra característica como la absorción entonces tal vez sea necesaria utilizar un tratamiento con porcentaje de PET y obtener así un bloquetas que permita satisfacer la necesidad planteada que en este caso sería a lo más el tratamiento T3. Por otro se aprecia también la línea de tendencia cuya ecuación es:

$$Y=-4.58X+32.67$$

la que muestra que las dos magnitudes son directamente proporcionales, es decir si se incrementa porcentajes de PET entonces se consigue menor resistencia a la compresión.

*Tabla 21. Análisis de varianza del promedio de porcentaje de la Resistencia a la Compresión en kg/cm<sup>2</sup> de las bloquetas con PET de los diferentes tratamientos*

| <b>Origen de variaciones</b> | <b>SS</b> | <b>df</b> | <b>MS</b> | <b>F</b>  | <b>Valor P</b> |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|
| Entre grupos                 | 1,168.364 | 5         | 233.673   | 2,326.774 | 0.000          |
| Dentro de los grupos         | 1.205     | 12        | 0.100     |           |                |
| Total                        | 1,169.569 | 17        |           |           |                |

De igual manera que el análisis realizado para la resistencia a la compresión se observa en la Tabla 21 el análisis de varianza del promedio de porcentaje de la Resistencia a la Compresión en kg/cm<sup>2</sup> como era de esperar existe una diferencia significativa entre el promedio de la Resistencia a la compresión de los tratamientos, puesto que el valor p es 0.000 mucho menor a 0.05.

*Tabla 22. Comparación múltiple de Tukey de los promedios del porcentaje de la Resistencia a la Compresión en kg/cm<sup>2</sup> de los diferentes tratamientos al 95% de confiabilidad*

| <b>Tratamiento</b> | <b>Diferencia</b> | <b>Mínimo</b> | <b>Máximo</b> | <b>P-valor</b> |
|--------------------|-------------------|---------------|---------------|----------------|
| T2-T1              | -2.683333         | -3.552456     | -1.8142107    | 0.0000028      |
| T3-T1              | -7.093333         | -7.962456     | -6.2242107    | 0.0000000      |
| T4-T1              | -16.416667        | -17.285789    | -15.5475440   | 0.0000000      |
| T5-T1              | -19.453333        | -20.322456    | -18.5842107   | 0.0000000      |
| T6-T1              | -20.123333        | -20.992456    | -19.2542107   | 0.0000000      |
| T3-T2              | -4.410000         | -5.279123     | -3.5408773    | 0.0000000      |
| T4-T2              | -13.733333        | -14.602456    | -12.8642107   | 0.0000000      |
| T5-T2              | -16.770000        | -17.639123    | -15.9008773   | 0.0000000      |
| T6-T2              | -17.440000        | -18.309123    | -16.5708773   | 0.0000000      |
| T4-T3              | -9.323333         | -10.192456    | -8.4542107    | 0.0000000      |
| T5-T3              | -12.360000        | -13.229123    | -11.4908773   | 0.0000000      |
| T6-T3              | -13.030000        | -13.899123    | -12.1608773   | 0.0000000      |
| T5-T4              | -3.036667         | -3.905789     | -2.1675440    | 0.0000007      |
| T6-T4              | -3.706667         | -4.575789     | -2.8375440    | 0.0000001      |
| T6-T5              | -0.670000         | -1.539123     | 0.1991227     | 0.1734234      |

En la Tabla 22 se presenta la Comparación múltiple de Tukey de los promedios del porcentaje de la Resistencia a la Compresión en kg/cm<sup>2</sup> de los diferentes tratamientos al 95% de confiabilidad en ella se observa que entre los tratamientos T2-T1, T3-T1, T4-T1, T5-T1, T6-T1, T3-T2, T4-T2, T5-T2, T6-T2, T4-

T3, T5-T3 , T6-T3, T5-T4 y T6-T4 hay una diferencia altamente significativa mientras que entre los tratamientos T6-T5 no hay diferencia significativa eso quiere decir que estadísticamente los tratamientos T6 y T5 son iguales. Según la norma para la elaboración de bloquetas debe tener al menos una resistencia de 20 kg/cm<sup>2</sup> y además tenga un menor peso ya que se requiere para muros de pisos superiores por lo tanto el tratamiento que cumple con esas exigencias es el tratamiento T3 (40% PET) además cumple con las exigencias de humedad.

#### **4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

El porcentaje de absorción del bloquetas de concreto con PET por tratamiento teniendo en cuenta que según la Norma E.070 (2006) que especifica como máximo el 22% para la evaluación del porcentaje de absorción del bloquetas y aunque la NTP 331.017 no especifica el límite según estas normas podemos afirmar que el máximo de PET que se puede permitir sustituir es hasta el porcentaje del tratamiento T3 sin embargo también se puede considerar dentro de lo permitido por las normas a los tratamientos T1 y T2, Los tratamientos T4, T5 y T6 no cumplen con la norma por lo tanto no es recomendable.

Según Aznarán (2018) Las propiedades físicas de absorción de agua de los adobes se probaron en 24 adobes a los 28 días, obteniendo un mejor promedio de reposición del 1% con un resultado de 19.882%, teniendo como técnica la observación del instrumento y protocolos establecidos por E.080 estándar de construcción de suelos y refuerzo y concluyó que el plástico reciclado afecta las propiedades físicas y mecánicas de las bloquetas cocidas.

De acuerdo con el análisis de varianza del promedio de porcentaje de absorción de las bloquetas con PET, en la que se puede observar que el p-valor es 0.00679 por lo tanto podemos afirmar que entre los promedios de porcentajes de absorción de los tratamientos hay una diferencia significativa al 99% de confiabilidad.

El porcentaje de Variación dimensional de Largo de las bloquetas de concreto con PET por tratamiento. Para el parámetro de dimensión longitudinal (largo), según la Norma E.070 (2006) del RNE indica que debe ser menor a 3% del valor nominal que para este bloquetas es de 40cm de largo, mientras que la NTP

331.017 indica que debe ser menor a 6mm del valor nominal, por lo tanto todos los tratamientos cumplen con la norma puesto que la variación dimensional de largo no superan el 1% es decir es menor a 3%, sin embargo los tratamientos T1, T2 y T3 son los únicos que cumplen con las normas respecto a la absorción.

Con respecto al análisis de varianza del promedio de porcentaje de la Variación dimensional de Largo de las bloquetas con porcentajes de PET, en la que se observa que el p-valor es 0.281 superior a 0.05 por lo tanto se afirma que entre los promedios de porcentajes de la Variación dimensional de Largo entre los tratamientos no existe una diferencia significativa, por lo que podemos afirmar que da igual en uso de los tratamientos T1, T2 y T3.

La variación dimensional de la altura de las bloquetas de concreto con PET, y según la norma E.070 (2006) del RNE. las unidades de albañilería industriales deberían tener una variabilidad menor al 3.00% que como podemos observar, todos los tratamientos han logrado superar la norma ya que el tratamiento que alcanzó mayor variabilidad dimensional es apenas de 1.23% de T6 menor al 3% permitido por la norma y a pesar de ello solo los tratamientos T1, T2 y T3 cumplen los requisitos de la norma respecto a la absorción.

De acuerdo al análisis de varianza del promedio de porcentaje de la Variación dimensional de altura de las bloquetas con porcentajes de PET, en la que se observa que el p-valor es 0.343, por tanto superior a 0.05 con lo que afirmamos que entre los promedios de porcentajes de la Variación dimensional de altura entre los tratamientos no existe una diferencia significativa, por lo que podemos afirmar que los da igual en uso de los tratamientos T1, T2 y T3, los cuales son los que cumplen las normas técnicas.

La variación dimensional de ancho de las bloquetas de concreto con PET para los diferentes tratamientos. Para el parámetro de la dimensión en el ancho, la norma E-070 del RNE indica que debe ser menor a 4% del valor y nominal y la NTP 331.017 que debe ser menor a 5mm del valor nominal. Por lo tanto, aquí podemos ver que todos los tratamientos están dentro del porcentaje permitido es decir por debajo de 4% de su valor nominal, sin embargo, ay que recordar que sólo los tratamientos T1, T2 y T3 cumplen con las normas respecto a la absorción. El tratamiento que tiene la menor variación dimensional de ancho es el tratamiento T2, mientras el que posee mayor variabilidad dimensional es el tratamiento T6.

El Análisis de varianza del promedio de porcentaje de la Variación dimensional de ancho de las bloquetas con porcentajes de PET, en la que se observa que el p-valor es 0.947, mayor a 0.05 es decir que entre los promedios de porcentajes de la Variación dimensional de ancho no existe una diferencia significativa, es decir da igual en uso de los tratamientos T1, T2 y T3.

El porcentaje de Peso del bloquetas de concreto con PET por tratamiento, en ella se observa que evidentemente con el incremento de porcentajes de PET disminuye el Peso dado que son plásticos por lo tanto poseen menor peso, sin embargo se puede observar que entre el tratamiento T1 y el tratamiento T3 hay una diferencia de casi 3000 kg y dado que nuestro interés es conocer la influencia del incremento del PET en las características del bloquetas en especial en las características mecánicas por lo tanto es necesaria el análisis de varianza.

De acuerdo con Flores (2018) el promedio de los siguientes resultados en peso 2871.65 g, tamaño 23.35 cm largo x 12.75 cm ancho x 8.5 cm alto, resistencia a la compresión Muestra 1 (104 kg/cm<sup>2</sup>), Muestra 2 (53.1 kg/cm<sup>2</sup>) el promedio es

78.5 (kg/cm<sup>2</sup>), dosificación final 70% PET y 30% PEAD más un aditivo, se analizó dosis efecto, con dos tipos de dosificación Muestra1 y Muestra2.

Con respecto al análisis de varianza del promedio del Peso de las bloquetas con PET de los diferentes tratamientos en ella se observa que el p-valor es 0.003 menor a 0.05 cercana a cero por lo tanto existe una diferencia altamente significativa entre los promedios de la variable Peso es decir al menos uno de los tratamientos tiene el peso muy diferente a los otros.

La Resistencia a la Compresión en kg/cm<sup>2</sup> de las bloquetas de concreto con porcentajes de PET. Según la norma para bloquetas de albañilería E-070 del RNE y la NTP 331.017, recomiendan una resistencia mínima en la unidad de 94.86 kg/cm<sup>2</sup> y 102.002 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, por lo tanto los tratamientos T1, T2 y T3 son los tratamientos que cumplen con lo estipulado en las normas en consecuencia desde un punto de vista de la necesidad de tener bloquetas con alta resistencia a la compresión el más adecuado sería el tratamiento T1, sin embargo si tal vez lo que se quiera es además de la resistencia otra característica como la absorción entonces tal vez sea necesaria utilizar un tratamiento con porcentaje de PET y obtener así un bloquetas que permita satisfacer la necesidad planteada que en este caso sería a lo más el tratamiento T3.

Según Angunba (2016) utilizó las dosis de 10%, 25% y 40%, en la dosis del 25%, alcanzando un valor medio de 284 ,60 kg/cm<sup>2</sup>, la adición de polímeros en diferentes porcentajes permite tener una idea del efecto que tiene el material sobre la resistencia última del elemento.

Por otro lado Aznarán (2018) realizó con un total de 72 bloquetas fabricados según la norma E.080 con diferentes proporciones de fibras de tereftalato de polietileno; en el que se ensayaron 24 cubos en compresión, analizados a los 7, 14 y 28 días, estableciendo como un promedio ideal a los 28 días con una dosificación del 1% tereftalato de polietileno logrando una resistencia de 20,13 kg/cm<sup>2</sup>, por otro lado, desarrollado con el tratamiento denominado brasilera se desarrollaron 24 muestras a analizados a los 28 días, logrando uno de las mejores medias al 1% sustitución de tereftalato de polietileno alcanzando una resistencia de 1,82 kg/cm<sup>2</sup>, todo esto en cuanto a características mecánicas.

Con respecto al análisis de varianza del promedio de porcentaje de la Resistencia a la Compresión en kg/cm<sup>2</sup> como era de esperar existe una diferencia significativa entre el promedio de la Resistencia a la compresión de los tratamientos, puesto que el valor p es 0.000 mucho menor a 0.05. Al respecto Angunba (2016) En las pruebas de bloquetas, se observó que a medida que aumentaba la adición de polímero, la resistencia de las bloquetas estándar disminuía significativamente, es decir, la adición de PET fue significativamente exitosa

#### 4.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS

*Tabla 23. Prueba de hipótesis mediante el análisis de varianza del promedio de porcentaje de absorción de las bloquetas con PET de los diferentes tratamientos*

| Origen      | GL | SC    | CM     | Fc    | p-valor | Sig |
|-------------|----|-------|--------|-------|---------|-----|
| Tratamiento | 5  | 647.9 | 129.59 | 5.613 | 0.00679 | **  |
| Residuales  | 12 | 277.0 | 23.09  |       |         |     |
| Total       | 17 |       |        |       |         |     |

La Tabla 23 muestra el análisis de varianza del promedio de porcentaje de absorción de las bloquetas con PET, en la que se puede observar que el p-valor es 0.00679 por lo tanto podemos afirmar que entre los promedios de porcentajes de absorción de los tratamientos hay una diferencia significativa al 99% de confiabilidad.

*Tabla 24. Prueba de hipótesis mediante el análisis de varianza del promedio de la Variación dimensional de Largo de las bloquetas con PET de los diferentes tratamientos*

| <b>Origen de variaciones</b> | <b>SS</b> | <b>df</b> | <b>MS</b> | <b>F</b> | <b>Valor P</b> | <b>F crítico</b> |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|------------------|
| Entre grupos                 | 1.103     | 5         | 0.221     | 1.434    | 0.281          | 3.106            |
| Dentro de los grupos         | 1.845     | 12        | 0.154     |          |                |                  |
| Total                        | 2.948     | 17        |           |          |                |                  |

La Tabla 24 muestra el análisis de varianza del promedio de porcentaje de la Variación dimensional de Largo de las bloquetas con porcentajes de PET, en la que se observa que el p-valor es 0.281 superior a 0.05 por lo tanto se afirma que entre los promedios de porcentajes de la Variación dimensional de Largo entre los tratamientos no existe una diferencia significativa, por lo que podemos afirmar que da igual en uso de los tratamientos T1, T2 y T3.

*Tabla 25. Prueba de hipótesis mediante el análisis de varianza del promedio de porcentaje de la variación dimensional de la altura de las bloquetas con PET de los diferentes tratamientos*

| <b>Origen de variaciones</b> | <b>SS</b> | <b>df</b> | <b>MS</b> | <b>F</b> | <b>Valor P</b> | <b>F crítico</b> |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|------------------|
| Entre grupos                 | 0.801     | 5         | 0.160     | 1.258    | 0.343          | 3.106            |
| Dentro de los grupos         | 1.528     | 12        | 0.127     |          |                |                  |
| Total                        | 2.329     | 17        |           |          |                |                  |

La Tabla 25 muestra Análisis de varianza del promedio de porcentaje de la Variación dimensional de altura del bloquetas con porcentajes de PET, en la que se observa que el p-valor es 0.343, por tanto superior a 0.05 con lo que afirmamos que entre los promedios de porcentajes de la Variación dimensional de altura entre los tratamientos no existe una diferencia significativa, por lo que podemos afirmar que los da igual en uso de los tratamientos T1, T2 y T3, los cuales son los que cumplen las normas técnicas.

*Tabla 26. Prueba de hipótesis mediante el análisis de varianza del promedio de porcentaje de la variación dimensional de ancho de las bloquetas con PET de los diferentes tratamientos*

| <b>Origen de variaciones</b> | <b>SS</b> | <b>df</b> | <b>MS</b> | <b>F</b> | <b>Valor P</b> | <b>F crítico</b> |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|------------------|
| Entre grupos                 | 0.359     | 5         | 0.072     | 0.221    | 0.947          | 3.106            |
| Dentro de los grupos         | 3.908     | 12        | 0.326     |          |                |                  |
| Total                        | 4.267     | 17        |           |          |                |                  |

La Tabla 26 muestra el Análisis de varianza del promedio de porcentaje de la Variación dimensional de ancho de las bloquetas con porcentajes de PET, en la que se observa que el p-valor es 0.947, mayor a 0.05 es decir que entre los promedios de porcentajes de la Variación dimensional de ancho no existe una diferencia significativa, es decir da igual en uso de los tratamientos T1, T2 y T3.

*Tabla 27. Prueba de hipótesis mediante el análisis de varianza del promedio del Peso de las bloquetas con PET de los diferentes tratamientos*

| <b>Origen de variaciones</b> | <b>SS</b>      | <b>df</b> | <b>MS</b>     | <b>F</b> | <b>Valor P</b> | <b>F crítico</b> |
|------------------------------|----------------|-----------|---------------|----------|----------------|------------------|
| Entre grupos                 | 17,809,782.278 | 5         | 3,561,956.456 | 7.121    | 0.003          | 3.106            |
| Dentro de los grupos         | 6,002,194.667  | 12        | 500,182.889   |          |                |                  |
| Total                        | 23,811,976.944 | 17        |               |          |                |                  |

La Tabla 27 muestra el análisis de varianza del promedio del Peso de las bloquetas con PET de los diferentes tratamientos en ella se observa que el p-valor es 0.003 menor a 0.05 cercana a cero por lo tanto existe una diferencia altamente significativa entre los promedios de la variable Peso es decir al menor uno de los tratamientos tiene el peso muy diferente a los otros.

*Tabla 28. Prueba de hipótesis mediante el análisis de varianza del promedio de porcentaje de la Resistencia a la Compresión en kg/cm<sup>2</sup> de las bloquetas con PET de los diferentes tratamientos*

| <b>Origen de variaciones</b> | <b>SS</b> | <b>df</b> | <b>MS</b> | <b>F</b>  | <b>Valor P</b> |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|
| Entre grupos                 | 1,168.364 | 5         | 233.673   | 2,326.774 | 0.000          |
| Dentro de los grupos         | 1.205     | 12        | 0.100     |           |                |
| Total                        | 1,169.569 | 17        |           |           |                |

De igual manera que el análisis realizado para la resistencia a la compresión se observa en la Tabla 28 el análisis de varianza del promedio de porcentaje de la Resistencia a la Compresión en  $\text{kg/cm}^2$  como era de esperar existe una diferencia significativa entre el promedio de la Resistencia a la compresión de los tratamientos, puesto que el valor p es 0.000 mucho menor a 0.05.

## CONCLUSIONES

- ✓ Se demostró que existe influencia significativa de la dosificación del tereftalato de polietileno reciclado en las características de absorción de las bloquetas, peso de bloquetas y resistencia a la compresión, puesto que el p-valor es menor a 0.05 cercana a cero por lo tanto existe una diferencia altamente significativa entre los promedios de la variable, es decir al menor uno de los tratamientos tiene la variable muy diferente a los otros. Además, la dimensiones de largo, dimensiones de altura, variación dimensional de ancho el p-valor es mayor a 0.05 es decir que entre los promedios de porcentajes de la variable no existe una diferencia significativa, es decir es igual al uso de los tratamientos T1, T2 y T3.
- ✓ Las características del tereftalato de polietileno reciclado tuvieron una absorción de 0.18%, gravedad específica de 0.002, densidad (Wpet/Vol) de 1.25 y se realizó los análisis del volumen inicial y final.
- ✓ Las características de las bloquetas de concreto referido al modo de fabricación que se realizó fue industrial, evaluado a los 28 días se obtuvo las siguientes características: largo de las bloquetas 40.34cm, ancho 12.10cm, altura 19.78cm, área bruta 488.11cm<sup>2</sup> analizado al 20% de incorporación del PET del mismo modo se realizó al 40%, 60%, 80% y 100%.
- ✓ Se demostró la influencia significativa de la dosificación del tereftalato de polietileno reciclado en las características físicas de las bloquetas tales como absorción del bloquetas y peso de bloquetas; puesto que el p-valor es menor a 0.05 y la dimensiones de largo, dimensiones de altura, variación dimensional de ancho el p-valor es mayor a 0.05 es decir que entre los promedios de porcentajes de la variable no existe una diferencia significativa.

- ✓ Se evidencia la influencia de la dosificación del tereftalato de polietileno reciclado en las características mecánicas de las bloquetas, puesto que el análisis de varianza del promedio de porcentaje de la resistencia a la compresión en  $\text{kg/cm}^2$  fue  $p = 0.000$  mucho menor a  $0.05$ . por lo que se afirma que existe una diferencia significativa entre el promedio de la Resistencia a la compresión de los tratamientos.

## RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda realizar capacitaciones a todo a los pobladores, empresarios que se dedican a realizar bloquetas de concretos, sabiendo que influye la dosificación del tereftalato de polietileno reciclado en las propiedades físicas y mecánicas de bloquetas de concreto desarrollado en el distrito y provincia de Abancay – Apurímac.
- ✓ Se recomienda la gestión adecuada y oportuna de los residuos sólidos que se generan en las diferentes zonas de nuestra ciudad producto de las actividades diarias que se realiza con la finalidad de generar valor a los desechos como es las bloquetas u otros productos que se contempla en la valorización de los residuos sólidos.
- ✓ Se recomienda realizar programas constantes de capacitación, sensibilización y educación a la población de Abancay propiciado por los gobiernos locales y regionales que permita el manejo y gestión de los residuos.
- ✓ Se recomienda realizar trabajos de investigación con otros subproductos como el uso de los neumáticos, fibra de vidrio u otros desechos en la elaboración de nuevos productos.

## BIBLIOGRÁFICAS

Abanto, F. (2009). *Tecnología del concreto*. Lima: San Marcos.

Angunba, P. (2016). bloquetas elaborados con plástico reciclado (pet), para mampostería no portante (tesis de maestro). *Universidad de Cuenca*, 80.

Arando, J. (2006). Adoquines de concreto: propiedades físico – mecánicas y sus correlaciones. *Revista Tecnológicas*, 136.

Aznarán, G. (2018). Influencia del plástico reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del adobe en el distrito de Santa – Ancash - 2018 (Tesis de pregrado). *Universidad César Vallejo*, 178.

Berretta, H., Gatani, M., Gaggino, R., & Arguello, R. (2006). Manual de producción y aplicación del bloquetas PET. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=Q2eUs7KQyfgC&printsec=frontcover&dq=maquina+plastico+reciclable+bloquetas&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKewizi7jlxdnbAhVGEpAKHWj0DkkQ6AEILDAB#v=onepage&q&f=false>

Carrasco Díaz, S. (2016). *Metodología de la Investigación científica*. Lima: Editorial San Marcos.

Castells, X. E. (2000). Reciclaje de residuos industriales: Aplicación a la fabricación de materiales para la construcción. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=oA7ndthNMYQC&pg=PA436&dq=clasificacion+y+seleccion+de+los+materiales+plastico+reciclado&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwjV3u7oqdnbAhVCQ5AKHWWeDP4Q6AEIJzAA#v=onepage&q&f=false>

Echeverría, E. R. (2017). Bloquetas de concreto con plástico pet reciclado (Tesis de pregrado). *Universidad Nacional de Cajamarca*, 173.

Flores, N. (2018). Influencia de la dosificación en las características físico - mecánica de la unidad de bloquetas fabricados con productos plásticos reciclados 2018 (Tesis de pregrado). *Universidad César Vallejo*, 84.

Galindo, G. G. (2018). Revisión bibliográfica sobre el uso del plástico como un nuevo material en fabricación de bloques de concreto para la industria de la construcción (Tesis de pregrado). *Universidad Católica San Pablo*.

Gareaga, J. (1993). Manejo y reciclaje de los residuos de envases y embalajes. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=SUjbgQyyxdEC&pg=PT104&dq=eleccion+de+los+materiales+a+utilizar+reciclado&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwituqaPltnbAhWEvZAKHZyqBzsQ6AEIJjAA#v=onepage&q&f=false>

ITINTEC 331.017. (1978). Bloquetas de arcilla usado en albañilería. *Instituto nacional de investigación tecnológico y norma técnicas*.

León, H. A., & Marco, R. O. (2017). Bloquetas con adición de PET. Una solución amigable para núcleos rurales del municipio del Socorro. 42.

Luna, D. (2012). Reuso de residuos de construcción y demolición. *Universidad Autónoma de México*.

Meza, Y. (2017). propiedades físico – mecánicas de adoquines elaborados con plástico reciclado para pavimento peatonal en el centro comercial tambo plaza, lurín - 2017 (Tesis de pregrado). *Universidad César Vallejo*, 123.

MINAM. (2009). Reciclaje y disposición final segura de residuos sólidos. *Ministerio del Ambiente*.

MINAM. (2015). Guía metodológica para el desarrollo del Plan de Manejo de Residuos Sólidos. *Ministerio del Ambiente*.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de ensayo de materiales*. Lima. Obtenido de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)

Ministerio de Vivienda, Contrucción y Saneamiento. (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima. Obtenido de <http://www.urbanistasperu.org/rne/pdf/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf>

Norma E.070. (10 de Junio de 2006). Albañilería. *El Peruano*, pág. 15.

NTP 339.088. (16 de 02 de 2006). HORMIGÓN (CONCRETO). Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos. *El Peruano*, pág. 18.

NTP 399.600. (27 de Diciembre de 2017). UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Bloques de concreto para uso no estructural. Requisitos. *INICAL*, pág. 14.

Paz Gonzales, E. (2014). Análisis de la determinación de las propiedades físico y mecánicas de bloquetas elaborados con plástico reciclado (Tesis de pregrado). *Universidad Nacional de San Agustín*, 59.

- Piñeros, M., & Herrera, R. (2018). Proyecto de factibilidad económica para la fabricación de bloques con agregados de plástico reciclado (pet), aplicados en la construcción de vivienda (Tesis de grado). *Universidad católica de colombia*, 118.
- Polo, R. (2016). *Materiales de Construcción*. Editorial Megabyte S.A.C. doi:ISBN: 9786124179631
- Portland Cement Associaton. (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*.
- Reyna, R. (2018). El plástico usado en el mundo se recicla. *El comercio*. Obtenido de <https://elcomercio.pe/tecnologia/ciencias/dia-mundial-medio-ambiente-9-plastico-usado-mundo-recicla-advier-te-onu-noticia-525304-noticia/>
- Riba, C. (2008). Selección de materiales en el diseño de máquinas. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=9UdpBgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=maquina+inyectora+plastico+reciclado&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKKEwiXm7TU4NnbAhUDgJAKHb04DpQQ6AEIPjAF#v=onepage&q&f=false>
- Rivera, G. (2017). *Concreto simple*. . Cuaca, Colombia: Universidad de Cuaca.
- Rivva, E. (2000). *Naturaleza y materiales del concreto*. Lima.
- Roberto , H., Carlos , F., & Pilar, B. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGrawHill.
- Sanchez Carlesi, H. (1998). *Metodología y Diseño en la Investigación Científica*. Lima - Perú: Mantaro.
- Zelayaran, M. (2002). *Metodología de Investigación Jurídica*. Lima - Perú: Edic. Jurídicas.

## **ANEXOS**

Los anexos, panel fotográfico y otros documentos están resguardados en la oficina de repositorio digital institucional de la Biblioteca Central de la Universidad Tecnológica de los Andes