



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL**

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL**

TEMA:

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN DE BLOQUES FABRICADOS CON PET COMO
SUSTITUTO PARCIAL DE LA PIEDRA PÓMEZ (CASCAJO) Y
BLOQUES CON SUELO ARCILLOSO COMO SUSTITUTO PARCIAL
DEL AGREGADO FINO”**

**AUTORA:
ANDREA MARGARITA ALBÁN CONDO**

TUTOR: ING. MSC MARITZA UREÑA

AMBATO – ECUADOR

2017

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo Ing. Maritza Ureña Aguirre, certifico que el presente trabajo de investigación realizada por Andrea Margarita Albán Condo egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, se desarrolló bajo mi dirección, el cual es un trabajo experimental previo a la obtención del título de ingeniero civil, personal e inédito y ha sido concluido bajo el título **“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES FABRICADOS CON PET COMO SUSTITUTO PARCIAL DE LA PIEDRA PÓMEZ (CASCAJO) Y BLOQUES CON SUELO ARCILLOSO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO”**

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ambato, Marzo del 2017.

.....
ING. MARITZA UREÑA AGUIRRE
TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL

Yo Andrea Margarita Albán Condo con CI N: 180449827-5 certifico que los criterios emitidos en el trabajo de graduación **“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES FABRICADOS CON PET COMO SUSTITUTO PARCIAL DE LA PIEDRA PÓMEZ (CASCAJO) Y BLOQUES CON SUELO ARCILLOSO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO”** como también los contenidos presentados, las ideas, análisis, síntesis son de exclusiva responsabilidad de mi persona en calidad de autora de este trabajo investigativo a excepción de las citas bibliográficas.

Ambato, Marzo del 2017.

.....
Andrea Margarita Albán Condo
AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo de Titulación bajo la modalidad Trabajo Experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo de Titulación bajo la modalidad Trabajo Experimental con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de éste Trabajo de Titulación dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando ésta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato 23 de Marzo de 2017

Autora
Andrea Margarita Albán Condo

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del tribunal examinador aprueban el Trabajo Experimental, bajo el título **“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES FABRICADOS CON PET COMO SUSTITUTO PARCIAL DE LA PIEDRA PÓMEZ (CASCAJO) Y BLOQUES CON SUELO ARCILLOSO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO”**, realizado por Andrea Margarita Albán Condo, egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Abril de 2017

Para constancia firman:

.....
Ing. Carlos Navarro
Profesor Calificador

.....
Ing. Javier E. Culki F
Profesor Calificador

DEDICATORIA

El presente trabajo es fruto de mi esfuerzo dedicación y constancia la cual me ha permitido concluirlo se lo dedico a mi madre Carmen quien me dio la vida me inculco valores me brindó su apoyo incondicional y nunca permitió que abandone en mis metas planteadas.

A mi tío Carlos Rodrigo que fue un apoyo fundamental en mi carrera estudiantil por su paciencia y ayuda en todos los aspectos de mi vida.

A mi hijo Carlos Francis el cual es el motor de mi vida.

Andrea Margarita Albán Condo

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia por ayudarme siempre me ayudo en todo y darme su apoyo incondicional enseñándome que la vida es de quien se esfuerza día a día.

A mis profesores por compartirme sus conocimientos valores y enseñanzas las cuales pondré en práctica en mi vida profesional

A mis amigos de la FICM por enseñarme el valor de la amistad y darme la oportunidad de formar amistades incondicionales para toda la vida.

Un agradecimiento especial a mi Tutora Ing. Maritza Ureña, por su paciencia colaboración y por todos de sus conocimientos transmitidos que guiaron en el desarrollo de este trabajo experimental.

Andrea Margarita Albán Condo

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

A. PÁGINAS PRELIMINARES

Certificación	II
Autoría del trabajo experimental	III
Derechos de autor	IV
Aprobación del tribunal de grado	V
Dedicatoria	VI
Agradecimiento	VII
Resumen ejecutivo	XVI
Executive summary	XVII

CAPITULO I

1.1	TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL	1
1.2	ANTECEDENTES.....	1
1.3	JUSTIFICACIÓN.....	2
1.4	OBJETIVOS.....	4
1.4.1	OBJETIVO GENERAL:	4
1.4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	4

CAPITULO II

2.1.1	BLOQUE.....	5
	REQUISITOS PARA BLOQUES SEGÚN LA NORMA TÉCNICA ECUATORIANA (NTE).	9
2.1.2	ÁRIDOS.....	12
2.1.3	AGREGADOS FINOS.....	14
2.1.4	DETERMINACIÓN DE LAS DENSIDADES DE LOS AGREGADOS	15
2.1.5	ARENA.....	16
2.1.6	PIEDRA PÓMEZ.....	17

2.1.7 ARCILLA.....	18
DETERMINACIÓN DE LOS LIMITES DE ATTERBERG.	20
2.1.8 CEMENTO.....	20
2.1.9 AGUA.....	20
2.1.10 PET (TEREFTALATO DE POLIETILENO).	21
2.1.11 BLOQUES CON AGREGADOS PLÁSTICOS PET.	22
2.1.12 ENSAYO A COMPRESIÓN DE BLOQUES.	24
2.2 HIPÓTESIS.....	25
2.3 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS	25
2.3.1 VARIABLE INDEPENDIENTE	25
2.3.2 VARIABLE DEPENDIENTE	25
CAPITULO III	
METODOLOGÍA.	26
3.1 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	26
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.	26
3.3 OPERALIZACIÓN DE VARIABLES.	27
3.3.1 VARIABLE INDEPENDIENTE:	27
3.3.2 VARIABLE DEPENDIENTE:	29
3.4. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	30
3.5 PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.....	31
CAPITULO IV	
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	33
4.1 RECOLECCIÓN DE DATOS (Metodología).	33
4.1.1 ENSAYOS REALIZADOS A LOS AGREGADOS.	33
4.1.2 ENSAYO GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS.....	35
4.1.3 ENSAYOS GRANULOMÉTRICOS REALIZADOS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS Y SUS DIFERENTES COMBINACIONES.....	37
4.1.3 DETERMINACIÓN DE LIMITES LÍQUIDO Y PLÁSTICO DE LA ARCILLA ...	51

4.1.4 DETERMINACIÓN DE DENSIDADES DE LA PIEDRA PÓMEZ ARCILLA Y EL AGREGADO FINO	53
4.1.5 DOSIFICACIONES DE MATERIALES.	57
4.1.6 PROCEDIMIENTO PARA LA FABRICACIÓN DE LOS BLOQUES	76
4.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	78
4.2.1 RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES NORMALES O COMERCIALES A 7, 14 Y 21 DÍAS	79
4.2.2 RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES CON 10% DE PET MOLIDO COMO SUSTITUTO PARCIAL DE LA PIEDRA PÓMEZ A 7, 14 Y 21 DÍAS	80
4.2.3 RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES CON 15% DE PET MOLIDO COMO SUSTITUTO PARCIAL DE LA PIEDRA PÓMEZ A 7, 14 Y 21 DÍAS	81
4.2.4 RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES CON 25% DE PET MOLIDO COMO SUSTITUTO PARCIAL DE LA PIEDRA PÓMEZ A 7, 14 Y 21 DÍAS	82
4.2.5 RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES CON 10% DE ARCILLA COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO A 7, 14 Y 21 DÍAS	83
4.2.6 RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES CON 15% DE ARCILLA COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO A 7, 14 Y 21 DÍAS	84
4.2.7 RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES CON 25% DE ARCILLA COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO A 7, 14 Y 21 DÍAS	85
4.2.8 RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES CON 10% de PET MOLIDO Y 10% DE ARCILLA COMO SUSTITUTO PARCIAL DE LA PIEDRA PÓMEZ Y DEL AGREGADO FINO A 7, 14 Y 21 DÍA.....	86
4.2.9 RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES CON 15% de PET MOLIDO Y 15% DE ARCILLA COMO SUSTITUTO PARCIAL DE LA PIEDRA PÓMEZ Y DEL AGREGADO FINO A 7, 14 Y 21 DÍAS.....	87

4.2.10 RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES CON 25% de PET MOLIDO Y 25% DE ARCILLA COMO SUSTITUTO PARCIAL DE LA PIEDRA PÓMEZ DEL AGREGADO FINO A 7, 14 Y 21 DÍAS.....	88
4.2.11. GRÁFICAS COMPARATIVAS DE LOS ENSAYOS A COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES CON LOS DIFERENTES MATERIALES	89
4.2.12 Resistencias obtenidas en función de la edad de las muestras y el contenido de PET molido y arcilla.....	90
4.2.13 Gráfica comparativa de la resistencia obtenida entre los bloques normales y los bloques con agregado PET como sustituto parcial de la piedra pómez.....	91
4.2.14 Gráfica comparativa de la resistencia obtenida entre los bloques normales y los bloques con agregado arcilloso como sustituto parcial del agregado fino.	92
4.2.15 Gráfica comparativa de la resistencia obtenida entre los bloques normales y los bloques la combinación agregado arcilloso y agregado PET como sustituto parcial del agregado fino y la piedra pómez	93
4.2.16 Gráfica comparativa de los pesos obtenidos con los materiales propuestos	94
4.2.17 Relación entre de las resistencias obtenidas de cada tipo de bloque ensayado y su tiempo de curado.	95
4.2.18 ANÁLISIS DEL TIPO DE FALLA EN EL ENSAYO A COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES PROPUESTOS	100
4.2.19 ANÁLISIS DE COSTOS	105
4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS	110

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	111
5.1. CONCLUSIONES	111
5.2 RECOMENDACIONES	115
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N 1 Mezclado manual	6
Figura N 2 Mezclado mecanico.....	7
Figura N 3 Moldeado de bloques	8
Figura N 4 Desmolde.....	8
Figura N 5 Curado	9
Figura N 6 Bloques de acabado grueso y fino.....	11
Figura N 7 Bloque según su forma.....	11
Figura N 8 Bloques de división	12
Figura N 9 Áridos naturales.....	13
Figura N 10 Arido artificial Ceniza.....	13
Figura N 11 Árido reciclado, escombros de demoliciones.....	14
Figura N 12 Arena	16
Figura N 13 Piedra pómez.....	17
Figura N 14 Tipos de arcilla.....	18
Figura N 15 Bloque de arcilla.....	19
Figura N 16 PET.....	21
Figura N 17 Secado de bloques después de ser desmoldado.....	23
Figura N 18 Dimensiones de la muestras	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N 1 Tipos de bloques huecos de hormigón y sus usos	5
Tabla N 2 Dimensiones de los bloques	9
Tabla N 3 Requisitos de resistencia a la compresión que deben cumplir los bloques huecos de hormigón.s	10
Tabla N 4 Límites de granulometría para el agregado fino	15
Tabla N 5 Clasificación de la arena por su módulo de finura	16
Tabla N 6 Operalización de variable independiente.....	27
Tabla N 7: 07 Operalización de variable independiente.....	29
Tabla N 8 Plan de recolección de información n.....	30
Tabla N 9 Numero y tipo de muestras.....	31
Tabla N 10 Dosificación.....	32

Tabla N 11 Ensayos realizados en los agregados	33
Tabla N 12 Ensayos realizados en los agregados combinados.....	34
Tabla N 13 Materiales propuestos	35
Tabla N 14 Tamices de la serie Tyler	35
Tabla N 15 Limites especificados para agregados fino	36
Tabla N 16 Granulometría de la piedra pómez.....	37
Tabla N 17 Granulometría del PET molido	38
Tabla N 18 Granulometría del agregado fino.....	39
Tabla N 19 Granulometría de la arcilla	40
Tabla N 20 Granulometría del agregado fino con el 10% de arcilla	41
Tabla N 21 Granulometría del agregado fino con el 15% de arcilla	42
Tabla N 22 Granulometría del agregado fino con el 25% de arcilla	43
Tabla N 23 Granulometría de la piedra pómez con el 10% de PET.....	44
Tabla N 24 Granulometría de la piedra pómez con el 15% de PET.....	45
Tabla N 25 Granulometría de la piedra pómez con el 25% de PET.....	46
Tabla N 26 Granulometría de la piedra pómez con el 10% de PET y del agregado fino con 10% de arcilla	47
Tabla N 27 Granulometría de la piedra pómez con el 15% de PET y agregado fino con 15% de arcilla	48
Tabla N 28 Granulometría de la piedra pómez con el 25% de PET y agregado fino con 25% de arcilla	49
Tabla N 29 Equipos y materiales usados en los ensayos.....	50
Tabla N 30 Determinación del límite líquido.....	51
Tabla N 31 Determinación del límite plástico e índice plástico.....	52
Tabla N 32 Ensayo para determinar la densidad real de la piedra pómez.....	53
Tabla N 33 Ensayo para determinar la densidad real del agregado fino con piedra pómez molida.....	54
Tabla N 34 Ensayo para determinar la densidad real de la arcilla	55
Tabla N 35 Ensayos realizados en los agregados	56
Tabla N 36 Dosificación al volumen.....	57
Tabla N 37 Dosificación para los bloques normales	58
Tabla N 38 Dosificación para los bloques con 10% de PET.....	60
Tabla N 39 Dosificación para los bloques con 15% de PET.....	62
Tabla N 40 Dosificación para los bloques con 25% de PET	67

Tabla N 41 Dosificación para los bloques con 10% de arcilla.....	66
Tabla N 42 Dosificación para los bloques con 15% de arcilla.....	70
Tabla N 43 Dosificación para los bloques con 25% de arcilla.....	72
Tabla N 44 Dosificación para los bloques con 10% de PET Y 10% de arcilla.....	75
Tabla N 45 Dosificación para los bloques con 15% de PET Y 15% de arcilla.....	75
Tabla N 46 Dosificación para los bloques con 25% de PET y 25% de arcilla.....	75
Tabla N 47 Ensayo a compresión de bloques comerciales.....	79
Tabla N 48 Ensayo a compresión de bloques con 10% de PET molido como sustituto parcial de la Piedra pómez.....	80
Tabla N 49 Ensayo a compresión de bloques con 15% de PET molido como sustituto parcial de la Piedra pómez	81
Tabla N 50 Ensayo a compresión de bloques con 25% de PET molido como sustituto parcial de la Piedra pómez.....	82
Tabla N 51 Ensayo a compresión de bloques con 10% de arcilla como sustituto parcial del agregado fino	83
Tabla N 52 Ensayo a compresión de bloques con 15% de arcilla como sustituto parcial del agregado fino	84
Tabla N 53 Ensayo a compresión de bloques con 25% de arcilla como sustituto parcial del agregado fino	85
Tabla N 54 Ensayo a compresión de bloques con 10% de PET molido y 10% de arcilla como sustituto parcial del agregado fino y la piedra pómez	86
Tabla N 55 Ensayo a compresión de bloques con 15% de PET molido y 15% de arcilla como sustituto parcial del agregado fino y la piedra pómez	87
Tabla N 56 Ensayo a compresión de bloques con 25% de PET molido y 25% de arcilla como sustituto parcial del agregado fino y la piedra pómez	88
Tabla N 57 Análisis de costos para un bloque comercial.....	106
Tabla N 58 Análisis de costos para un bloque con 10% de PET.....	107
Tabla N 59 Análisis de costos para un bloque con 15% de PET.....	107
Tabla N 60 Análisis de costos para un bloque con 25% de PET.....	107
Tabla N 61 Análisis de costos para un bloque con 10% de arcilla.....	108
Tabla N 62 Análisis de costos para un bloque con 15% de arcilla.....	108
Tabla N 63 Análisis de costos para un bloque con 25% de arcilla.....	108
Tabla N 64 Análisis de costos para un bloque con 10% de arcilla y 10% de PET	109
Tabla N 65 Análisis de costos para un bloque con 15% de arcilla y 15% de PET	109
Tabla N 66 Análisis de costos para un bloque con 25% de arcilla y 25% de PET	109

Tabla N 77 Costos finales de producción 110

RESUMEN EJECUTIVO

TEMA: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES FABRICADOS CON PET COMO SUSTITUTO PARCIAL DE LA PIEDRA PÓMEZ (CASCAJO) Y BLOQUES CON SUELO ARCILLOSO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO.”

Autora: Andrea Margarita Albán Condo

Tutor: Ing. M.S.C Martitza Ureña Aguirre

Para el desarrollo del presente trabajo experimental se inició recolectando muestras de los agregados necesario para la fabricación de los bloques propuestos como son la Piedra pómez y el agregado fino de la bloquera Gavilanes, la arcilla de la ciudad del Puyo vía al Tena Km 16, el plástico PET se obtuvo de la Fabrica COVIPLAST posteriormente todos los materiales fueron sometidos a ensayos granulométricos, de absorción, densidad y determinación de los límites de Atterberg en el caso de la arcilla con el fin de determinar sus propiedades físicas y mecánicas bajo las normas ASTM e INEN.

Adicionalmente se realizó dosificaciones al volumen según el porcentaje de cada material para su posterior fabricación y curado de los bloques con el fin de obtener su resistencia a la compresión y peso de cada uno y así establecer una comparación y el análisis de resultados para encontrar el porcentaje óptimo para la fabricación de un bloque de buena calidad y que cumpla con los requerimientos de la normas de construcción.

EXECUTIVE SUMMARY

THEME: "COMPARATIVE ANALYSIS OF THE RESISTANCE TO COMPRESSION OF BLOCKS MANUFACTURED WITH PET AS A PARTIAL SUBSTITUTE OF POMEZ (CASCAJO) STONE AND BLOCKS WITH ARCILLOUS SOIL AS A PARTIAL SUBSTITUTE OF FINE AGGREGATE."

Author: Andrea Margarita Albán Condo

Tutor: Ing. M.S.C Martitza Ureña Aguirre

For the development of the present experimental project it was begun collecting samples of the aggregates necessary for the manufacture of the proposed blocks such as Piedra Pumice and the fine aggregate of block Gavilanes, the clay of the city of Puyo via al Tena Km 16, PET was obtained from the COVIPLAST Factory, and all materials were subjected to granulometric, absorption, density and Atterberg boundary tests in the case of clay in order to determine their physical and mechanical properties under ASTM and IN IN.

In addition, dosages were made to the volume according to the percentage of each material for its later manufacture and curing of the blocks in order to obtain their resistance to the compression and weight of each one and thus to establish a comparison and the analysis of results to find the percentage Optimum for the manufacture of a block of good quality and complying with the requirements of the building.

CAPITULO I

1.1 TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL

Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de bloques fabricados con PET como sustituto parcial de la piedra pómez (cascajo) y bloques con suelo arcilloso como sustituto parcial del agregado fino.

1.2 ANTECEDENTES

A través de los tiempos, la humanidad ha ido adaptando su entorno, con el propósito satisfacer sus necesidades y para ello ha usado diversas técnicas constructivas, Desde las primeras civilizaciones hasta la actualidad la construcción y el uso de materiales extraídos de la naturaleza han permitido la evolución científica, técnica, económica y social.

Mediante el uso de materiales disponibles en la naturaleza como el barro, arcilla, arena piedra madera y otras las cuales son abundantes.

Los antiguos egipcios empleaban piedra de sillería tallada con forma de bloques usando sistemas constructivos adintelados con sólidas columnas, entre los materiales predominantes en sus construcciones encontramos la piedra, el adobe, la piedra caliza y el granito.

El uso de la arcilla en civilizaciones como la Mesopotamia se debió a que materiales como la piedra y madera solo se podían obtenerse de los países limítrofes.

En la actualidad se usan materiales pétreos, cerámicos, concretos, madera, metales, vidrio y plásticos, también se van elaborando nuevos procedimientos y aleaciones con el fin de aprovechar más sus propiedades para obtener mejores resultados. [1]

A inicios del siglo XIX en Inglaterra se originó uno de los progresos en la construcción, la fabricación del bloque de concreto. Estos bloques eran sólidos sumamente pesados en los que se utilizaba la cal como material cementante. A principios del siglo XX aparecieron los primeros bloques huecos para muros; la ligereza de estos nuevos bloques

significa, por sus múltiples ventajas, un gran adelanto para el área de la construcción en relación a etapas anteriores. [2]

El uso más común de prefabricados de hormigón con agregados de peso ligero y del hormigón aireados son los bloques de mampostería utilizados para la construcción de muros y sin carga o muros divisorios.

El uso de materiales reciclados o alternativos como el PET el cual tiene grandes ventajas como su bajo costo , facilidad de manejo, peso ligero y sobre todo es abundante ya que es un material que es desechado diariamente. [3]

Los ladrillos, bloques y placas elaborados con plásticos reciclados son más livianos por el bajo peso específico de la materia prima así mismo los mampuestos que usan suelos perduran en la construcción por su economía y resistencia. Así como el aprovechamiento de materiales como la arcilla ya que es abundante en nuestro país y la cual es usada en la fabricación de cerámicas.

El nuestra provincia no existe un manejo adecuado de residuos plásticos por lo cual estos van a parar en rellenos sanitarios y debido a su lenta degradación favorecen a la contaminación de suelos fuentes de agua y más por lo cual es un material que se lo puede encontrar en cualquier parte y a un costo relativamente bajo [4].

La importancia de disminuir los residuos plásticos desechados día a día y el análisis de materiales como la arcilla en bloques para presentarlos como recursos alternativos no tradicionales para la elaboración de materiales para la construcción como la fabricación de bloques de peso ligero, económicos, resistentes que cumplan con las normas técnicas de construcción.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Uno de los principales problemas de la sociedad es el manejo y desecho de residuos orgánicos e inorgánicos, como los plásticos dando paso a la contaminación y deterioro de la naturaleza.

En el artículo publicado por U. A. D. MÉXICO, “Agregados de plástico a una mezcla de concreto común "concreto", consideran que una de las causas de la gran cantidad de plásticos desechados es la producción desmedida y la disposición irresponsable de

grandes volúmenes de plástico, resultando esto más grave en las sociedades subdesarrolladas. [5]

En Ecuador el Ing. R. A. Moreno e Ing. F. F. Cañizares consideran que en nuestro país existe gran demanda de materiales de construcción especialmente de agregados para la elaboración de bloques y adoquines que se extraen de canteras y minas por su distancia y costos de explotación representan un rubro importante en la construcción. [4]

Por otra parte existe gran cantidad de residuos los cuales, se pueden utilizar como materiales alternativos para la construcción como son, plásticos procedentes de envases, escombros de viejas edificaciones, maderas los cuales son arrojados a botaderos de basura. Considerando esto existen fuentes donde se puede encontrar diversos materiales a bajo costo para ser reutilizados.

En la última década se han realizado numerosas investigaciones sobre la utilización de productos de desecho en el concreto. Tales productos incluyen ceniza volante, llantas desechadas, pedazos de metal, arena quemada de fundición, vidrio, y fibras. Cada uno de los productos de desecho ha proporcionado un efecto específico a las propiedades del concreto fresco y endurecido.

El uso de productos de desecho en el concreto no solo lo hace económico, sino también resuelve algunos de los problemas de la eliminación de desperdicios. Actualmente se están llevando a cabo investigaciones para determinar el efecto específico de cada producto de desecho a fin de utilizarlos en la industria de la construcción con mayor confianza. [6]

H. Barretta determinó que: La mampostería de ladrillos de PET posee una resistencia a la compresión similar a la de un muro construido con ladrillos comunes no portantes. Estos ladrillos pueden ser utilizados como cerramientos de viviendas con estructura independiente antisísmica. [7]

Así mismo, investigar la cantidad de suelo arcilloso como sustituto parcial del agregado fino, el cual es indispensable para el mampuesto que obtenga la resistencia apropiada establecida en las normas NEC 2105.

El Ing. A. Cáceres enuncia en su proyecto de tesis que, en todo el planeta la industria de la construcción es la mayor consumidora de recursos naturales tales como la arena y ripio

utilizados en la elaboración de hormigones. En un año se producen aproximadamente 11 billones de toneladas de hormigón, utilizando para ello alrededor de 8 billones de toneladas de áridos naturales. [8]

El desarrollo de la presente investigación se comparará la resistencia de un bloque que contenga un porcentaje de PET como sustituto de un porcentaje de la piedra pómez y un bloque que contenga arcilla como sustituto parcial del agregado fino con el fin de obtener mampuestos que cumplan con la resistencia a compresión requerida en la norma de construcción y que a la vez tenga un peso menor al de un bloque tradicional.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL:

- Analizar y comparar la resistencia a la compresión de bloques fabricados con PET como sustituto parcial de la piedra pómez (cascajo) y bloques con suelo arcilloso como sustituto parcial del agregado fino.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Parcial del agregado fino. Analizar la resistencia a compresión de bloques con agregado PET como sustituto parcial de la piedra pómez y suelo arcilloso como sustituto del agregado fino según los requerimientos de la NEC.
- Comparar con diferentes porcentajes de material plásticos reciclables y suelo arcilloso, para la elaboración de bloques más livianos que los tradicionales.
- Determinar un porcentaje óptimo de agregado PET y suelo arcilloso para la fabricación de un bloque de buena calidad y resistencia.
- Comparar los costos de los bloques tradicionales con los bloques con agregado PET como sustituto parcial de la piedra pómez y suelo arcilloso como sustituto

CAPITULO II

2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

2.1.1 BLOQUE.

El bloque es un elemento de forma prismática pre-modelado compuesto de cemento agregados gruesos y finos que generalmente se usa en la construcción de mamposterías. Es un elemento similar a un ladrillo con la diferencia de que sus dimensiones son mayores y su peso depende de los materiales que este compuesto y su forma. [9]

➤ CLASIFICACIÓN DE LOS BLOQUES.

Según la norma INEN la clasificación de los bloques se determina según su uso, existen cinco tipos de bloques como se indica en Tabla.1 donde se muestran los tipos de revestimiento que se da a la pared. [10]

Tabla 1. Tipos de bloques huecos de hormigón y sus usos.

TIPO	USO
A	Paredes exteriores de carga sin revestimiento.
B	Paredes exteriores de carga con revestimiento. Paredes interiores de carga con o sin revestimiento.
C	Paredes divisorias exteriores sin revestimiento.
D	Paredes divisorias exteriores con revestimiento. Paredes divisorias interiores con o sin revestimiento.
E	Losas alivianadas de hormigón armado.

Fuente NTE INEN 643 Bloques huecos de hormigón. Requisitos.

Los bloques también se pueden clasificar según su densidad en tres grupos:

Livianos hasta un peso de 1200 Kg/m^3 generalmente son usados en muros interiores divisorios y ligeros.

Medios con un peso de 1200 Kg/m^3 hasta un 1800 Kg/m^3 generalmente se los emplea en paredes exteriores que no van a soportar cargas.

Pesados con un peso mayor a 1800 Kg/m^3 se los usa en muros exteriores bardas y cargas ligeras.

FABRICACIÓN DE BLOQUES.

Para su fabricación se necesita materiales básicos usuales como la piedra pómez arena cemento y agua.

Dosificación.

La dosificación más usada es 1, 5,2 (cemento, arena, piedra) + agua 9% (este porcentaje se obtiene del peso seco de los agregados, este valor proviene de trabajos en el laboratorio de materiales bajo las normas ASTM, es el peso obtenido de todos los áridos y del cemento antes de mezclarlos con el agua).

En la actualidad se elaboran con máquinas que producen vibración, la cual acomoda las partículas de los agregados en los moldes de madera proporcionándoles uniformidad y resistencia para ser utilizado en obra.

Mezclado manual.

Una vez definidas las proporciones para la mezcla, se procede a mezclar los agregados finos como es la arena, arcilla y cemento con la ayuda de una pala.

Una vez mezclado los agregados finos añadimos el agua y seguidamente se agregara el agregado grueso.

Figura N: 1 Mezclado manual.



Fuente Biblioteca SENA Procesos y procedimientos para la construcción de elementos para la construcción.

Mezclado mecánico.

Para mezclar el material con una concretera primero se debe realizar una mezcla del agregado fino con el cemento antes de colocar todos los materiales en la tolva.

Luego se agrega agua y se continúa la mezcla húmeda durante 3 a 6 minutos. Si los agregados son muy absorbentes, incorporar a los agregados la mitad o los 2/3 partes de agua necesaria para la mezcla antes de añadir el cemento; finalmente agregar el cemento y el resto del agua, continuando la operación de 2 a 3 minutos.

Figura N: 2 Mezclado mecánico.



Fuente Biblioteca SENA Procesos y procedimientos para la construcción de elementos para la construcción.

Moldeado.

Mezclados los materiales se procede a vaciar en los moldes metálicos y a colocarlos sobre la mesa vibratoria, con una varilla se puede acomodar el material para que las partículas se distribuyan uniformemente.

Sometemos a vibración hasta que se pueda divisar una capa de agua en la superficie, luego de esto se retira de la mesa vibratoria y se lleva los moldes a la zona de desmolde y fraguado ahí los bloques serán desmoldados de forma vertical.

Figura N: 3 Moldeo de bloques.



Fuente INGETECA.

Fraguado.

Una vez desmoldados los bloques estos deben permanecer protegidos del viento sol y lluvia con el fin que puedan fraguar sin secarse.

El periodo de fraguado es de 4 a 8 horas. Si los bloques son expuestos al sol o viento, estos perderán agua rápidamente y no alcanzara la resistencia deseada.

Luego de ese tiempo, los bloques pueden ser retirados y ser colocados en rumas para su curado.

Figura: 4 Desmolde.

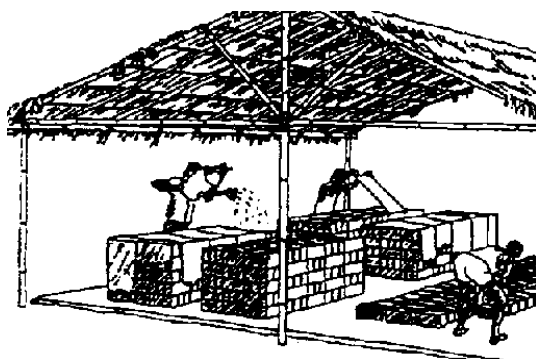


Fuente: Cantv.net Fabricación de mampuestos para la construcción.

Curado.

El curado de los bloques consisten en mantener la humedad para permitir la reacción química del cemento con el fin de obtener la resistencia y calidad deseada.

Figura N: 5 Curado.



Fuente: Fastonline, artículo: Ejemplos de materiales para muros y cerramientos.

REQUISITOS PARA BLOQUES SEGÚN LA NORMA TÉCNICA ECUATORIANA (NTE).

Las normas INEN 638 describen los requisitos y las condiciones generales para la fabricación de bloques huecos de hormigón [11]:

Dimensiones.

El espesor de las paredes de los bloques no debe ser menor de 25 mm, en los bloques tipo A y B, de 20 mm, en los bloques tipo C, D y E.

La dimensión real de un bloque debe ser tal que, sumada al espesor de una junta, dé una medida modular. Los bloques deben tener las dimensiones indicadas en la Tabla 2.

Los bloques de un mismo tipo deben tener dimensiones uniformes, no se permite entre ellas una variación mayor de 5 m.

Tabla 2. Dimensiones de los bloques.

TIPO	DIMENSIONES NOMINALES			DIMENSIONES REALES		
	Largo	Ancho	Alto	Largo	Ancho	Alto
A, B	40	20, 15, 10	20	39	19, 14, 09	19
C, D	40	10, 15, 20	20	39	09, 14, 19	19
E	40	10, 15, 20	20	39	09, 14, 19	20

Fuente: NTE INEN 368.

La Norma INEN 643 comprende los bloques huecos de hormigón de cemento que se emplean en la construcción de paredes, paredes soportantes, paredes divisorias no soportantes y losas alivianadas de hormigón armado.

De acuerdo a la clasificación antes establecida, los bloques huecos deberán cumplir con los requisitos que se indican en la Tabla 3

Tabla 3. Requisitos de resistencia a la compresión que deben cumplir los bloques huecos de hormigón.

Tabla: 3 Resistencias mínimas según el tipo de bloques

TIPO DE BLOQUE	Resistencia mínima a la compresión en MPa a los 28 días (Norma INEN 640).
A	6
B	4
C	3
D	2,5
E	2

Fuente: NTE INEN 368

BLOQUES LIVIANOS

Los bloques o ladrillos cuyo diseño y composición tienen la característica de reducir su peso o sus dimensiones para disminuir cargas muertas en las estructuras.

Este tipo de mampuestos son de libre diseño y no tienen restricciones en cuanto al peso medidas más allá de las definidas para su aplicación, para mampuestos no estructurales solo están regulados por normas sismo resistentes vigentes.

BLOQUES DE HORMIGÓN Y PIEDRA PÓMEZ

Un bloque de hormigón está compuesto generalmente de cemento, piedra triturada o también piedra pómez arena y agua para la hidratación de la mezcla.

Generalmente son usados para la elaboración de mampuestos para la construcción de muros paredes divisorias y externas losas bordillos entre otros.

CLASIFICACIÓN DE LOS BLOQUES.

Los bloques se clasifican por el tipo, la categoría y por el grado. [12]

Por el tipo se clasifican en:

- Bloques macizos. Son aquellos que presentan una masa sólida sin perforación en su sección bruta.
- Bloques perforados: son aquellos que poseen huecos o perforaciones, son de menor peso.
- Acabado superficial. Está definido por el tamaño de las partículas que lo componen la densidad de los poros pueden ser de superficie lisa fina y cerrada o superficie rugosa gruesa y abierta.

Figura N: 6 Bloques de acabado grueso y fino.



Acabado grueso

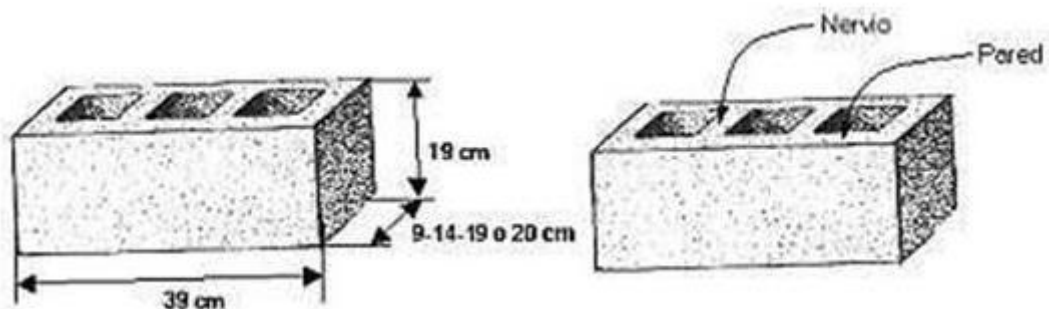


Acabado fino

Fuente: Bloques de hormigón prensado G y G.

- Por la forma están determinados por la altura longitud y ancho, las dimensiones de las mismas varían según el uso que tengan.

Figura N: 7 Bloque según su forma

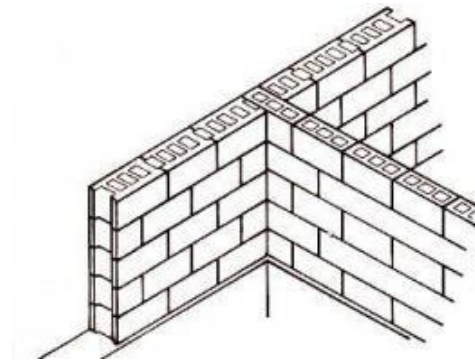


Fuente: Estudio de ingeniería de métodos constructora Yaco C.A.

➤ **Por la categoría**

Estos bloques están definidos por su resistencia a la compresión nominal respecto a la sección bruta, pueden ser bloques estructurales bloques de cerramiento y bloques de división.

Figura N: 8 Bloques de división



Fuente: Ecu red Tipos y usos de mamposterías

Clasificación por el grado

Están definidos según el grado de absorción máxima y son:

- Grado I comprende bloques de cerramiento y estructurales con valores de absorción de 0.021g/cm^3 .
- Grado II bloques de división con un valor de 0.32g/cm^3 . [13]

2.1.2 ÁRIDOS.

Un árido es un conjunto de granos rocosos que después de un proceso de tratamiento, trituración o clasificación granulométrica se emplea en la construcción en múltiples aplicaciones, como elaboración de morteros, aglomerantes, asfálticos, bases y sub-bases.

Las partículas pueden ser de diversos tamaños puede ser entre polvo casi impalpable hasta fragmentos mayores. [14]

➤ **CLASIFICACIÓN DE LOS ÁRIDOS.**

Los áridos se pueden clasificar según su procedencia su método de obtención en:

- a. Áridos naturales.
- b. Áridos artificiales.
- c. Áridos reciclados.

a. Áridos naturales.

Son materiales procedentes de yacimientos minerales, los cuales son obtenidos por procedimientos mecánicos estos están constituidos por dos grupos como son:

- Áridos granulares se obtienen de graveras que explotan depósitos granulares, son usados después de ser sometidos a un lavado y clasificado según su tamaño, generalmente tienen formas redondeadas.
- Áridos de machaqueo se obtienen en canteras tras desprenderlos de los macizos rocosos y someterlos a procesos de trituración estos áridos presentan superficies rugosas.

Figura N: 9 Áridos naturales.



Fuente: Construmatica Artículo; Tipos de áridos.

b. Áridos artificiales.

Constituidos por subproductos o residuos industriales generados por procesos industriales pueden ser: escorias, cenizas, carbón, filleres etc...

Figura N: 10 Árido artificial Ceniza.



Fuente: Construmatica Artículo; Tipos de áridos.

c. Áridos reciclados.

Obtenidos de un tratamiento del material inorgánico que ha sido utilizado previamente en la construcción, generalmente son procedentes de demoliciones de edificaciones estructuras entre otras. [15]

Figura N: 11 Árido reciclado, escombros de demoliciones.



Fuente: Construmatica Artículo; Tipos de áridos.

2.1.3 AGREGADOS FINOS.

Se considera como agregado fino aquel que proviene de la desintegración natural o artificial de las rocas y el cual puede pasar por el tamiz 3/8" (9,4mm) y cumple con los límites establecidos en la norma ASTM C 33.

Descripción general de la norma ASTM C-33.

La norma ASTM C-33 define la calidad y gradación de los agregados fino y grueso que serán utilizados para el concreto estructural por lo que se considera adecuada para asegurar que los materiales sean óptimos para la fabricación de concretos. [16]

El agregado fino debe estar graduado dentro de los límites que se indica en la Tabla. 4.

TABLA 4. Límites de granulometría para el agregado fino

TAMIZ	Porcentaje que pasa
3/8" (9.5mm)	100
Nro. 4 (4.75mm)	95 a 100
Nro. 8 (2.36 mm)	80 a 100
Nro. 16 (1.18 mm)	50 a 85
Nro. 30 (600µm)	25 a 60
Nro. 50 (300 µm)	10 a 30
Nro. 100 (150µm)	2 a 10

Fuente Normas de la Asociación Americana para el Ensayo de Materiales

Vol. 04.02 Pág. 11

2.1.4 DETERMINACIÓN DE LAS DENSIDADES DE LOS AGREGADOS

La densidad es la relación entre el peso y el volumen de una material en este caso los agregados y esta depende de las características de cada partícula.

La densidad aparente es la característica usada generalmente para el cálculo del volumen ocupado por el agregado en diferentes tipos de mezclas.

La capacidad de absorción es la capacidad de aumentar la masa de los agregados debido al agua en los poros del material pero sin incluir el agua presente en la superficie del material.

Ensayo de densidad de los agregados.

Se sumerge el agregado seco en agua por 24 horas con el fin de que los poros de las partículas se llenen de agua.

Se retira la muestra y se seca la superficie y se determina su masa constante luego se determina su volumen mediante el método del desplazamiento del agua.

Finalmente la muestra se seca al horno por 24 horas y se determina su masa.

Utilizando los valores de masa obtenidos y mediante las fórmulas de este método de ensayo, es posible calcular la densidad, la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción.

2.1.5 ARENA.

La arena es un agregado fino que se emplea para la elaboración de concreto hormigón y morteros y a su vez en la fabricación de mampostería, está compuesta de partículas de rocas trituradas.

Figura N: 12 Arena



Fuente: Artículo Construmatica; Tipos de áridos, arena de mina.

La arena fina se la utiliza para la mampostería mientras que la arena gruesa se la adiciona gravilla para ser empleada en la fabricación de pisos o en las cimentaciones.

Tabla.5 Clasificación de la arena por su módulo de finura

Tipo de arena	Módulo de finura
Gruesa	2.9 – 3.2 gramos
Media	2.2 – 2.9 gramos
Fina	1.5 – 2.2 gramos
Muy fina	1.5 gramos

Fuente: Patente Procedimiento mejorado para manufactura de una arena plástica de baja densidad, la arena plástica y composiciones.

El módulo de finura no deberá ser menor de 2,3 ni mayor de 3,1 y si varía más del 0,2 del valor asumido al seleccionar las proporciones para el concreto deberá ser rechazado a menos que se mejore para compensar la graduación. [17]

2.1.6 PIEDRA PÓMEZ

La piedra pómez o pumita es una piedra de origen volcánico (piroclásto), cuya composición es mayormente el 70% sílice y entre el 13% de alúmina, la piedra pómez es altamente porosa y de un peso ligero posee propiedades puzolánicas y aislantes térmicos.

La piedra pómez se produce cuando la lava es expulsada del volcán esta piedra tiene un alto contenido de agua y gases denominados volátiles. Mientras las burbujas de gases se liberan se escapan de la lava, este material se endurece cuando baja su temperatura y se vuelve una roca de peso ligero y de gran porosidad. [18]

Figura N: 13 Piedra pómez



Fuente: www.canstockphoto.es/piedra-pomez.

Características de la piedra pómez

- La piedra pómez tiene un color blanco grisáceo debido a su alto contenido de sílice y bajo contenido de hierro y magnesio.
- La piedra pómez es la única que puede flotar en el agua sin embargo al saturarse de agua se hunde.
- Por su origen volcánico tiene la característica de ser inerte lo cual permite su aplicación en procesos industriales.

Usos de la piedra pómez

- La piedra pómez es utilizada en la industria de la construcción, agricultura cerámica entre otros.
- Triturada se la utiliza en la elaboración de morteros u hormigones de áridos ligeros destinados a mejorar las condiciones térmicas y acústicas.

- Por su dureza se la usa frecuentemente como abrasivo en tratamientos superficiales de las rocas.
- Es ideal en procesos de filtraje de agua potable o la fabricación de filtro de peceras, como absorbente de productos químicos en el área petrolífera.
- Se la utiliza en la mezcla para la fabricación de bloques o mampuestos para la construcción de muros losas entre otros.
- Debido a su alta porosidad se lo usa como aislante térmico y acústico.
- Gracias a su peso ligero se lo usa como material en mampuestos de bajo peso como bloques para muros no portantes y alivianamiento de losas.

2.1.7 ARCILLA.

La arcilla se origina por los sedimentos geológicos resultantes de la descomposición de rocas silicosas y aluminosas por la acción atmosférica, son silicatos de alúmina. La arcilla pura está compuesta principalmente de un 47% de sílice un 39% de alúmina y un 14% de agua en relación con los demás componentes comunes en la arcilla. [19]

Figura N: 14 Tipos de arcilla.



Fuente: 360 en concreto.

PROPIEDADES FÍSICAS DE LAS ARCILLAS.

- Plasticidad.
- Color.
- Endurecimiento.
- Absorción.

BLOQUES DE SUELO ARCILLOSO.

- El suelo arcilloso es la base de los bloques de tierra prensada, este tipo de mampostería no contiene restos vegetales como pajas, ramas.

- Los bloques de suelo compactado son ladrillos de tierra cruda con un bajo contenido de agua, elaborados por medio de prensas mecánicas para obtener mampuestos con formas regulares.
- Los bloques de suelo pueden ser Inestabilizados o Estabilizados.
- Los bloques estabilizados contienen cemento su costo es más elevado y requieren de más agua para la hidratación del cemento pero este a su vez posee mejores propiedades mecánicas.
- Los bloques inestabilizados con los mampuestos de suelo prensado, estos pueden ser elaborados en obra y usados inmediatamente continuando el curado y ganando resistencia después que estén colocados. [20]

Elaboración de bloques de arcilla.

La arcilla sin tratar se puede almacenar a la intemperie o en una tolva de almacenamiento seguido se debe realizar la molienda de ser necesario y el mezclado con los demás materiales de esta manera se obtiene la mezcla para obtener una granulometría y textura para el conformado en los moldes.

La arcilla debe mantener una humedad entre el 12% a 15% para mantener su homogeneidad con el uso de palas, la adición de los agregados y agua se obtendrá una pasta con la plasticidad necesaria. [21]

Para el moldeo se debe colocar en los moldes metálicos con la ayuda de una varilla acomodamos las partículas y sometemos los moldes con la mezcla a vibración por unos minutos hasta que se forme una película de agua en la superficie.

Figura N: 15 Bloque de arcilla



Fuente: LandTees

DETERMINACIÓN DE LOS LIMITES DE ATTERBERG.

Ensayo para determinar el límite líquido y plástico para suelos plásticos en este caso se trabajó con arcilla blanca de alta plasticidad.

El límite líquido está definido como el contenido de humedad con el cual una masa de suelo colocada en la copa Casagrande separada mediante una herramienta la misma se deja caer a una altura de 1cm hasta que las dos masas de suelo se unan después de 25 golpes consecutivos.

El límite líquido es una medida de resistencia al corte del suelo a un determinado contenido de humedad y que cada golpe necesario para cerrar el surco corresponde a un esfuerzo cortante de $1\text{gr}/\text{cm}^2$. [22]

2.1.8 CEMENTO

La Norma INEN 152 define al cemento portland como “cemento hidráulico producido por la pulverización del Clinker, consistente básicamente de silicatos de calcio hidráulicos, conteniendo usualmente una o más de las formas del sulfato de calcio como adición en la molienda”.

El cemento a utilizar en la elaboración de bloques debe cumplir con las características y requisitos físicos y químicos de la Norma INEN 152, INEN 490 y la Norma INEN 1548 para el Cemento Portland. [23]

2.1.9 AGUA

La norma INEN 638 establece que el agua a usar en la fabricación de bloques debe ser agua dulce, limpia, si es posible que sea potable y libre de materiales nocivos como ácidos álcalis sales y materia orgánica [11].

En la fabricación de bloques de concreto el agua cumple dos funciones importantes la primera es hidratar la mezcla y la segunda es mantener el aire saturado de agua en las cámaras de curado mediante el uso de rociadores.

El agua con un exceso de impurezas pueden afectar el tiempo de fraguado la resistencia y puede causar eflorescencia, corrosión del esfuerzo, inestabilidad volumétrica y afectar en su durabilidad. [24]

2.1.10 PET (TEREFTALATO DE POLIETILENO).

El tereftalato de polietileno es un termoplástico de la clase del poliéster el cual se produce a partir de dos compuestos el ácido terftalico y el etilenglicol, ese plástico tiene una baja velocidad de cristalización y puede encontrarse en estado amorfo-transparente cristalino.

Se caracteriza por su pureza, alta resistencia y tenacidad. Los diferentes grados del PET se diferencian por su peso molecular, los de menor peso molecular se denominan de grado fibra los de peso molecular medio tienen un grado película y los de mayor peso molecular son de grado ingeniería. [25]

Figura N: 16 Tereftalato de polietileno.



Fuente COVIPLAST Ambato.

USOS DEL PET.

Entre los usos más frecuentes del PET se encuentran los siguientes:

- Fabricación de envases para bebidas gaseosas y no gaseosas medicamentos, cosméticos, aceites, productos alimenticios, bebidas alcohólicas, sustancias químicas, detergentes entre otros.
- Como fibra para relleno de bolsas de dormir, alfombras, cuerdas y almohadas.
- Como fibra de poliéster, prácticamente el PET es el poliéster comercialmente en la fibra o tela poliéster tiene con costo más elevado en el mercado debido a que las prendas de ese material son durables y resistentes.
- Como piezas técnicas de PET. El PET reforzado es reforzado con fibra de vidrio o sin reforzar, es de gran importancia en la elaboración de piezas resistentes al

desgaste, en material eléctrico, por sus propiedades ignifugas, dieléctricas, térmicas y de estabilidad dimensional.

CARACTERÍSTICAS DEL PET.

- Cristalinidad y transparencia aunque se puede pigmentar.
- Posee un buen comportamiento y alta resistencia a esfuerzos permanentes.
- Tiene alta resistencia al desgaste y un buen coeficiente de deslizamiento.
- Posee resistencia a químicos a la humedad y a la intemperie.
- Tiene una alta rigidez y dureza.
- Excelentes propiedades térmicas y gran indeformabilidad al calor.
- Buenas características eléctricas y dieléctricas.
- Alta resistencia al plegado y baja absorción de humedad que lo hacen muy adecuado para la fabricación de fibras. [26]

2.1.11 BLOQUES CON AGREGADOS PLÁSTICOS PET.

Un bloque con agregados PET se le puede considerar como un bloque ecológico por lo cual se define como todo aquel material apilable utilizado para la construcción que no genera impactos negativos a la naturaleza o medio ambiente.

Una de las desventajas de estos mampuestos es su baja resistencia, debido a la poca adherencia del cemento con el plástico pero esto se puede mejorar agregando aditivos químicos con los cuales mejoramos sus propiedades mecánicas.

Los bloques con PET pueden ser usados como una alternativa al bloque tradicional y se los puede emplear en cerramientos y muros no portantes.

ELABORACIÓN DE BLOQUES DE PET.

- Se muele o tritura los envases PET hasta obtener partículas con dimensiones entre 2 a 5 mm con un espesor de 0,1 a 0,2mm.
- La cantidad de cada material será medido al volumen según la dosificación para cada porcentaje.
- Se mezcla todas las partículas hasta obtener una mezcla homogénea hidratando con agua hasta que todas las partículas estén cubiertas con cemento.

- Se realiza el vertido de la mezcla en los moldes.
- Se acomoda más partículas con una varilla con el fin de que la mezcla este lo mejor distribuida.
- Cada molde es sometido a vibración hasta conseguir que las partículas se acomoden y no existas burbujas de aire o espacio sin llenar.
- Se desmolda y se somete al secado y curado de los bloques hasta el día de su ensayo.

Figura N: 17 Secado de bloques después de ser desmoldado



Fuente: CONSTRUPEDIA fabricación de bloques para la construcción.

TIPOS DE RECICLADO DE PET.

Gracias al reciclado de PET se pueden obtener nuevos envases PET láminas para termo formado, flejes, fibras de poliéster, madera plástica, alfombras, fibras de relleno entre más.

Existen tres tipos de reciclado del PET como son el mecánico, el químico y el energético siendo el mecánico el más utilizado por su bajo costo.

- **Reciclado mecánico.** Consiste en varias etapas donde se separa manualmente las botellas de PET para ser trituradas una vez separado el polietileno se procede al lavado, inmersión en agua y separación electrostática para aislar el aluminio que puede estar presente.
- **Reciclado químico.** Puede ser mediante procesos de metanolisis o la glicolisis. Los dos procesos son de escala industrial consisten en deshacer o depolimerizar

las partícula del PET en las moléculas que lo componen con el fin de purificar el material para que pueda ser usado nuevamente en el envasado de alimentos.

- **Reciclado energético.** Consiste en utilizar los envases desechados para obtener energía ya que con los mismos se puede realizar una combustión eficiente donde se puede obtener un poder calorífico de 6.3 Kcal/kg [27].

2.1.12 ENSAYO A COMPRESIÓN DE BLOQUES.

Equipo necesario: Se puede emplear cualquier máquina de compresión que posea un plato con rotula de segmento siempre que las superficies de contacto de los apoyos sean iguales o mayores que las muestras de prueba.

- **Preparación de las muestras.**

Para determinar la resistencia a la compresión de un bloque se debe usar bloques enteros seleccionados de acuerdo con la Norma NTE INEN 639:2012. [28]

Se pesa cada muestra cuidando que las muestras estén secas y se toma sus dimensiones.

Colocar en la máquina de compresión y sobre el bloque una plancha de acero con el fin de que los esfuerzos sean bien distribuidos a lo largo del área de contacto.

Emplear como tablero de trabajo una placa de acero de espesor no menor de 10 mm, con la cara superior pulida y nivelada en dos direcciones en ángulo recto, mediante un nivel de burbuja. Someter a compresión hasta llegar a la rotura de la muestra.

Considerar los valores de esfuerzo proporcionados por la máquina de compresión y el calculado con la carga máxima obtenida [29].

- **Procedimiento.**

Las muestras se ensayan respecto a la rótula y de manera que la carga se aplicara y en la misma dirección en que se vayan a colocar en la obra.

La carga se aplicará gradualmente en un tiempo no menor de un minuto ni mayor de dos, a una velocidad constante. [30]

➤ Cálculo

Para determinar la resistencia a compresión se usara la siguiente ecuación.

$$C = \frac{P}{S}$$

Donde:

C= resistencia a compresión.

P= carga de la rotura.

S= superficie bruta de la cara comprimida del elemento.

2.2 HIPÓTESIS

¿El uso del PET como sustituto parcial de la piedra pómez y la arcilla como sustituta parcial del agregado fino en la elaboración de bloques son un determinante en la resistencia a la compresión de los bloques?

2.3 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

2.3.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

El PET y la arcilla como sustitutos parciales de la piedra pómez y el agregado fino.

2.3.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Resistencia a la compresión.

CAPITULO III

METODOLOGÍA.

3.1 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.

El tipo de investigación del presente proyecto es exploratorio y descriptivo.

Exploratorio porque los bloques o mampuestos tradicionales no utilizan materiales plásticos reciclados o arcillosos, el propósito es analizar la resistencia a compresión obtenida de los bloques con estas clases de materiales.

Descriptivo ya que se analizara las resistencias obtenidas cada 7 días después de su elaboración hasta culminar los 21 días de curado, con los diferentes porcentajes de materiales plásticos, como el suelo arcilloso, con el fin de determinar los porcentajes óptimos al usar tanto del PET, como de la arcilla, para obtener un mampuesto que cumpla con las normas técnicas de construcción.

Al finalizar el presente proyecto se contará con los datos experimentales para determinar si es factible usar o no estos materiales para la fabricación de bloques de buena calidad y resistencia.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.

La población es difícil de cuantificar debido a las diferentes variables que influyen en los bloques se tomará tres testigos para la muestra por cada porcentaje de PET , arcilla y la combinación de los mismos considerando las normas INEN y ASTM para los diferentes ensayos a realizarse.

3.3 OPERALIZACIÓN DE VARIABLES.

3.3.1 VARIABLE INDEPENDIENTE:

EL PET Y LA ARCILLA COMO SUSTITUTOS PARCIALES DE LA PIEDRA PÓMEZ Y EL AGREGADO FINO.

Tabla N: 6 Operalización de variable independiente.

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
El PET es un plástico de la familia de los polímeros ideal para la fabricación de envases de grado alimenticio como para la fabricación de fibras sintéticas o piezas plásticas el mismo que en la actualidad se está usando como material alternativo para la construcción en la elaboración de mampostería techos o como material de decoración.	Tipos de plásticos.	PET. Polietileno tereftalato. PEAD. Polietileno de alta densidad. PEBD. Polietileno de baja densidad. PVC. Poli cloruro de vinilo. PP. Polipropileno. PS. Poli estireno.	¿Qué tipo de plásticos se pueden utilizar para la fabricación de bloques para la construcción?	Bibliográfica. Observación directa del producto final. Ensayo de materiales.
La arcilla es una roca sedimentaria compuesta de silicatos de aluminio hidratados con coloraciones diversas como rojo anaranjado blanco.	Tipos de bloques con suelo arcilloso	Bloques de suelo compactado son ladrillos de tierra cruda con un bajo contenido de agua elaborados por medio de prensas mecánicas.	¿Qué tipo de bloques con suelo arcilloso son los más recomendados en la construcción?	Observación. Normas ASTM e INEN.

<p>La arcilla es un material básico en la elaboración de bloques y ladrillos debido a su fácil moldeo.</p> <p>Un bloque de arcilla aligerada debido a su diseño porosidad poseen propiedades como aislamiento térmico acústico y resistencia.</p>		<p>Bloques estabilizados contienen cemento y requieren de más agua para la hidratación de del cemento.</p> <p>Bloques inestabilizados con los mampuestos de suelo prensado, estos pueden ser elaborados en obra y usados inmediatamente.</p>		
<p>Los Bloques son elementos modulares pre moldeados diseñados para la construcción están compuestos de materiales como piedra, arena cemento agua y otros.</p>	<p>Tipos de bloques usados en la construcción.</p>	<p>Tipo A, B, C, D y E Según la norma INEN.</p> <p>Livianos hasta un peso de 1200 Kg/m³.</p> <p>Medios con un peso de 1200 Kg/m³ hasta un 1800 Kg/m³</p> <p>Pesados con un peso mayor a 1800 Kg/m.</p>	<p>¿Qué tipo de bloques son los más usados en la construcción?</p>	<p>Normas INEN.</p> <p>Análisis de laboratorio.</p> <p>Ensayo de materiales.</p> <p>Bibliográfica.</p> <p>Observación.</p>

Elaborado por: Edga. Andrea Albán

3.3.2 VARIABLE DEPENDIENTE:

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES.

Tabla N: 7 Operalización de variable independiente

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS INSTRUMENTOS
<p>La resistencia es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento.</p> <p>La resistencia a la compresión de un material depende, dos factores como son su densidad y su composición.</p> <p>El ensayo de resistencia de bloques se realiza con el fin de determinar la calidad de los mampuestos es decir la capacidad de soporte en base a los agregados, peso, forma y volumen de los bloques.</p>	Ensayo de compresión.	Materiales	¿Qué equipos y materiales se utilizan en el ensayo a compresión?	Observación. Investigación. Bibliográfica. Normas INEN, ASTM. Investigación de Laboratorio.
		Equipo		
	Calidad de los mampuestos.	Muestreo	¿Cómo se realiza el muestreo de los bloques o mampuestos?	Observación. NORMA INEN.
	Calidad	¿Qué factores inciden en la resistencia a compresión de mampuestos?	Observación directa de producto final.	

Elaborado por: Edga. Andrea Albán Condo

3.4. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.

Tabla N: 8 Plan de recolección de información.

PREGUNTAS BÁSICAS	EXPLICACIÓN
¿Para qué?	Para determinar la resistencia a compresión de los bloques con agregado PET y agregado arcilloso.
¿De qué personas u objetos?	Agregados de minas de la ciudad de Ambato suelo arcilloso de la ciudad del Puyo y PET molido.
¿Sobre qué aspectos?	Influencia de la arcilla y el plástico PET como sustitutos parciales en la resistencia a compresión y peso de bloques.
¿Quien?	Andrea Margarita Albán Condo.
¿Donde?	Laboratorios de Ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.
¿Como?	Mediante ensayos de laboratorio. Investigación bibliográfica en normas y códigos de construcción vigentes.

Elaborado por: Andrea Albán Condo

3.5 PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.

Con el fin de obtener un punto de comparación se realizarán 3 muestras por cada porcentaje de agregado parcial PET y arcilla, a la vez una combinación de PET y arcilla como sustitutos parciales de los agregados las mismas que serán ensayadas a los 7, 14 y 21 días.

Tabla N: 9 Número y tipo de muestras.

Porcentaje de agregado pet			
Días de curado	10%	15%	25%
7	3	3	3
14	3	3	3
21	3	3	3
Total de muestras			27
Porcentaje de agregado arcilloso			
Días de curado	10%	15%	25%
7	3	3	3
14	3	3	3
21	3	3	3
Total de muestras			27
Porcentaje de agregado pet y agregado arcilloso			
Días de curado	10%	15%	25%
7	3	3	3
14	3	3	3
21	3	3	3
Total de muestras			27
Bloques de piedra pómez comerciales			
Días de curado	Número de muestras		
7	3		
14	3		
21	3		
Total de muestras			9

Elaborado por: Andrea Albán Condo

Para este proyecto se ensayarán un total de 90 muestras.

Los procesos a realizarse son los siguientes

Dosificación de materiales.

Para la dosificación de los materiales utilizaremos carretillas para definir las proporciones de agregados agua y cemento, las dosificaciones se harán por volumen con las siguientes relaciones para alcanzar las resistencias promedio de 18,81Kg/cm² las cual se determinó mediante el ensayo a compresión de los bloques fabricados en la bloquera Gavilánez.

Tabla N: 10 Dosificación base bloques normales

Material	Proporción	Resistencia a la compresión
Cemento	3	18.81 Kg/cm ²
Agregado fino	7	
Piedra pómez	8	

Fuente: Bloquera Gavilanes

Proceso de elaboración de muestras.

Se pesará los materiales tanto finos como gruesos una vez determinadas la granulometría y densidades de cada material procedemos a la dosificación de cada material según la Tabla N 10 considerando cada porcentaje de PET y arcilla como sustitutos parciales del agregado fino y la piedra pómez.

Dosificado el material para cada porcentaje de agregado tanto PET como arcilloso se coloca el agregado fino (arena y arcilla) con el cemento, se combina con una pala hasta obtener una mezcla homogénea, después se vierte el agregado grueso (piedra pómez y PET) y el agua, la unión se puede realizar manualmente o mecánicamente con el uso de una concretera.

Una vez mezclado el material se coloca la mezcla en un molde metálico y con ayuda de una varilla se compacta las partículas con el fin de distribuir el material y evitar que los bloques salgan incompletos, llenados los moldes y acomodado el material se somete a vibración en la maquina bloquera, los bloques deben ser sometidos a vibración hasta que se forme una película de agua sobre la superficie para después ser desmoldados y colocados en pilas para su curado y secado al intemperie.

El curado se realizará esparciendo agua con ayuda de una manguera o un recipiente hasta que la superficie de los bloques se mojen de manera uniforme con el fin de que se produzca la reacción química con el cemento y la mezcla alcance una buena resistencia.

El curado de los bloques que contienen arcilla se debe tener un especial cuidado de no exceder la cantidad de agua, se recomienda que el curado se realice con una menor cantidad de agua

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

4.1 RECOLECCIÓN DE DATOS (Metodología).

Para el desarrollo de este capítulo se procedió a la recolección de los agregados tanto gruesos como es la piedra pómez triturada así como finos arena con polvo de pómez del sector de Catimbo (1°19'10.4"S 78°32'55.8"W) de la ciudad de Pelileo y la arcilla blanca de la ciudad del Puyo de la cantera Fátima vía al Tena, el PET molido se obtuvo de la fábrica COVIPLAST ubicada en la ciudad de Ambato.

Los materiales se les someterá a ensayos de laboratorio según la Tabla N: 11 para obtener las características de cada material, con el fin de determinar la calidad, las características de cada uno y si estas cumplen con la normativa vigente para la elaboración de bloques.

4.1.1 ENSAYOS REALIZADOS A LOS AGREGADOS.

Los ensayos a realizarse están detallados en la siguiente tabla.

Tabla N: 11 Ensayos realizados en los agregados.

ENSAYO	AGREGADO GRUESO		AGREGADO FINO	
	PIEDRA PÓMEZ	PET MOLIDO	POLVO DE PÓMEZ CON ARENA	ARCILLA
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	X	X	X	X
LIMITE DE LIQUIDO				X
LIMITE PLÁSTICO				X
DENSIDAD REAL			X	X
GRAVEDAD ESPECIFICA	X			

Elaborado por: Edga. Andrea Albán Condo





Se realizó ensayos combinando los agregados con los diferentes porcentajes de cada material con el fin de determinar la granulometría que los materiales.

Tabla N: 12 Ensayos realizados en los agregados combinados.

ENSAYOS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS COMBINADOS.		
Agregados combinados	Granulometría de agregados finos	Granulometría de agregados gruesos
Arena o pómez molido con 10% de arcilla	X	
Arena o pómez molido con 15% de arcilla	X	
Arena o pómez molido 25% de arcilla	X	
Piedra pómez con 10% de PET	X	X
Piedra pómez con 15% de PET	X	X
Piedra pómez con 25% de PET	X	X
Combinación de Pómez molido, piedra pómez con 10% de arcilla y 10% de PET	X	X
Combinación de Pómez molido, piedra pómez con 15% de arcilla y 15% de PET	X	X
Combinación de Pómez molido, piedra pómez con 25% de arcilla y 25% de PET	X	X

Fuente: Edga. Andrea Albán Condo

Tabla N: 13 Materiales propuestos

Materiales propuestos	
PET	Piedra Pómez
	
Arena Con Polvo	Arcilla
	

Fuente: Elaborado por Edga Andrea Albán Condo

4.1.2 ENSAYO GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS

El ensayo granulométrico consiste en tomar una muestra del agregado y pasarla por los tamices con diferentes aberturas según la serie de Tyler.

Tabla N: 14 Tamices de la serie Tyler

TAMIZ	200	100	50	30	16	8	4	3/8"	3/4"	1 1/2"	3"
Abertura en ms.	0.075	0.15	0.30	0.60	1.18	2.36	4.75	9.50	19	37.5	75

Fuente: Norma ASTM C33.

Para la realizar el ensayo granulométrico tanto de los agregados finos como gruesos se procedió a tomar una muestra de arena con polvo pómez, piedra pómez arcilla y PET molido.

La granulometría de los agregados debe estar dentro de los límites y especificaciones de la norma NTE INEN 872 – ASTM C33.

Tabla N: 15 Limites especificados para agregados fino.

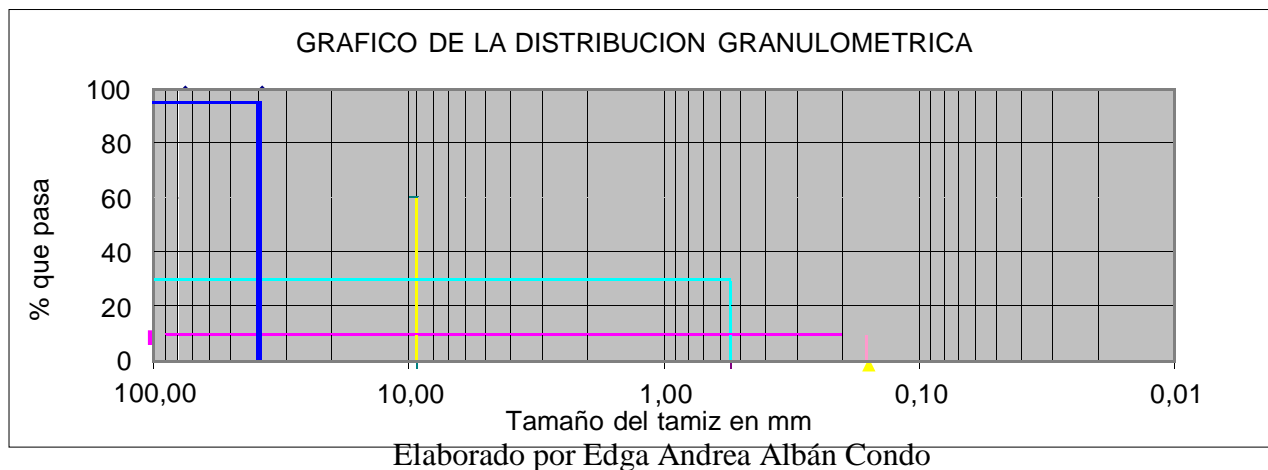
TAMIZ INEN	TAMIZ ASTM	PORCENTAJE QUE PASA
9.5 mm	3/8"	100
4.75 mm	#4	95 - 100
2.36 mm	#8	80 - 100
1.18 mm	#16	50 a 85
0.60 mm	#30	25 – 60
0.30 mm	#50	10 - 30
0.15 mm	#100	2 -10

Fuente: NTE INEN 872

4.1.3 ENSAYOS GRANULOMÉTRICOS REALIZADOS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS Y SUS DIFERENTES COMBINACIONES

Tabla N: 16 Granulometría de la piedra pómez

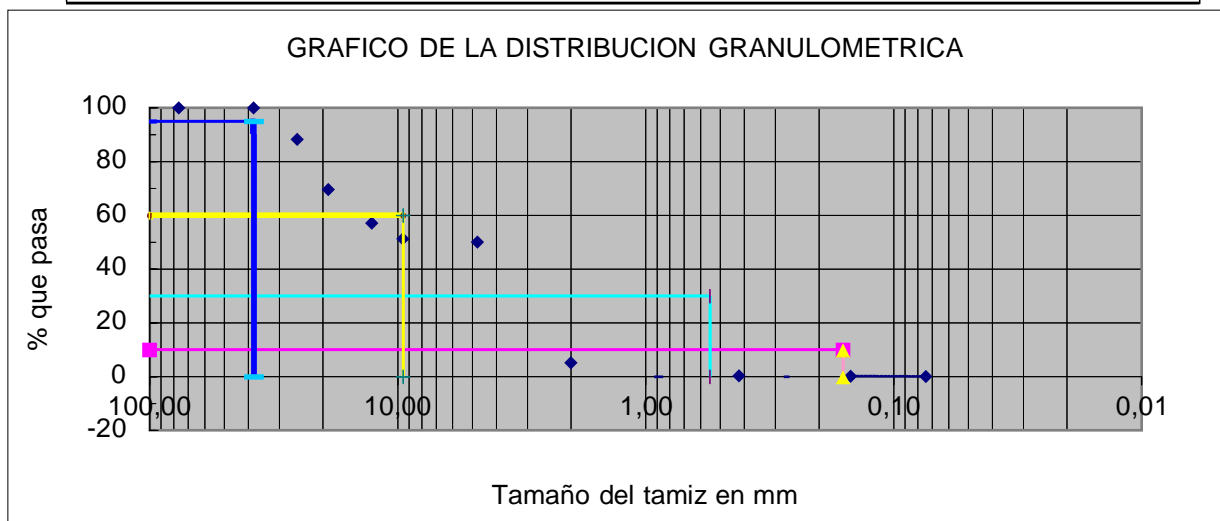
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS				
Normas:	ASTM:	D 421-58 Y D 422-63		
	AASHTO:	T-87-70 Y T-88-70		
PROYECTO:		ENSAYADO POR ANDREA ALBÁN		
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES FABRICADOS CON PET COMO SUSTITUTO PARCIAL DE LA PIEDRA PÓMEZ (CASCAJO) Y BLOQUES CON SUELO ARCILLOSO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO				
TIPO DE MUESTRA		PIEDRA PÓMEZ		
1 ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRÍA DE LOS SUELOS				
TAMIZ	mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,200	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,100	0,00	0,00	100,00
1"	25,400	128,00	0,89	99,11
3/4"	19,050	417,00	2,91	97,09
1/2"	12,700	600,00	4,18	95,82
3/8"	9,530	2787,00	19,44	80,56
N 4	4,760	5345,00	37,28	62,72
PASA N 4		8994,00	62,72	
N 10	2,000	232,30	29,14	33,58
N 40	0,420	434,6	54,52	8,20
N100	0,149	455,1	57,09	5,63
N200	0,074	467,30	58,62	4,10
PASA N200		32,70	4,10	
TOTAL ARENAS		500,00		
GRAN PESO TOTAL	14339,00	Peso cuarteo antes del lavado		500,00
Peso de lavado		Peso cuarteo después de lavado		467,30
Total - diferencia		Diferencia o pasa tamiz 200		32,70
2 GRAFICO DE LA DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA				



- En la granulometría de la piedra pómez se identifica que la mayoría del material pasa el tamiz N: 04 y es retenido en el tamiz N: 40 por lo cual la mayoría de las partículas tiene un tamaño máximo de 0.42 mm.

Tabla N: 17 Granulometría del PET molido

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS				
Normas:	ASTM:	D 421-58 Y D 422-63		
	AASHTO:	T-87-70 Y T-88-70		
PROYECTO:	ENSAYADO POR ANDREA ALBÁN			
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES FABRICADOS CON PET COMO SUSTITUTO PARCIAL DE LA PIEDRA PÓMEZ (CASCAJO) Y BLOQUES CON SUELO ARCILLOSO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO				
TIPO DE MUESTRA	PET MOLIDO			
1 ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRÍA DE LOS SUELOS				
TAMIZ	mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,200	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,100	0,00	0,00	100,00
1"	25,400	1261,80	11,66	88,34
3/4"	19,050	3292,10	30,43	69,57
1/2"	12,700	4644,20	42,92	57,08
3/8"	9,530	5273,10	48,74	51,26
N 4	4,760	5404,50	49,95	50,05
PASA N 4		5415,40	50,05	
N 10	2,000	448,30	44,91	5,14
N 40	0,420	496	49,69	0,36
N100	0,149	497,6	49,85	0,20
N200	0,074	498,80	49,97	0,08
PASA N200		0,80	0,08	
TOTAL ARENAS		499,60		
GRAN PESO TOTAL	10819,90	Peso cuarteo antes del lavado		499,60
Peso de lavado		Peso cuarteo después de lavado		498,80
Total - diferencia		Diferencia o pasa tamiz 200		0,80
2 GRAFICO DE LA DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA				



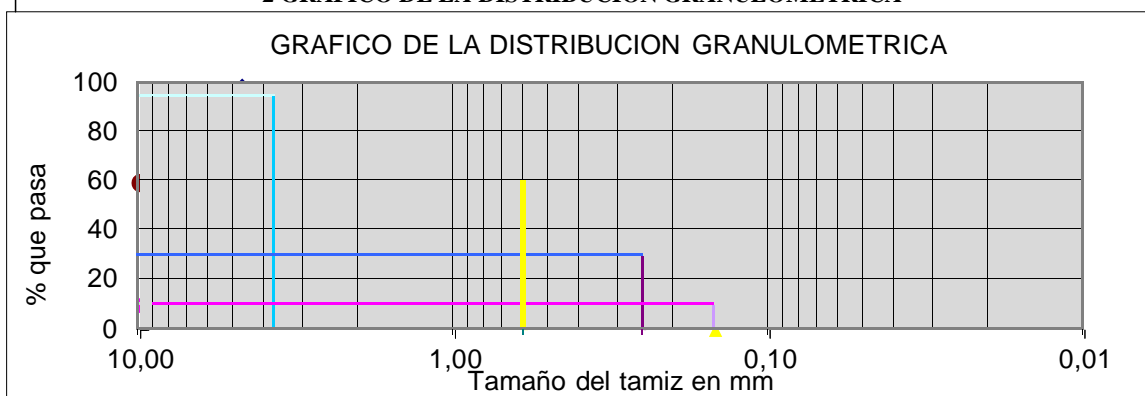
Elaborado por Edga Andrea Albán Condo

- Las partículas son retenidas en los tamices N 3/8", N4" con un tamaño de partícula de 4,760 mm, al igual que la granulometría de agregados finos son retenidos mayormente en los tamices N 10 y N 40 por lo cual es considerado como un agregado fino con un tamaño de 0.42 mm.

Tabla N: 18 Granulometría del agregado fino

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS				
Normas:	ASTM:	D 421-58 Y D 422-63		
	AASHTO:	T-87-70 Y T-88-70		
PROYECTO:	ENSAYADO POR ANDREA ALBÁN			
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES FABRICADOS CON PET COMO SUSTITUTO PARCIAL DE LA PIEDRA PÓMEZ (CASCAJO) Y BLOQUES CON SUELO ARCILLOSO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO				
TIPO DE MUESTRA	N°	AGREGADO FINO		
1 ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRÍA DE LOS SUELOS				
TAMIZ	Mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,200			
1 1/2"	38,100			
1"	25,400			
3/4"	19,050			
1/2"	12,700			
3/8"	9,530			
N 4	4,760	0,00	0,00	100,00
PASA N 4				
N 10	2,000	169	32,13	67,87
N 40	0,420	308	58,56	41,44
N100	0,149	425	80,80	19,20
N200	0,074	474	90,11	9,89
PASA N200		52	9,89	
TOTAL		526,00		
Peso antes del lavado	526,00	Peso cuarteo antes del lavado		526,00
Peso después lavado		Peso cuarteo después de lavado		474,00
Total – diferencia		Diferencia o pasa el tamiz # 200		52,00

2 GRAFICO DE LA DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



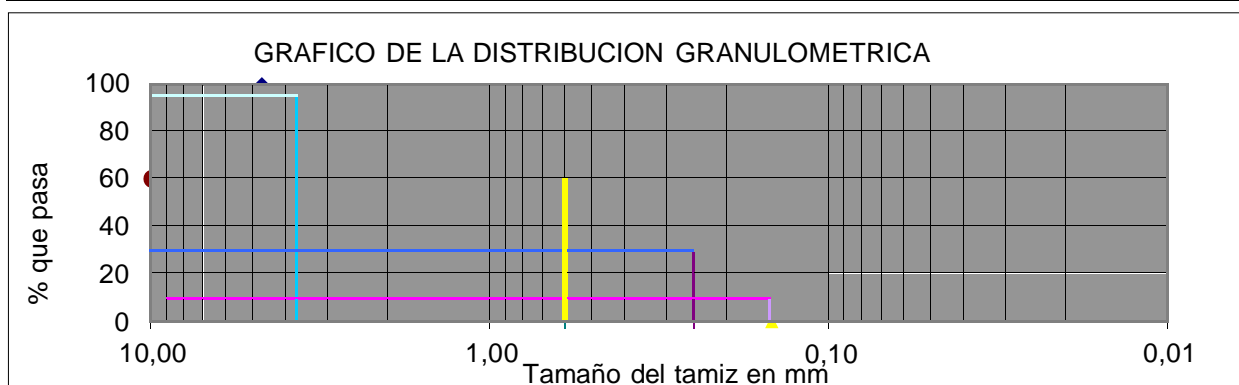
Elaborado por Edga Andrea Albán Condo

- Las partículas mayormente son finas debido a que pasan los tamices N 10 con el 67.87% con un tamaño de partícula de 2 mm y el tamiz N 40 con un 41,44% que pasa con un tamaño de partícula de 0.42mm.

Tabla N: 19 Granulometría de la arcilla

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS				
Normas:	ASTM:	D 421-58 Y D 422-63		
	AASHTO:	T-87-70 Y T-88-70		
PROYECTO:		ENSAYADO POR ANDREA ALBÁN		
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES FABRICADOS CON PET COMO SUSTITUTO PARCIAL DE LA PIEDRA PÓMEZ (CASCAJO) Y BLOQUES CON SUELO ARCILLOSO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO				
TIPO DE MUESTRA		ARCILLA		
1 ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRÍA DE LOS SUELOS				
TAMIZ	Mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,200			
1 1/2"	38,100			
1"	25,400			
3/4"	19,050			
1/2"	12,700			
3/8"	9,530			
N 4	4,760	0,00	0,00	100,00
PASAN 4				
N 10	2,000	54,90	10,98	89,02
N 40	0,420	318	63,60	36,40
N100	0,149	414,3	82,86	17,14
N200	0,074	467,6	93,52	6,48
PASAN 200		32,40	6,48	
TOTAL		500,00		
Peso ante lavado	500,00	Peso cuarteo antes del lavado		500,00
Peso de lavado		Peso cuarteo después de lavado		467,60
Total - diferencia		Diferencia o pasa el tamiz # 200		32,40

2 GRAFICO DE LA DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



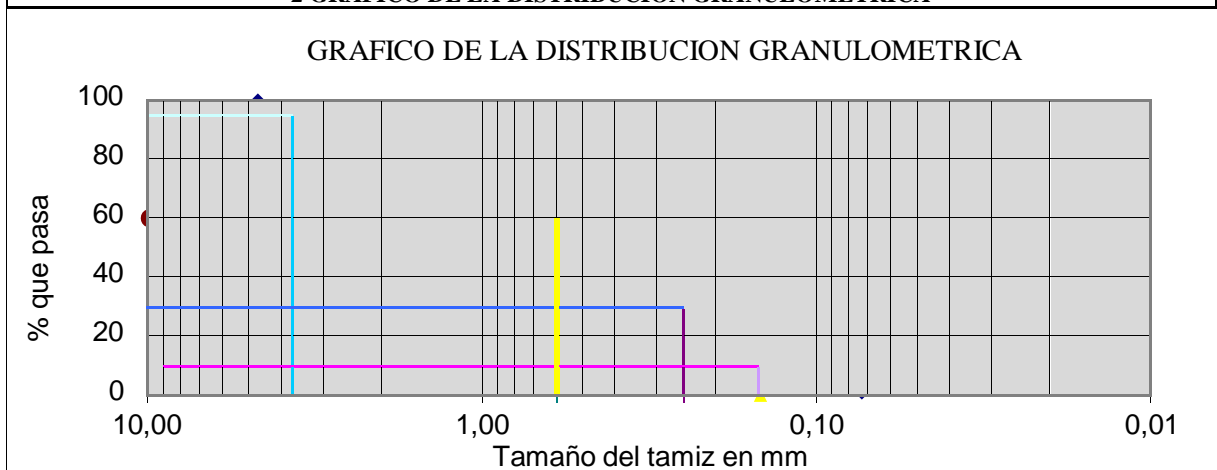
ENSAYADO POR Edga Andrea Albán Condo

- Las partículas de arcilla son retenidas en su mayoría en el tamiz N 40 con el 63.60% y el 17,14 % que pasa en el tamiz N 100 por lo cual la mayoría de las partículas tienen tamaños ente 0.420 y 0.149 mm.

Tabla N: 20 Granulometría del agregado fino con el 10% de arcilla

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS				
D 421-58 Y D 422-63				
Normas:	ASTM:	63		
	AASHTO:	T-87-70 Y T-88-70		
PROYECTO:				
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES F BRICADOS CON PET COMO SUSTITUTO PARCIAL DE LA PIEDA PÓMEZ (CASCAJO) Y BLOQUES CON SUELO ARCILLOSO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO				
AGREGADO FINO CON 10% ARCILLA				
TIPO DE MUESTRA				
1 ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRÍA DE LOS SUELOS				
TAMIZ	mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,200			
1 1/2"	38,100			
1"	25,400			
3/4"	19,050			
1/2"	12,700			
3/8"	9,530			
N 4	4,760	0,00	0,00	100,00
PASA N 4				
N 10	2,000	192	27,39	72,61
N 40	0,420	362	51,64	48,36
N100	0,149	625	89,16	10,84
N200	0,074	699	99,71	0,29
PASA N200				
TOTAL		701,00		

2 GRAFICO DE LA DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA

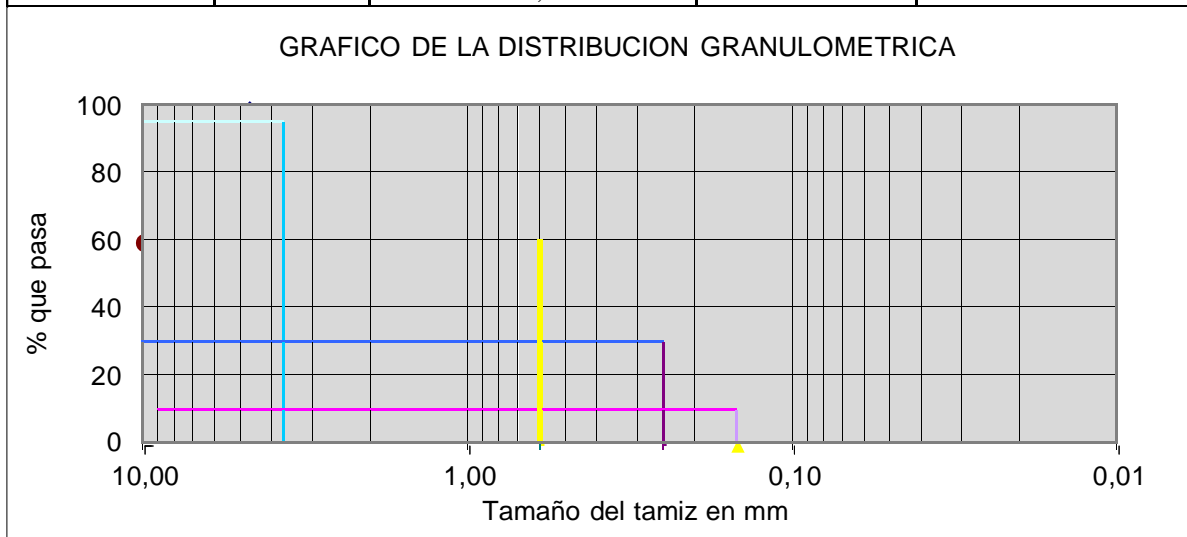


Elaborado por Edga Andrea Albán Condo

- En la combinación del agregado fino con el 10% de arcilla la mayor parte de las partículas son retenidas en los tamices N 10 y N 40 con el 72,61% y el 48,36% de la muestra que pasan por lo cual las partículas tienen un tamaño entre 2 y 0,42mm.

Tabla N: 21 Granulometría del agregado fino con el 15% de Arcila

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS				
Normas:		ASTM: D 421-58 Y D 422-63		
		AASHTO: T-87-70 Y T-88-70		
PROYECTO: ENSAYADO POR ANDREA ALBÁN				
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES FABRICADOS CON PET COMO SUSTITUTO PARCIAL DE LA PIEDRA PÓMEZ (CASCAJO) Y BLOQUES CON SUELO ARCILLOSO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO				
TIPO DE MUESTRA		AGREGADO FINO CON 15% ARCILLA		
1 ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRÍA DE LOS SUELOS				
TAMIZ	mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,200			
1 1/2"	38,100			
1"	25,400			
3/4"	19,050			
1/2"	12,700			
3/8"	9,530			
N 4	4,760	0,00	0,00	100,00
PASA N 4				
N 10	2,000	146,2	20,87	79,13
N 40	0,420	323,5	46,19	53,81
N100	0,149	559,6	79,90	20,10
N200	0,074	671,2	95,83	4,17
PASA N200		29,2	4,17	
TOTAL		700,40		

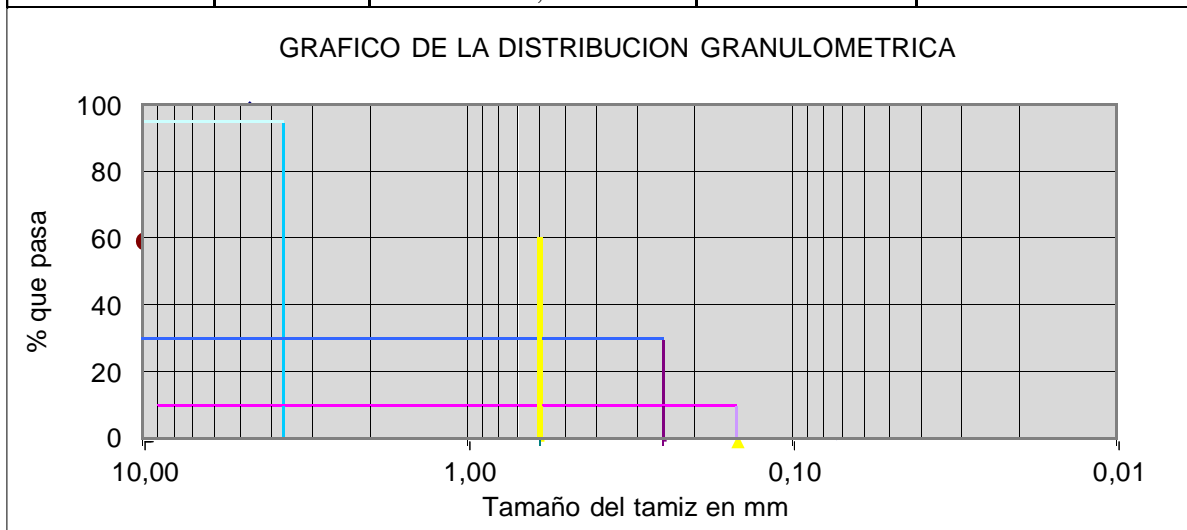


Elaborado por Edga Andrea Albán Condo

- En la combinación de agregado fino con 15% de arcilla la mayor parte de las partículas son retenidas en los tamices N 10 y N 40 con el 79.13% y el 53.81% de la muestra que pasan por lo cual las partículas tienen un tamaño entre 2.00 y 0.42mm.

Tabla N: 22 Granulometría del agregado fino con el 25% de arcilla

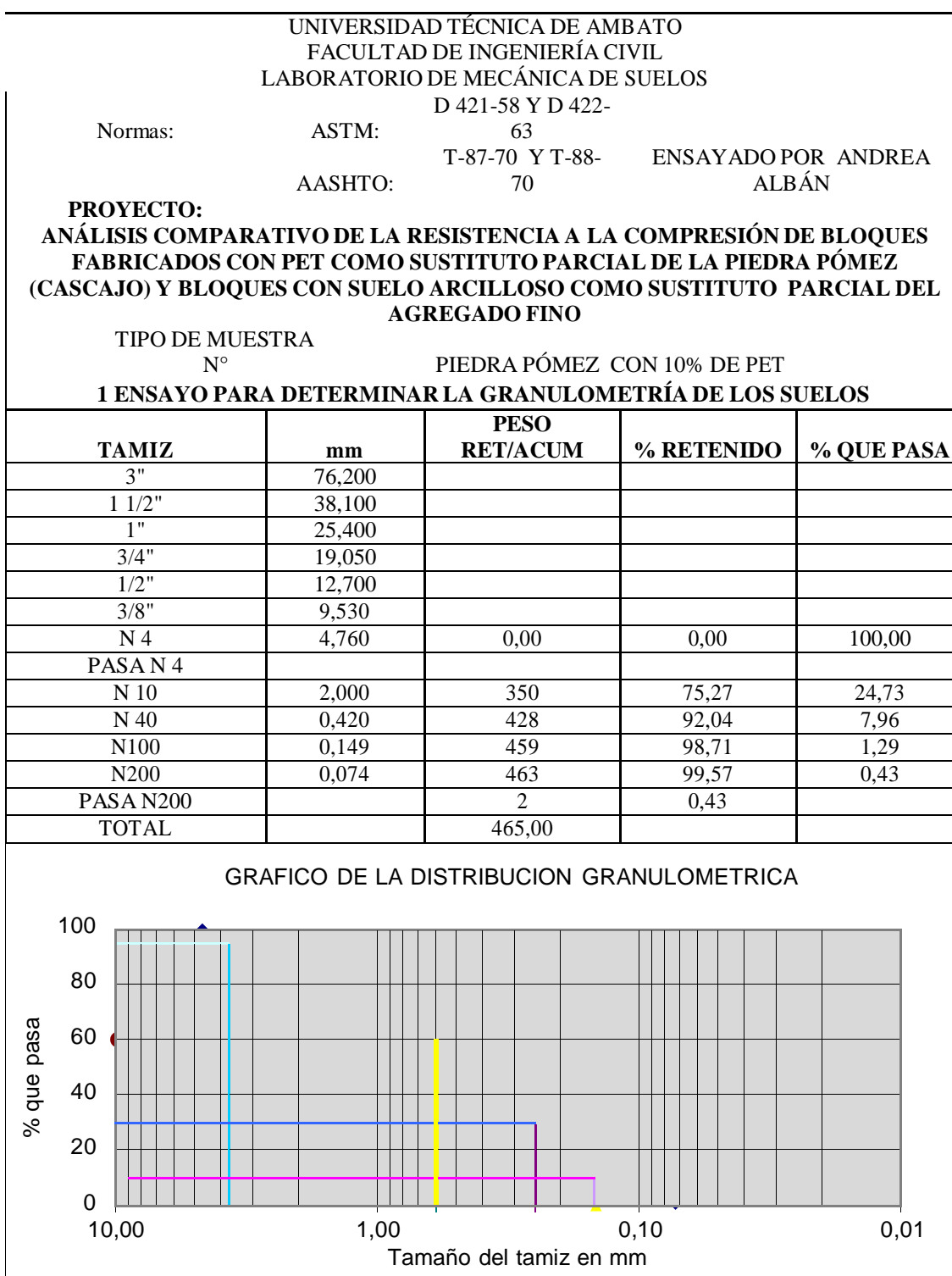
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS				
Normas:		ASTM: D 421-58 Y D 422-63		
		AASHTO: T-87-70 Y T-88-70		
PROYECTO: ENSAYADO POR ANDREA ALBÁN				
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES FABRICADOS CON PET COMO SUSTITUTO PARCIAL DE LA PIEDRA PÓMEZ (CASCAJO) Y BLOQUES CON SUELO ARCILLOSO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO				
TIPO DE MUESTRA		AGREGADO FINO CON 25% ARCILLA		
1 ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRÍA DE LOS SUELOS				
TAMIZ	mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,200			
1 1/2"	38,100			
1"	25,400			
3/4"	19,050			
1/2"	12,700			
3/8"	9,530			
N 4	4,760	0,00	0,00	100,00
PASA N 4				
N 10	2,000	151	21,51	78,49
N 40	0,420	333	47,44	52,56
N100	0,149	577	82,19	17,81
N200	0,074	685	97,58	2,42
PASA N200		17	2,42	
TOTAL		702,00		



Elaborado por Edga Andrea Albán Condo

- En la combinación del agregado fino con el 25% de arcilla la mayor parte de las partículas pasan el tamiz N 4 y son retenidas en los tamices N 10 y N 40 con el 79.49% y el 52.56% de la muestra que pasan por lo cual las partículas tienen un tamaño entre 2 y 0.42mm.

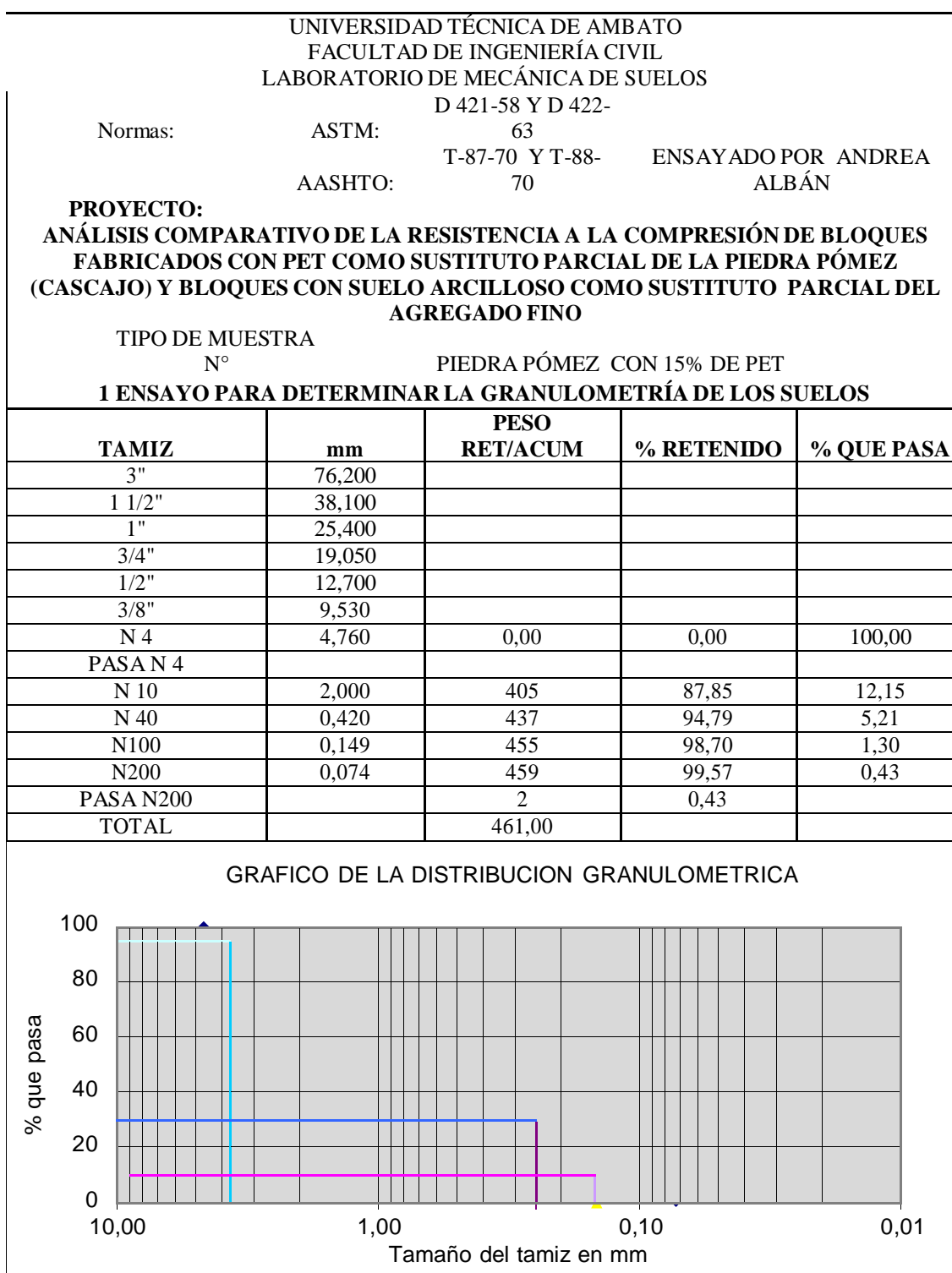
Tabla N: 23 Granulometría de la piedra pómez con el 10% de PET



Elaborado por Edga Andrea Albán Condo

- En la combinación de piedra pómez con 10% de PET molido la mayor parte de las partículas pasan el tamiz N 10 el 75.27% de la muestra es retenida con un peso de 350g de la muestra de 465 gr por lo cual las partículas tienen un tamaño de 2mm.

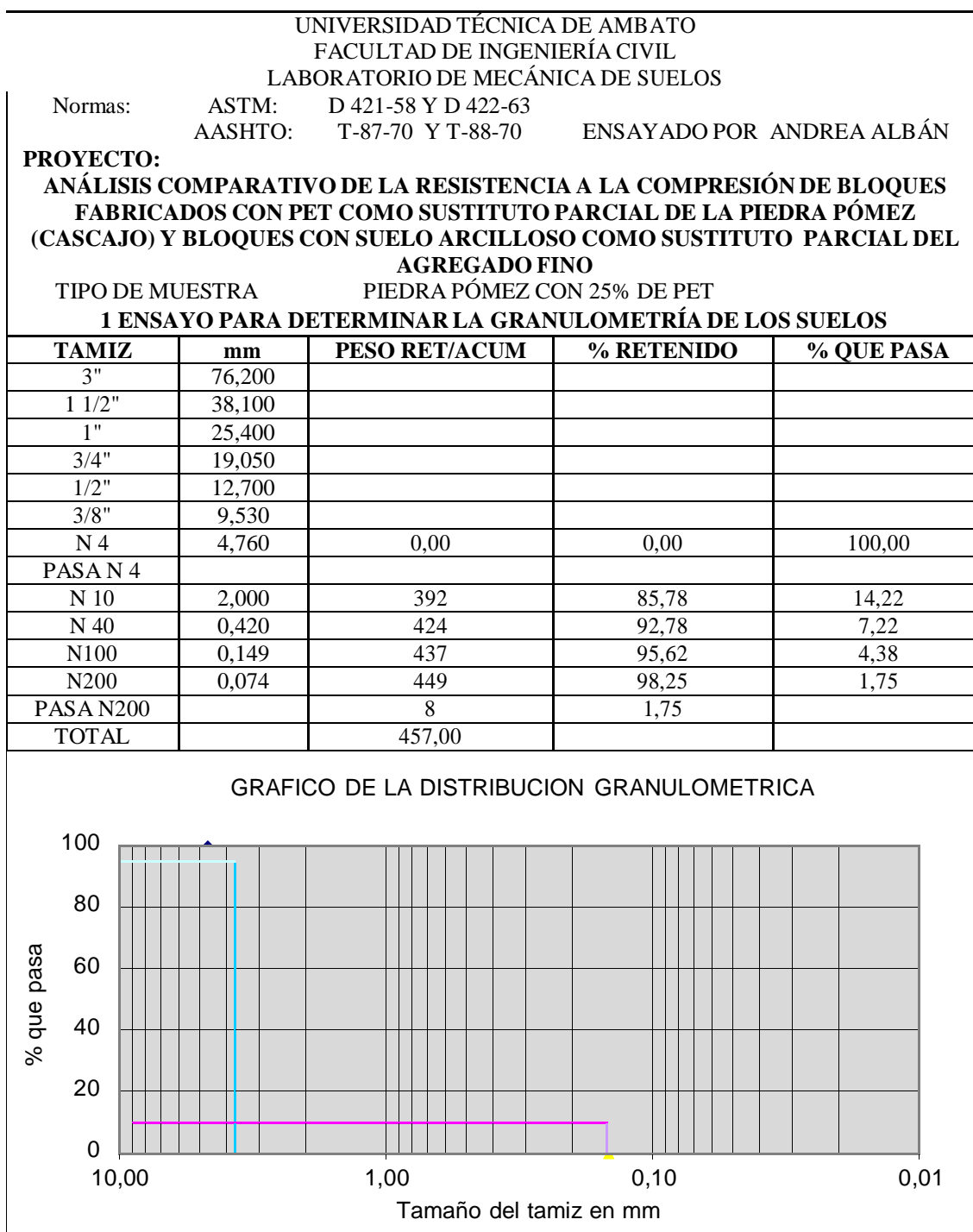
Tabla N: 24 Granulometría de la piedra pómez con el 15% de PET



Elaborado por Edga Andrea Albán Condo

- En la combinación de piedra pómez con 15% de PET molido la mayor parte de las partículas pasan el tamiz N10 y es retenido en el tamiz N 40 con el 94.79% de la muestra por lo cual las partículas tienen un tamaño de 2 mm.

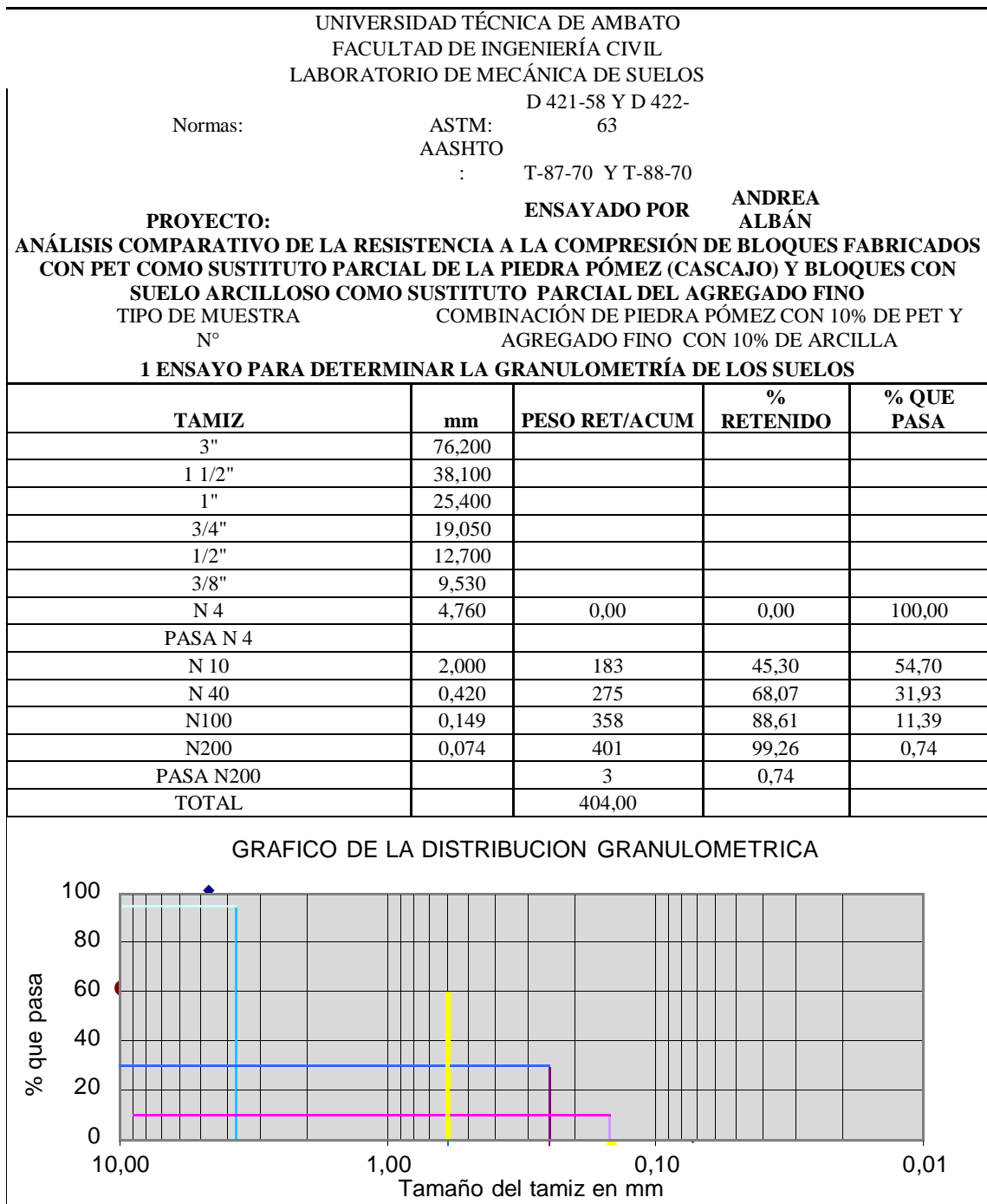
Tabla N: 25 Granulometría de la piedra pómez con el 25% de PET



Elaborado por Edga Andrea Albán Condo

- En la combinación de piedra pómez con el 25% de PET molido, la mayor parte de las partículas pasan el tamiz N 40, el 94.79% de la muestra es retenido por lo cual las partículas tienen un tamaño de 0.420mm.

Tabla N: 26 Granulometría de la piedra pómez con el 10% de PET y del agregado fino con 10% de arcilla

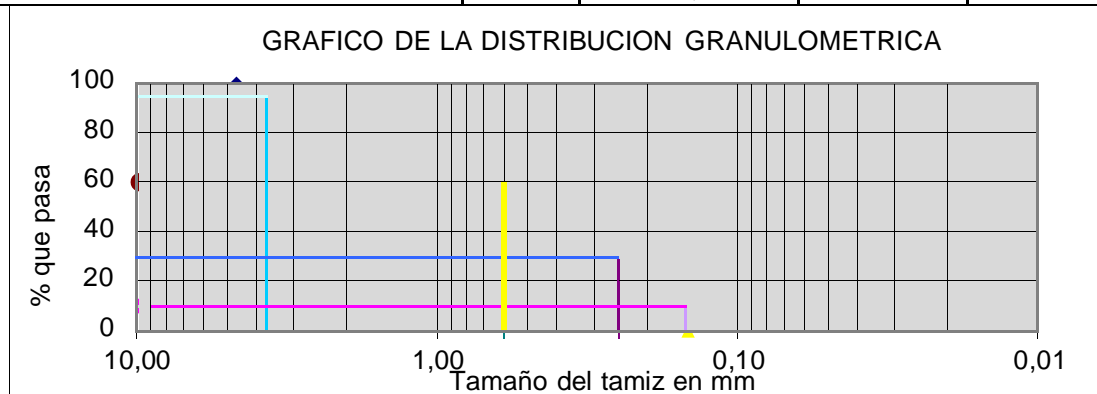


Elaborado por Edga Andrea Albán Condo

- En la combinación de piedra pómez con el 10% de PET molido y del agregado fino con el 10 % de arcilla el 54.70% pasa el tamiz N 10 y el 31.93 % de la muestra es retenido en el tamiz N40 por lo cual las partículas tienen un tamaño entre 2.00mm y 0.420mm.

Tabla N: 27 Granulometría de la piedra pómez con el 15% de PET y agregado fino con 15% de arcilla

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS D 421-58 Y D 422-63				
Normas:	ASTM:	63		
	AASHTO	:	T-87-70 Y T-88-70	
PROYECTO:	ENSAYADO POR		ANDREA ALBÁN	
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES FABRICADOS CON PET COMO SUSTITUTO PARCIAL DE LA PIEDRA PÓMEZ (CASCAJO) Y BLOQUES CON SUELO ARCILLOSO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO				
TIPO DE MUESTRA	COMBINACIÓN DE PIEDRA PÓMEZ CON 15% DE PET Y			
N°	CON AGREGADO FINO CON 15% DE ARCILLA			
1 ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRÍA DE LOS SUELOS				
TAMIZ	mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,200			
1 1/2"	38,100			
1"	25,400			
3/4"	19,050			
1/2"	12,700			
3/8"	9,530			
N 4	4,760	0,00	0,00	100,00
PASA N 4				
N 10	2,000	168	41,48	58,52
N 40	0,420	241	59,51	40,49
N100	0,149	318	78,52	21,48
N200	0,074	373	92,10	7,90
PASA N200		32	7,90	
TOTAL		405,00		

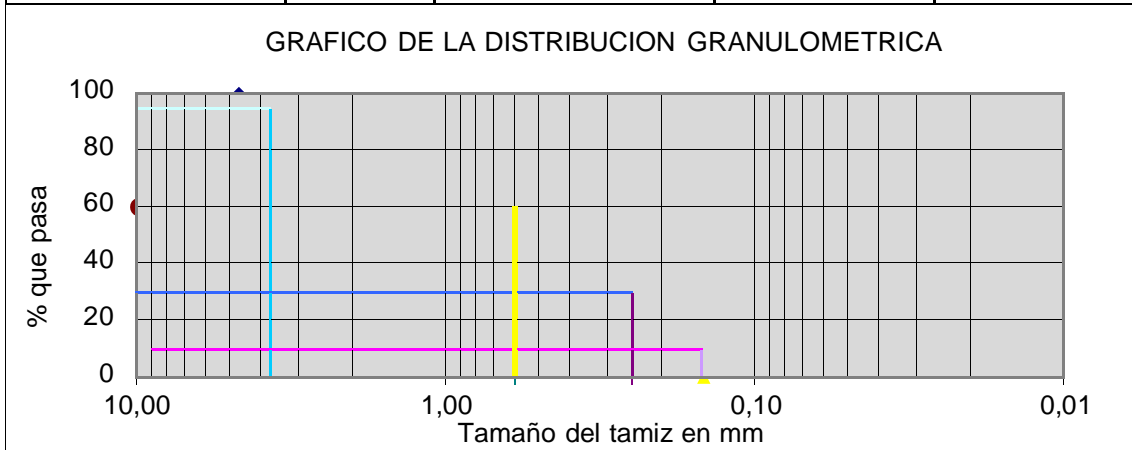


Elaborado por Edga Andrea Albán Condo

- En la combinación de piedra pómez con el 15% de PET molido y con agregado fino con el 15% de arcilla el 41.48% es retenido el tamiz N 10 y el 40.49% de la muestra pasa el tamiz N: 40 por lo cual las partículas tienen un tamaño entre 2 mm y 0.420 ms.

Tabla N: 28 Granulometría de la piedra pómez con el 25% de PET y agregado fino con 25% de arcilla




UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS				
Normas:	ASTM:	D 421-58 Y D 422-63		
	AASHTO:	T-87-70 Y T-88-70		
PROYECTO:	ENSAYADO POR	ANDREA ALBÁN		
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES FABRICADOS CON PET COMO SUSTITUTO PARCIAL DE LA PIEDRA PÓMEZ (CASCAJO) Y BLOQUES CON SUELO ARCILLOSO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO				
COMBINACIÓN DE PIEDRA PÓMEZ CON 25% DE PET Y AGREGADO FINO CON 25% DE ARCILLA				
TIPO DE MUESTRA				
1 ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRÍA DE LOS SUELOS				
TAMIZ	mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,200			
1 1/2"	38,100			
1"	25,400			
3/4"	19,050			
1/2"	12,700			
3/8"	9,530			
N 4	4,760	0,00	0,00	100,00
PASA N 4				
N 10	2,000	177	44,25	55,75
N 40	0,420	247	61,75	38,25
N100	0,149	319	79,75	20,25
N200	0,074	373	93,25	6,75
PASA N200		27	6,75	
TOTAL		400,00		



Fuente: Elaborado por Edga Andrea Albán Condo

- En la combinación de piedra pómez con el 25% de PET molido y agregado fino con el 25 % de arcilla el 44.25% es retenido el tamiz N: 10 y el 38.25 % de la muestra pasa el tamiz N: 40 por lo cual las partículas tienen un tamaño entre 2.00mm y 0.420mm.

Tabla N: 29 Equipos y materiales usados en los ensayos

ENSAYOS GRANULOMÉTRICOS		
		
Ensayo granulométrico de agregado PET	Juego de tamices para agregados gruesos	Pesado del agregado fino después de ser tamizado
		
Ensayo granulométrico de agregado fino PET	Preparación de muestra de arcilla para ser tamizada	Tamizadora
		
Juego de tamices para agregados finos	Arcilla después de ser tamizada	Ensayo granulométrico de la piedra pómez

Fuente: Elaborado por Edga Andrea Albán Condo



4.1.3 DETERMINACIÓN DE LÍMITES LÍQUIDO Y PLÁSTICO DE LA ARCILLA

Tabla N: 30 Determinación del límite líquido.

		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
		LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO							
PROYECTO:	Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de bloques fabricados con PET como sustituto parcial de la piedra pómez (cascajo) y bloques con suelo arcilloso como sustituto parcial del agregado fino						INICIO DE ENSAYO: 08-dic-16		
	ENSAYADO:	Egda. Andrea Albán			TIPO DE MUESTRA		ARCILLA		
UBICACIÓN:	Ambato								
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO									
Recipiente N°	6	7	8	9	10	11	12	13	
Peso del recipiente W_r	7,4	7,5	7,5	7,5	7,5	7,4	7,5	7,5	
Peso suelo húmedo + P. Recipiente (W_m+W_r)	18,6	16,9	23,1	20,1	19,7	22,8	28,6	26,1	
Peso suelo seco + P. Recipiente (W_s+W_r)	14,8	13,8	17,8	16	15,3	17,2	21,2	19,7	
Peso de Agua W_w	3,8	3,1	5,3	4,1	4,4	5,6	7,4	6,4	
Peso muestra seca W_s	7,4	6,3	10,3	8,5	7,8	9,8	13,7	12,2	
Contenido de humedad $w\%=100 \frac{W_w}{W_s}$	51,4	49,2	51,5	48,2	56,4	57,1	54,0	52,5	
Promedio $W\%$	50,28		49,85		56,78		53,24		
N° de Golpes	8		22		31		32		
Límite Líquido LL%	52,53								
NORMA: AASHTO T- 90-70, ASTM D - 424 - 71, INEN 691									
OBSERVACIONES: Fuente: Elaborado por Edga Andrea Albán Condo									

- Mediante al ensayo se determinó un límite líquido (LL%) de la arcilla de 52.53% el cual está dentro de los límites líquidos de las arcillas o suelos plásticos.

Tabla N: 31 Determinación del límite plástico e índice plástico

		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
PROYECTO:		INICIO DE ENSAYO		08-dic-16		
Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de bloques fabricados con PET como sustituto parcial de la piedra pómez (cascajo) y bloques con suelo arcilloso como sustituto parcial del agregado. fino						
ENSAYADO:		Egda. Andrea Albán		TIPO DE MUESTRA		ARCILLA
UBICACIÓN:		Ambato				
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO						
Recipiente N°	1	2	3	4	5	
Peso del recipiente (Wr)	4,30	4,30	4,20	4,20	4,40	
Peso suelo húmedo + P. Recipiente (Wm+Wr)	4,80	4,80	4,70	4,90	5,00	
Peso suelo seco + P. Recipiente (Ws +Wr)	4,60	4,70	4,50	4,70	4,90	
Peso de Agua Ww	0,20	0,10	0,20	0,20	0,10	
Peso muestra seca Ws	0,30	0,40	0,30	0,50	0,50	
Contenido de humedad w%=100 Ww/Ws	66,67	25,00	66,67	40,00	20,00	
Promedio W% (L.P)	43,67					
IP = LL - LP	8,86					
OBSERVACIONES:	NORMA: AASHTO T- 90-70, ASTM D - 424 - 59 -74, INEN 691					

Fuente: Elaborado por Edga Andrea Albán Condo

- En el ensayo se determinó un límite líquido (LP%) de la arcilla de 43.67% el cual está dentro de los límites líquidos de las arcillas o suelos plásticos.

4.1.4 DETERMINACIÓN DE DENSIDADES DE LA PIEDRA PÓMEZ ARCILLA Y EL AGREGADO FINO

. Tabla N: 32 Ensayo para determinar la densidad real de la piedra pómez

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIOS <i>Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de bloques fabricados con PET como sustituto parcial de la piedra pómez (cascajo) y bloques con suelo arcilloso como sustituto parcial del agregado fino</i> DENSIDAD REAL Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO Piedra pómez			
ENSAYADO POR:		ANDREA ALBÁN	FECH 12/dic/201
NORMA:		NTE INEN 857	A: 6
CÁLCULO DE LA DENSIDAD REAL			
DATOS	DESIGNACIÓN	UNIDA D	VALOR
M1	Masa de la canastilla en el aire	gr	1574,00
M2	Masa de la canastilla en el agua	gr	1407,00
M3	Masa de la canastilla + muestra SSS en el aire	gr	4290,00
M4	Masa de la canastilla + muestra SSS en el agua	gr	1631,00
DA	Densidad real del agua	gr/cm ³	1,00
M5 = M3-M1	Masa de la muestra SSS en el aire	gr	2716,00
M6 = M4-M2	Masa de la muestra SSS en el agua	gr	224,00
VR=(M5-M6)/DA	Volumen real de la muestra	cm ³	2492,00
DR=M5/VR	Densidad real	gr/cm ³	1,090
CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN			
DATOS	DESIGNACIÓN	UNIDA D	VALOR
M7	Masa del recipiente	gr	261,00
M8	Masa del recipiente + muestra SSS	gr	3035,00
M9=M8-M7	Masa de la muestra SSS	gr	2774,00
M10	Masa del recipiente + muestra seca	gr	1901,00
M11=M10-M7	Masa de la muestra seca	gr	1640,00
CA=((M9-M11)/M11)*100	Capacidad de absorción	%	69,15

Fuente: Elaborado por Edga Andrea Albán Condo

- En el ensayo de densidad real de la piedra pómez y la capacidad de absorción se determinó que la piedra pómez usada tiene una densidad de 1.09 gr/cm³ y una capacidad de absorción del 69.15%.

Tabla N: 33 Ensayo para determinar la densidad real del agregado fino con piedra pómez molida.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIOS			
<i>Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de bloques fabricados con PET como sustituto parcial de la piedra pómez (cascajo) y bloques con suelo arcilloso como sustituto parcial del agregado fino</i>			
DENSIDAD REAL Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO			
TIPO DE MUESTRA	AGREGADO FINO O AGREGADO FINO CON PIEDRA PÓMEZ MOLIDA		
ENSAYADO POR:	ANDREA ALBÁN	FECHA: 12/DIC/2016	
NORMA:	NTE INEN 856		
CÁLCULO DE LA DENSIDAD REAL			
DATOS	DESIGNACIÓN	UNIDAD	VALOR
M1	Masa del picnómetro	gr	150,40
M2	Masa del picnómetro + muestra SSS	gr	250,60
M3	Masa del picnómetro + muestra SSS + agua	gr	679,40
M4=M3-M2	Masa agua añadida	gr	428,80
M5	Masa picnómetro + 500cc de agua	gr	648,80
M6=M5-M1	Masa de 500cc de agua	gr	498,40
DA=M6/500cm ³	Densidad del agua	gr/cm ³	1,00
M7=M6-M4	Masa del agua desalojada por la muestra	gr	69,60
Msss=M2-M1	Masa del agregado	gr	100,20
Vsss=M7/DA	Volumen del agua desalojada	cm ³	69,82
DRA=Msss/Vsss	Densidad real de la agregado fino	gr/cm ³	1,435
CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN			
DATOS	DESIGNACIÓN	UNIDAD	VALOR
M7	Masa del recipiente	gr	104,30
M8	Masa del recipiente + muestra SSS	gr	154,50
M9=M8-M7	Masa de la muestra SSS	gr	50,20
M10	Masa del recipiente + muestra seca	gr	154,10
M11=M10-M7	Masa de la muestra seca	gr	49,80
CA=((M9-M11)/M11)*100	Capacidad de absorción	%	0,80
P2=(CA1+CA2)/2	Capacidad de absorción promedio	%	0,80

Fuente: Elaborado por Edga Andrea Albán Condo

- Realizado el ensayo de densidad real de la arena o agregado fino y la capacidad de absorción se determinó que el agregado fino usado tiene una densidad de 1.435 gr/cm³ y una capacidad de absorción del 0.80%.

Tabla N: 34 Ensayo para determinar la densidad real de la arcilla

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIOS

Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de bloques fabricados con PET como sustituto parcial de la piedra pómez (cascajo) y bloques con suelo arcilloso como sustituto parcial del agregado fino

DENSIDAD REAL Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

TIPO DE MUESTRA

ARCILLA

12/dic/201

ENSAYADO POR:

ANDREA ALBÁN

FECHA:

6

NORMA:

NTE INEN 856

CÁLCULO DE LA DENSIDAD REAL

DATOS	DESIGNACIÓN	UNIDAD	VALOR
M1	Masa del picnómetro	gr	150,40
M2	Masa del picnómetro + muestra SSS	gr	238,60
M3	Masa del picnómetro + muestra SSS + agua	gr	677,10
M4=M3-M2	Masa agua añadida	gr	438,50
M5	Masa picnómetro + 500cc de agua	gr	648,80
M6=M5-M1	Masa de 500cc de agua	gr	498,40
DA=M6/500cm ³	Densidad del agua	gr/cm ³	1,00
M7=M6-M4	Masa del agua desalojada por la muestra	gr	59,90
Msss=M2-M1	Masa del agregado	gr	88,20
Vsss=M7/DA	Volumen del agua desalojada	cm ³	60,09
DRA=Msss/Vsss	Densidad real de la arena	gr/cm ³	1,468

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN

DATOS	DESIGNACIÓN	UNIDAD	VALOR
M7	Masa del recipiente	gr	258,80
M8	Masa del recipiente + muestra SSS	gr	348,50
M9=M8-M7	Masa de la muestra SSS	gr	89,70
M10	Masa del recipiente + muestra seca	gr	305,90
M11=M10-M7	Masa de la muestra seca	gr	47,10
CA=((M9-M11)/M11)*100	Capacidad de absorción	%	90,45

Elaborado por Edga Andrea Albán Condo

- Una vez concluido el ensayo de densidad real de la arcilla y la capacidad de absorción se determinó que la arcilla usada tiene una densidad de 1.468gr/cm³ y una capacidad de absorción del 90.45%.
- La densidad de PET se obtuvo de la ficha técnica del PET marca JADE.
- Densidad del PET 1,33-1,34 gr/cm³ [30]

Tabla N: 35 Ensayos realizados en los agregados

Ensayos de densidades y limites		
		
Determinación de limite plástico de la arcilla	Preparación de muestra para determinación de limites	Copa casa grande
		
Instrumentos para la determinación de limites	Ensayo de densidad real método de la canastilla	Pesado de la piedra pómez
		
Adición de agua en el picnómetro.	Determinación de la densidad método del picnómetro	Preparación de muestras para la determinación de densidades de agregados finos

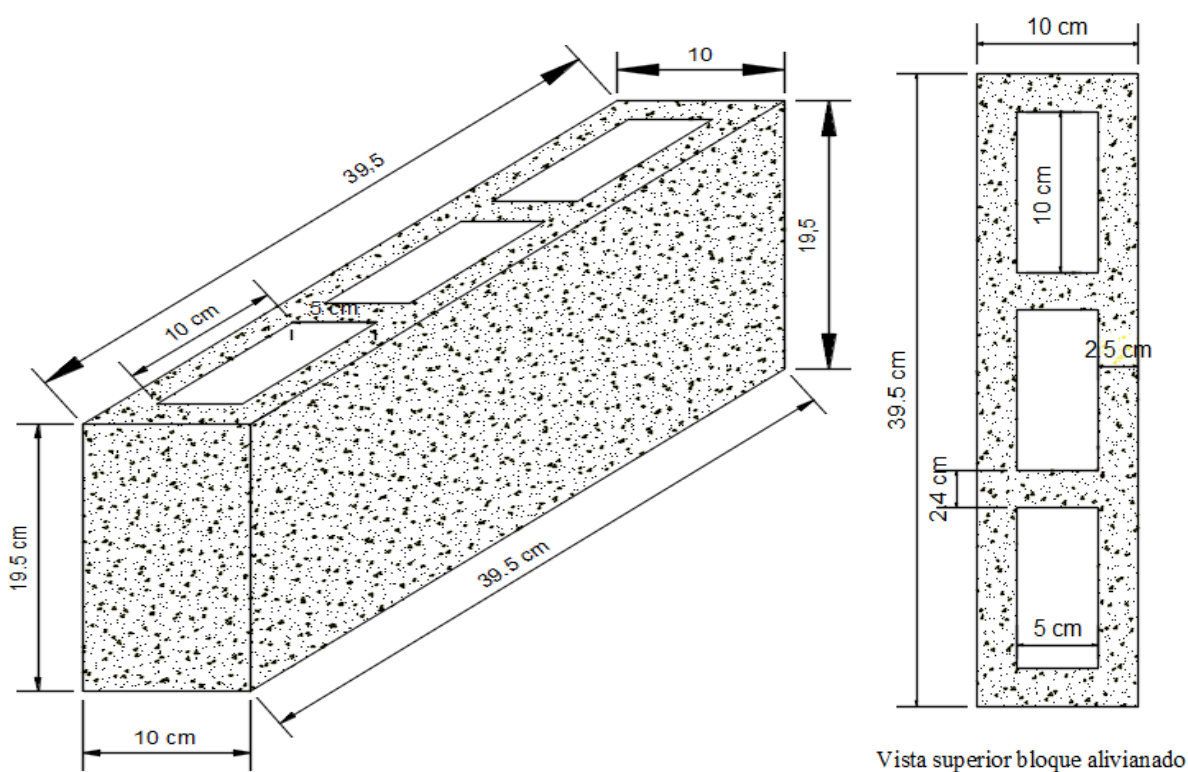
Fuente: Edga. Andrea Albán Condo

4.1.5 DOSIFICACIONES DE MATERIALES.

Una vez concluidos los ensayos y determinadas las densidades de cada uno de los agregados para bloques se procede a la dosificación de cada material para cada porcentaje de plástico, arcilla y de cada material que componen los bloques.

Las dosificaciones se realizará considerando un bloque comercial de las siguientes medidas alto 19.5 cm, ancho 10 cm profundidad 39.5cm y con un peso de 5.8 kg.

Figura N: 18 Dimensiones de la muestras



Vista isométrica del bloque alivianado

Fuente: Elaborado por Edga. Andrea Albán Condo

✓ Dosificación para la elaboración de 20 bloques comerciales.

Tabla N: 36 Cantidad de materiales para la fabricación de 20 bloques

Material	Cantidad de material
Cemento	16.66 kg
Agregado fino	0.08 m ³
Piedra pómez	0.08 m ³

Fuente: Bloquera Gaviláñez

Tabla N: 37 Dosificación para los bloques normales					
N	Cemento	Agregado fino arena	Piedra pómez	Número de muestras	Peso del bloque
Dosificación al volumen	3	7	8	9	5,8
dosificación al peso kg	8,73	20,30	23,20		

Fuente: Edga. Andrea Albán Condo

➤ **Cálculo de la cantidad de cemento para la elaboración de 9 bloques.**

Dosificación al volumen

Bloque = 18 porciones de material

Peso del bloque = 5.8 kg

5.8 kg → 18 porciones

X → 3 porciones de cemento

$$x = \frac{5.8 * 3}{18}$$

$$x = 0.97$$

Cantidad total de cemento

Total de cemento = 0.97 kg* 9 bloques

Total de cemento = 8.73 kg

➤ **Cálculo de la cantidad de agregado fino para la elaboración de 9 bloques.**

Dosificación al volumen

Bloque = 18 porciones de material

Peso del bloque = 5.8 kg

5.8 kg → 18 porciones

X → 7 porciones de agregado fino

$$x = \frac{5.8 * 7}{18}$$

$$x = 2.26 \quad i$$

Cantidad total de agregado fino

Total de agregado fino = 2.26 kg* 9 bloques

Total de agregado fino = 20.30 kg

➤ **Cálculo de la cantidad de la piedra pómez para la elaboración de 9 bloques.**

Dosificación al volumen

Bloque = 18 porciones de material

Peso del bloque = 5.8 kg

5.8 kg → 18 porciones

X → 8 porciones de piedra Pómez

$$x = \frac{5.8 * 8}{18}$$

$$x = 2.58 \quad \text{iedra pómez}$$

Cantidad total de piedra pómez

Total de piedra pómez = 2.58 kg* 9 bloques

Total de piedra pómez = 23.2 kg

Dosificación para bloques con 10% de PET molido como sustituto parcial de la piedra pómez.

Tabla N: 38 Dosificación para los bloques con 10% de PET						
Materiales	Cemento	Agregado fino arena	Piedra pómez	PET	Número de muestras	Peso del bloque
Dosificación al volumen	3	7	7,2	0,8	9	5,8
Dosificación al peso kg	8,73	20,30	20,88	2,32		

Fuente: Edga. Andrea Albán Condo

➤ **Cálculo de la cantidad de cemento para la elaboración de 9 bloques.**

Dosificación al volumen

Bloque = 18 porciones de material

Peso del bloque = 5.8 kg

5.8 kg → 18 porciones

X → 3 porciones de cemento

$$x = \frac{5.8 * 3}{18}$$

$$x = 0.97$$

Cantidad total de cemento

Total de cemento = 0.97 kg* 9 bloques

Total de cemento = 8.73 kg

➤ **Cálculo de la cantidad de agregado fino para la elaboración de 9 bloques.**

Dosificación al volumen

Bloque = 18 porciones de material

Peso del bloque = 5.8 kg

5.8 kg → 18 porciones

X → 7 porciones de agregado fino

$$x = \frac{5.8 * 7}{18}$$

$$x = 2.26 \quad i$$

Cantidad total de agregado fino

Total de agregado fino = 2.26 kg* 9 bloques

Total de agregado fino = 20.30 kg

➤ **Cálculo de la cantidad de piedra pómez para la elaboración de 9 bloques.**

Dosificación al volumen

Bloque = 18 porciones de material

Peso del bloque = 5.8 kg

5.8 kg → 18 porciones

X → 7.2 porciones de Piedra Pómez

$$x = \frac{5.8 * 7.2}{18}$$

$$x = 2.32 \quad \text{piedra pómez}$$

Cantidad total de piedra pómez

Total de piedra pómez = 2.32 kg* 9 bloques

Total de piedra pómez = 20.88 kg

➤ **Cálculo de la cantidad de PET molido (10%) para la elaboración de 9 bloques.**

Dosificación al volumen

Bloque = 18 porciones de material

Peso del bloque = 5.8 kg

5.8 kg → 18 porciones

X → 1.2 porciones de PET molido

$$x = \frac{5.8 * 0.8}{18}$$

$$x = 0.38 \quad PE \quad i$$

Cantidad total de agregado PET

Total de agregado PET = 0.26 kg* 9 bloques

Total de PET = 2.32 kg

Dosificación para bloques con 15% de PET molido como sustituto parcial de la piedra pómez.

Tabla N: 39 Dosificación para los bloques con 15% de PET						
Materiales	Cemento	Agregado fino arena	Piedra pómez	PET	Número de muestras	Peso del bloque
Dosificación al volumen	3	7	6,8	1,2	9	5,8
Dosificación al peso kg	8,73	20,30	19,72	3,49		

Fuente: Edga. Andrea Albán Condo

➤ **Cálculo de la cantidad de cemento para la elaboración de 9 bloques.**

Dosificación al volumen

Bloque = 18 porciones de material

Peso del bloque = 5.8 kg

5.8 kg → 18 porciones

X → 3 porciones de cemento

$$x = \frac{5.8 \quad * 3}{18}$$

$$x = 0.97$$

Cantidad total de cemento

Total de cemento = 0.97 kg* 9 bloques

Total de cemento = 8.73 kg

➤ **Cálculo de la cantidad de agregado fino para la elaboración de 9 bloques.**

Dosificación al volumen

Bloque = 18 porciones de material

Peso del bloque =5.8 kg

5.8 kg → 18 porciones

X → 7 porciones de agregado fino

$$x = \frac{5.8 \quad * 7}{18}$$

$$x = 2.26 \qquad \qquad \qquad i$$

Cantidad total de agregado fino

Total de agregado fino = 2.26 kg* 9 bloques

Total de agregado fino = 20.30 kg

➤ **Cálculo de la cantidad de piedra pómez para la elaboración de 9 bloques.**

Dosificación al volumen

Bloque = 18 porciones de material

Peso del bloque =5.8 kg

5.8 kg → 18 porciones

X → 6.8 porciones de piedra pómez

$$x = \frac{5.8 * 6.8}{18}$$

$$x = 2.19 \quad \text{piedra pómez}$$

Cantidad total de piedra pómez

Total de piedra pómez = 2.19 kg* 9 bloques

Total de piedra pómez = 19.72 kg

➤ **Cálculo de la cantidad de PET molido (15%) para la elaboración de 9 bloques.**

Dosificación al volumen

Bloque = 18 porciones de material

Peso del bloque = 5.8 kg

5.8 kg → 18 porciones

X → 1.2 porciones de PET molido

$$x = \frac{5.8 * 1.2}{18}$$

$$x = 0.38 \quad \text{PET} \quad i$$

Cantidad total de agregado PET

Total de agregado PET = 0.38 kg* 9 bloques

Total de PET = 3.49 kg

Dosificación para bloques con 25% de PET molido como sustituto parcial de la piedra pómez.

Tabla N: 40 Dosificación para los bloques con 25% de PET						
Materiales	Cemento	Agregado fino arena	Piedra pómez	PET	Número de muestras	Peso del bloque
Dosificación al volumen	3	7	6	2	9	5,8
Dosificación al peso kg	8,73	20,30	17,40	5,80		

Fuente: Edga. Andrea Albán Condo

➤ **Cálculo de la cantidad de cemento para la elaboración de 9 bloques.**

Dosificación al volumen

Bloque = 18 porciones de material

Peso del bloque = 5.8 kg

5.8 kg → 18 porciones

X → 3 porciones de cemento

$$x = \frac{5.8 * 3}{18}$$

$$x = 0.97$$

Cantidad total de cemento

Total de cemento = 0.97 kg* 9 bloques

Total de cemento = 8.73 kg

➤ **Cálculo de la cantidad de agregado fino para la elaboración de 9 bloques.**

Dosificación al volumen

Bloque = 18 porciones de material

Peso del bloque = 5.8 kg

5.8 kg → 18 porciones

X → 7 porciones de agregado fino

$$x = \frac{5.8 * 7}{18}$$

$$x = 2.26 \quad i$$

Cantidad total de agregado fino

Total de agregado fino = 2.26 kg* 9 bloques

Total de agregado fino = 20.30 kg

➤ **Cálculo de la cantidad de piedra pómez para la elaboración de 9 bloques.**

Dosificación al volumen

Bloque = 18 porciones de material

Peso del bloque = 5.8 kg

5.8 kg → 18 porciones

X → 6 porciones de Piedra pómez

$$x = \frac{5.8 * 6}{18}$$

$$x = 1.93 \quad \text{piedra pómez}$$

Cantidad total de piedra pómez

Total de piedra pómez = 1.93 kg* 9 bloques

Total de piedra pómez = 17.40 kg

➤ **Cálculo de la cantidad de PET molido (25%) para la elaboración de 9 bloques.**

Dosificación al volumen

Bloque = 18 porciones de material

Peso del bloque = 5.8 kg

5.8 kg → 18 porciones

X → 2 porciones de PET molido

$$x = \frac{5.8 * 2}{18}$$

$$x = 0.64 \quad PE \quad i$$

Cantidad total de agregado PET

Total de agregado PET = 0.64 kg* 9 bloques

Total de PET = 5.8 kg

Dosificación para bloques con 10% de arcilla como sustituto parcial del agregado fino.

Tabla N: 41 Dosificación para los bloques con 10% de arcilla						
Materiales	Cemento	Agregado fino arena	Piedra pómez	Arcilla	Número de muestras	Peso del bloque
Dosificación al volumen	3	6,3	8	0,7	9	5,8
Dosificación al peso kg	8,73	18,27	23,20	2,03		

Fuente: Edga. Andrea Albán Condo

➤ **Cálculo de la cantidad de cemento para la elaboración de 9 bloques.**

Dosificación al volumen

Bloque = 18 porciones de material

Peso del bloque = 5.8 kg

5.8 kg → 18 porciones

X → 3 porciones de cemento

$$x = \frac{5.8 * 3}{18}$$

$$x = 0.97$$

Cantidad total de cemento

Total de cemento = 0.97 kg* 9 bloques

Total de cemento = 8.73 kg

➤ **Cálculo de la cantidad de agregado fino para la elaboración de 9 bloques.**

Dosificación al volumen

Bloque = 18 porciones de material

Peso del bloque =5.8 kg

5.8 kg → 18 porciones

X → 6.3 porciones de agregado fino

$$x = \frac{5.8 * 6.3}{18}$$

$$x = 2.03 \qquad i$$

Cantidad total de agregado fino

Total de agregado fino = 2.03 kg* 9 bloques

Total de agregado fino = 18.27 kg

➤ **Cálculo de la cantidad de piedra pómez para la elaboración de 9 bloques.**

Dosificación al volumen

Bloque = 18 porciones de material

Peso del bloque = 5.8 kg

5.8 kg → 18 porciones

X → 8 porciones de piedra pómez

$$x = \frac{5.8 * 8}{18}$$

$$x = 2.58 \quad \text{piedra pómez}$$

Cantidad total de piedra pómez

Total de piedra pómez = 2.58 kg* 9 bloques

Total de piedra pómez = 23.20 kg

➤ **Cálculo de la cantidad de arcilla (10%) para la elaboración de 9 bloques.**

Dosificación al volumen

Bloque = 18 porciones de material

Peso del bloque = 5.8 kg

5.8 kg → 18 porciones

X → 0.7 porciones de arcilla

$$x = \frac{5.8 * 0.7}{18}$$

$$x = 0.23 \quad i$$

Cantidad total de arcilla

Total de arcilla = 0.23 kg* 9 bloques

Total de arcilla = 2.03 kg

Dosificación para bloques con 15% de arcilla como sustituto parcial del agregado fino.

Tabla N: 42 Dosificación para los bloques con 15% de arcilla						
Materiales	Cemento	Agregado fino arena	Piedra pómez	Arcilla	Número de muestras	Peso del bloque
Dosificación al volumen	3	5,95	8	1,05	9	5,8
Dosificación al peso kg	8,73	17,26	23,20	3,05		

Fuente: Edga. Andrea Albán Condo

➤ **Cálculo de la cantidad de cemento para la elaboración de 9 bloques.**

Dosificación al volumen

Bloque = 18 porciones de material

Peso del bloque = 5.8 kg

5.8 kg → 18 porciones

X → 3 porciones de cemento

$$x = \frac{5.8 * 3}{18}$$

$$x = 0.97$$

Cantidad total de cemento

Total de cemento = 0.97 kg* 9 bloques

Total de cemento = 8.73 kg

➤ **Cálculo de la cantidad de agregado fino para la elaboración de 9 bloques.**

Dosificación al volumen

Bloque = 18 porciones de material

Peso del bloque = 5.8 kg

5.8 kg → 18 porciones

X → 5.95 porciones de agregado fino

$$x = \frac{5.8 * 5.95}{18}$$

$$x = 1.92 \quad i$$

Cantidad total de agregado fino

Total de agregado fino = 1.92 kg* 9 bloques

Total de agregado fino = 17.26 kg

➤ **Cálculo de la cantidad de piedra pómez para la elaboración de 9 bloques.**

Dosificación al volumen

Bloque = 18 porciones de material

Peso del bloque = 5.8 kg

5.8 kg → 18 porciones

X → 8 porciones de piedra pómez

$$x = \frac{5.8 * 8}{18}$$

$$x = 2.58 \quad \text{iedra pómez}$$

Cantidad total de piedra pómez

Total de piedra pómez = 2.58 kg* 9 bloques

Total de iedra pómez = 23.20 kg

➤ **Cálculo de la cantidad de arcilla (15%) para la elaboración de 9 bloques.**

Dosificación al volumen

Bloque = 18 porciones de material

Peso del bloque =5.8 kg

5.8 kg → 18 porciones

X → 1.05 porciones de arcilla

$$x = \frac{5.8}{18} * 1.05$$

$$x = 0.34 \quad A \quad i$$

Cantidad total de arcilla

Total de arcilla = 0.34 kg* 9 bloques

Total de arcilla = 3.05 kg

Dosificación para bloques con 25% de arcilla como sustituto parcial del agregado fino.

Tabla N: 43 Dosificación para los bloques con 25% de arcilla.						
Materiales	Cemento	Agregado fino arena	Piedra pómez	Arcilla	Número de muestras	Peso del bloque
Dosificación al volumen	3	5,25	8	1,75	9	5,8
Dosificación al peso kg	8,73	15,23	23,20	5,08		

Fuente: Edga. Andrea Albán Condo

➤ **Cálculo de la cantidad de cemento para la elaboración de 9 bloques.**

Dosificación al volumen.

Bloque = 18 porciones de material

Peso del bloque =5.8 kg

5.8 kg → 18 porciones

X → 3 porciones de cemento

$$x = \frac{5.8 * 3}{18}$$

$$x = 0.97$$

Cantidad total de cemento

Total de cemento = 0.97 kg* 9 bloques

Total de cemento = 8.73 kg

➤ **Cálculo de la cantidad de agregado fino para la elaboración de 9 bloques.**

Dosificación al volumen

Bloque = 18 porciones de material

Peso del bloque =5.8 kg

5.8 kg → 18 porciones

X → 5.25 porciones de agregado fino

$$x = \frac{5.8 * 5.25}{18}$$

$$x = 1.69$$

i

.

Cantidad total de agregado fino

Total de agregado fino = 1.69 kg* 9 bloques.

Total de agregado fino = 15.23 kg.

➤ **Cálculo de la cantidad de piedra pómez para la elaboración de 9 bloques.**

Dosificación al volumen

Bloque = 18 porciones de material

Peso del bloque = 5.8 kg

5.8 kg → 18 porciones

X → 8 porciones de piedra pómez

$$x = \frac{5.8 * 8}{18}$$

$$x = 2.58 \quad \text{piedra pómez}$$

Cantidad total de piedra pómez

Total de piedra pómez = 2.58 kg* 9 bloques

Total de piedra pómez = 23.20 kg

➤ **Cálculo de la cantidad de arcilla (25%) para la elaboración de 9 bloques**

Dosificación al volumen

Bloque = 18 porciones de material

Peso del bloque = 5.8 kg

5.8 kg → 18 porciones

X → 1.75 porciones de arcilla

$$x = \frac{5.8 * 1.75}{18}$$

$$x = 0.56 \quad \text{arcilla}$$

Cantidad total de arcilla

Total de arcilla = 0.59 kg* 9 bloques

Total de arcilla= 5.08 kg

Para las dosificaciones de los bloques con PET y arcilla combinados se considerará los mismos pesos calculados de cada material.

Tabla N:44 Dosificación para los bloques con 10% de PET Y 10% de arcilla							
MATERIALES	Cemento	Agregado fino arena	Piedra pómez	PET	ARCILLA	Número de muestras	peso del bloque
Dosificación al volumen	3	6,3	7,2	0,8	0,7	9	5,8
Dosificación al peso kg	8,73	18,27	20,88	2,32	2,03		

Fuente: Edga. Andrea Albán Condo

Tabla N:45 Dosificación para los bloques con 15% de PET Y 15% de arcilla							
MATERIALES	Cemento	Agregado fino arena	Piedra pómez	PET	ARCILLA	Número de muestras	peso del bloque
Dosificación al volumen	3	5,95	6,8	1,2	1,05	9	5,8
Dosificación al peso kg	8,73	17,26	19,72	3,49	3,05		



Fuente: Edga. Andrea Albán Condo

Tabla N: 46 Dosificación para los bloques con 25% de PET y 25% de arcilla							
MATERIALES	Cemento	Agregado fino arena	Piedra pómez	PET	ARCILLA	Número de muestras	peso del bloque
Dosificación al volumen	3	5,25	6	2	1,75	9	5,8
Dosificación al peso kg	8,73	15,23	17,40	5,80	5,08		

Fuente: Edga. Andrea Albán Condo

4.1.6 PROCEDIMIENTO PARA LA FABRICACIÓN DE LOS BLOQUES

Una vez realizadas la dosificación y pesado cada material se procederá a la fabricación de los bloques según las especificación técnica.

<p>Pesado de la arcilla y el PET molido para la elaboración de 10 bloques.</p>	<p>Adición del cascajo.</p>
	
<p>Los materiales como la arcilla y el PET molido se deben pesar según la dosificación de cada bloque.</p> <p>La arcilla debe estar suelta y en su mayoría seca para que sea fácil la mezcla con los demás agregados.</p>	<p>El agregado fino se coloca en la carretilla para después ser mezclado con el cascajo o los otros materiales como la arcilla o el PET.</p>

Adición de la arcilla



La adición de la arcilla se debe realizar antes de adicionar el agua y en el agregado fino para que este no absorba el agua y se mezcle uniformemente.

Adición del cemento a los agregados



El cemento se debe colocar en el agregado fino según la dosificación y mezclado ya sea de forma manual o de forma mecánica.

Adición del agua en la mezcla



El agua se adiciona cuando ya están mezclados todos los agregados, la cantidad se hace al volumen y visualmente observando que la mezcla tenga una consistencia no muy pastosa ya que el exceso de agua perjudica en las propiedades mecánicas de los bloques. La cantidad de agua no debe exceder el $\frac{1}{3}$ de volumen de la mezcla.

Mezclado de todos los materiales



Adicionada el agua se debe mezclar todo por 5 a 10 minutos en este caso de forma manual mediante el uso de una pala.

Colocación de la mezcla en el molde	Colocación de bloque en la zona de secado y curado después de ser sometido a vibración
 <p data-bbox="233 920 825 1025">Una vez terminada la mezcla se coloca en los moldes hasta ser llenadas todas las cavidades para ser sometidos a vibración por 5 minutos.</p>	 <p data-bbox="841 920 1449 1003">Terminada la vibración se desmolda y se coloca en la zona de secado y curado.</p>

4.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

Una vez concluidos los ensayos de granulometría densidades y límites de Atterberg de los materiales se procederá a la fabricación de los bloques, curado y ensayo a compresión de los bloques.

Después de elaborados los bloques con 10%, 15% y 25% de PET molido como sustituto parcial de la piedra pómez, bloques con 10%, 15% y 25% de arcilla como sustituto parcial del agregado fino y la combinación de bloques con PET y arcilla se procedió a pesado de las muestras y ensayo a compresión de las mismas a los 7, 14 y 21 días al igual que las muestras de bloques comerciales para comparar la resistencia y peso con los bloques que contienen PET y arcilla.

4.2.1 RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES NORMALES O COMERCIALES A 7, 14 Y 21 DÍAS

Tabla N: 47 Ensayo a compresión de bloques comerciales

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA ENSAYO DE COMPRESIÓN BLOQUE NORMAL BLOQUE NORMAL ENSAYADO POR : ANDREA ALBÁN						DOSIFICACIÓN AL VOLUMEN Y PESO PARA 9 MUESTRAS				
						CEMENTO	3	3.73 Kg	PET	0
						AGREGADO FINO	7	20.30 Kg	ARCILLA	0
						PIEDRA PÓMEZ	8	23.20 Kg	AGUA	1/3 DE LA MEZCLA 15 LTS
TIPO DE MUESTRA		BLOQUE NORMAL		EDAD DE LA MUESTRA			7 DÍAS			
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CARGA EN KN	CARGA EN Kg	A (ANCHO) cm	B (LARGO) cm	ÁREA DE CONTACTO DEL BLOQUE cm ²	RESISTENCIA Kg/cm ²	RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm ²	PESO (Kg)	PESO PROMEDIO (Kg)	
BLOQUE N1	51,5	5251,46	9,5	39,5	375,25	13,99	14,07	5,62	5,80	
BLOQUE N2	44,4	4527,47	9,5	39,5	375,25	12,07		5,64		
BLOQUE N3	59,4	6057,02	9,5	39,5	375,25	16,14		6,15		
TIPO DE MUESTRA		BLOQUE NORMAL	EDAD DE LA MUESTRA				14 DÍAS			
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CARGA EN KN	CARGA EN Kg	A (ANCHO) cm	B (LARGO) cm	ÁREA DE CONTACTO DEL BLOQUE cm ²	RESISTENCIA Kg/cm ²	RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm ²	PESO (Kg)	PESO PROMEDIO (Kg)	
BLOQUE N4	66	6730,02	9,50	39,5	375,25	17,93	16,92	6	6,03	
BLOQUE N5	54,1	5516,58	9,50	39,5	375,25	14,70		6,1		
BLOQUE N6	66,7	6801,40	9,50	39,5	375,25	18,12		6		
TIPO DE MUESTRA		BLOQUE NORMAL		EDAD DE LA MUESTRA			21 DÍAS			
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CARGA EN KN	CARGA EN Kg	A (ANCHO) cm	B (LARGO) cm	ÁREA DE CONTACTO DEL BLOQUE cm ²	RESISTENCIA Kg/cm ²	RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm ²	PESO (Kg)	PESO PROMEDIO (Kg)	
BLOQUE N7	67,2	6852,38	9,5	39,5	375,25	18,26	18,81	5,65	5,71	
BLOQUE N8	72,8	7423,42	9,5	39,5	375,25	19,78		5,69		
BLOQUE N9	67,7	6903,37	9,5	39,5	375,25	18,40		5,80		

Fuente: Edga. Andrea Albán Condo

4.2.2 RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES CON 10% DE PET MOLIDO COMO SUSTITUTO PARCIAL DE LA PIEDRA PÓMEZ A 7, 14 Y 21 DÍAS

Tabla N: 48 Ensayo a compresión de bloques con 10% de PET molido como sustituto parcial de la piedra pómez

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA ENSAYO DE COMPRESIÓN BLOQUE NORMAL 8						DOSIFICACIÓN AL VOLUMEN Y PESO PARA 9 MUESTRAS					
						CEMENTO	3	3.73 Kg	PET	0.8	2.32Kg
						AGREGADO FINO	7	20.30 Kg	ARCILLA		0
						PIEDRA PÓMEZ	7.2	20.88k g	AGUA	1/3 DE LA MEZCLA	15 LTS
TIPO DE MUESTRA : BLOQUE CON 10% DE PET				EDAD DE LA MUESTRA			7 DÍAS				
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CARGA EN KN	CARGA EN Kg	A (ANCHO) cm	B (LARGO) cm	ÁREA DE CONTACTO DEL BLOQUE cm ²	RESISTENCIA Kg/cm ²	RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm ²	PESO (Kg)	PESO PROMEDIO (Kg)		
BLOQUE 10 P1	56	5710,32	9,5	39,5	375,25	15,22	14,53	5,6	5,57		
BLOQUE 10 P2	55,5	5659,34	9,5	39,5	375,25	15,08		5,6			
BLOQUE 10 P3	48,9	4986,33	9,5	39,5	375,25	13,29		5,5			
TIPO DE MUESTRA : BLOQUE CON 10% DE PET				EDAD DE LA MUESTRA			14 DÍAS				
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CARGA EN KN	CARGA EN Kg	A (ANCHO) cm	B (LARGO) cm	ÁREA DE CONTACTO DEL BLOQUE cm ²	RESISTENCIA Kg/cm ²	RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm ²	PESO (Kg)	PESO PROMEDIO (Kg)		
BLOQUE 10 P4	45,7	4660,03	9,50	39,5	375,25	12,42	15,65	5,4	5,33		
BLOQUE 10 P5	61,4	6260,96	9,50	39,5	375,25	16,68		5,4			
BLOQUE 10 P6	65,7	6699,43	9,50	39,5	375,25	17,85		5,2			
TIPO DE MUESTRA : BLOQUE CON 10% DE PET				EDAD DE LA MUESTRA			21 DÍAS				
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CARGA EN KN	CARGA EN Kg	A (ANCHO) cm	B (LARGO) cm	ÁREA DE CONTACTO DEL BLOQUE cm ²	RESISTENCIA Kg/cm ²	RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm ²	PESO (Kg)	PESO PROMEDIO (Kg)		
BLOQUE 10 P7	65,9	6719,82	9,5	39,5	375,25	17,91	18,48	5,21	5,24		
BLOQUE 10 P8	68,8	7015,54	9,5	39,5	375,25	18,70		5,29			
BLOQUE 10 P9	69,3	7066,52	9,5	39,5	375,25	18,83		5,23			

Fuente: Edga. Andrea Albán Condo

4.2.3 RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES CON 15% DE PET MOLIDO COMO SUSTITUTO PARCIAL DE LA PIEDRA PÓMEZ A 7, 14 Y 21 DÍAS

Tabla N: 49 Ensayo a compresión de bloques con 15% de PET molido como sustituto parcial de la piedra pómez

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA ENSAYO DE COMPRESIÓN BLOQUE NORMAL ENSAYADO POR : ANDREA ALBÁN						DOSIFICACIÓN AL VOLUMEN Y PESO PARA 9 MUESTRAS					
						CEMENTO	3	8.87 kg	PET	1,2	3.49 kg
						AGREGADO FINO	7	20.3 kg	ARCILLA	0	
						PIEDRA PÓMEZ	6,8	19.72 kg	AGUA	1/3 DE LA MEZCLA	15 lts
TIPO DE MUESTRA : BLOQUE CON 15% DE PET				EDAD DE LA MUESTRA			7 DÍAS				
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CARGA EN KN	CARGA EN Kg	A (ANCHO) cm	B (LARGO) cm	ÁREA DE CONTACTO DEL BLOQUE cm ²	RESISTENCIA Kg/cm ²	RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm ²	PESO (Kg)	PESO PROMEDIO (Kg)		
BLOQUE 15 P1	49,2	5016,92	9,5	39,5	375,25	13,37	14,11	5	5,00		
BLOQUE 15 P2	54,1	5516,58	9,5	39,5	375,25	14,70		5			
BLOQUE 15 P3	52,5	5353,43	9,5	39,5	375,25	14,27		5			
TIPO DE MUESTRA : BLOQUE CON 15% DE PET				EDAD DE LA MUESTRA			14 DÍAS				
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CARGA EN KN	CARGA EN Kg	A (ANCHO) cm	B (LARGO) cm	ÁREA DE CONTACTO DEL BLOQUE cm ²	RESISTENCIA Kg/cm ²	RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm ²	PESO (Kg)	PESO PROMEDIO (Kg)		
BLOQUE 15 P4	52,3	5333,03	9,50	39,5	375,25	14,21	15,22	4,8	5,03		
BLOQUE 15 P5	52,2	5322,83	9,50	39,5	375,25	14,18		5,2			
BLOQUE 15 P6	63,5	6475,10	9,50	39,5	375,25	17,26		5,1			
TIPO DE MUESTRA : BLOQUE CON 15% DE PET				EDAD DE LA MUESTRA			21 DÍAS				
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CARGA EN KN	CARGA EN Kg	A (ANCHO) cm	B (LARGO) cm	ÁREA DE CONTACTO DEL BLOQUE cm ²	RESISTENCIA Kg/cm ²	RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm ²	PESO (Kg)	PESO PROMEDIO (Kg)		
BLOQUE 15 P7	64,1	6536,28	9,5	39,5	375,25	17,42	17,41	4,78	4,83		
BLOQUE 15 P8	66,1	6740,22	9,5	39,5	375,25	17,96		4,88			
BLOQUE 15 P9	62	6322,14	9,5	39,5	375,25	16,85		4,83			

Fuente: Edga. Andrea Albán Condo

4.2.4 RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES CON 25% DE PET MOLIDO COMO SUSTITUTO PARCIAL DE LA PIEDRA PÓMEZ A 7, 14 Y 21 DÍAS

Tabla N: 50 Ensayo a compresión de bloques con 25% de PET molido como sustituto parcial de la piedra pómez

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA ENSAYO DE COMPRESIÓN BLOQUE NORMAL ENSAYADO POR : ANDREA ALBÁN						DOSIFICACIÓN AL VOLUMEN Y PESO PARA 9 MUESTRAS					
						CEMENTO	3	8.73kg	PET	2	5.8kg
						AGREGADO FINO	7	20.30 kg	ARCILLA	0	
						PIEDRA PÓMEZ	6	17.40 kg	AGUA	1/3 DE LA MEZCLA	15 lts
TIPO DE MUESTRA : BLOQUE CON 25% DE PET			EDAD DE LA MUESTRA			7 DÍAS					
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CARGA EN KN	CARGA EN Kg	A (ANCHO) cm	B (LARGO) cm	ÁREA DE CONTACTO DEL BLOQUE cm ²	RESISTENCIA Kg/cm ²	RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm ²		PESO (Kg)	PESO PROMEDIO (Kg)	
BLOQUE 25 P1	49	4996,53	9,5	39,5	375,25	13,32	14,30		4,84	4,85	
BLOQUE 25 P2	58	5914,26	9,5	39,5	375,25	15,76			4,9		
BLOQUE 25 P3	50,9	5190,27	9,5	39,5	375,25	13,83			4,8		
TIPO DE MUESTRA : BLOQUE CON 25% DE PET			EDAD DE LA MUESTRA			14 DÍAS					
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CARGA EN KN	CARGA EN Kg	A (ANCHO) cm	B (LARGO) cm	ÁREA DE CONTACTO DEL BLOQUE cm ²	RESISTENCIA Kg/cm ²	RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm ²		PESO (Kg)	PESO PROMEDIO (Kg)	
BLOQUE 25 P4	59,5	6067,22	9,50	39,5	375,25	16,17	16,79		4,5	4,60	
BLOQUE 25 P5	67,2	6852,38	9,50	39,5	375,25	18,26			4,7		
BLOQUE 25 P6	58,7	5985,64	9,50	39,5	375,25	15,95			4,6		
TIPO DE MUESTRA : BLOQUE CON 25% DE PET			EDAD DE LA MUESTRA			21 DÍAS					
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CARGA EN KN	CARGA EN Kg	A (ANCHO) cm	B (LARGO) cm	ÁREA DE CONTACTO DEL BLOQUE cm ²	RESISTENCIA Kg/cm ²	RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm ²		PESO (Kg)	PESO PROMEDIO (Kg)	
BLOQUE 25 P7	68,7	7005,34	9,5	39,5	375,25	18,67	17,65		4,61	4,52	
BLOQUE 25 P8	68,6	6995,14	9,5	39,5	375,25	18,64			4,56		
BLOQUE 25 P9	57,6	5873,47	9,5	39,5	375,25	15,65			4,38		

Fuente: Edga. Andrea Albán Condo

4.2.5 RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES CON 10% DE ARCILLA COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO A 7, 14 Y 21 DÍAS

Tabla N: 51 Ensayo a compresión de bloques con 10% de arcilla como sustituto parcial del agregado fino

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA ENSAYO DE COMPRESIÓN BLOQUE NORMAL ENSAYADO POR : ANDREA ALBÁN						DOSIFICACIÓN AL VOLUMEN Y PESO PARA 9 MUESTRAS					
						CEMENTO	3	8.73 kg	PET	0	
						AGREGADO FINO	6,3	18.27 kg	ARCILLA	0,7	20.3 kg
						PIEDRA PÓMEZ	8	23.20 kg	AGUA	1/3 DE LA MEZCLA	15 lts
TIPO DE MUESTRA : BLOQUE CON 10% DE ARCILLA				EDAD DE LA MUESTRA			7 DÍAS				
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CARGA EN KN	CARGA EN Kg	A (ANCHO) cm	B (LARGO) cm	ÁREA DE CONTACTO DEL BLOQUE cm ²	RESISTENCIA Kg/cm ²	RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm ²	PESO (Kg)	PESO PROMEDIO (Kg)		
BLOQUE 10 A1	45,6	4649,83	9,5	39,5	375,25	12,39	13,99	5,4	5,43		
BLOQUE 10 A2	66,3	6760,61	9,5	39,5	375,25	18,02		5,5			
BLOQUE 10 A3	42,6	4343,92	9,5	39,5	375,25	11,58		5,4			
TIPO DE MUESTRA : BLOQUE CON 10% DE ARCILLA				EDAD DE LA MUESTRA			14 DÍAS				
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CARGA EN KN	CARGA EN Kg	A (ANCHO) cm	B (LARGO) cm	ÁREA DE CONTACTO DEL BLOQUE cm ²	RESISTENCIA Kg/cm ²	RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm ²	PESO (Kg)	PESO PROMEDIO (Kg)		
BLOQUE 15 A4	87,7	8942,77	9,50	39,5	375,25	23,83	16,47	5,4	5,80		
BLOQUE 15 A5	39,4	4017,62	9,50	39,5	375,25	10,71		5,8			
BLOQUE 15 A6	54,7	5577,76	9,50	39,5	375,25	14,86		6,2			
TIPO DE MUESTRA : BLOQUE CON 10% DE ARCILLA				EDAD DE LA MUESTRA			21 DÍAS				
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CARGA EN KN	CARGA EN Kg	A (ANCHO) cm	B (LARGO) cm	ÁREA DE CONTACTO DEL BLOQUE cm ²	RESISTENCIA Kg/cm ²	RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm ²	PESO (Kg)	PESO PROMEDIO (Kg)		
BLOQUE 15 A7	73,5	7494,80	9,5	39,5	375,25	19,97	18,88	5,87	5,89		
BLOQUE 15 A8	65,3	6658,64	9,5	39,5	375,25	17,74		6			
BLOQUE 15 A9	69,6	7097,11	9,5	39,5	375,25	18,91		5,79			

Fuente: Edga. Andrea Albán Condo

4.2.6 RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES CON 15% DE ARCILLA COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO A 7, 14 Y 21 DÍAS

Tabla N: 52 Ensayo a compresión de bloques con 15% de arcilla como sustituto parcial del agregado fino

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA ENSAYO DE COMPRESIÓN BLOQUE NORMAL ENSAYADO POR : ANDREA ALBÁN						DOSIFICACIÓN AL VOLUMEN Y PESO PARA 9 MUESTRAS					
						CEMENTO	3	8.73 kg	PET	0	
						AGREGADO FINO	5,95	17.26 kg	ARCILLA	1,05	3.05 kg
						PIEDRA PÓMEZ	8	23.20 kg	AGUA	1/3 DE LA MEZCLA	15 lts
TIPO DE MUESTRA : BLOQUE CON 15% DE ARCILLA			EDAD DE LA MUESTRA			7 DÍAS					
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CARGA EN KN	CARGA EN Kg	A (ANCHO) cm	B (LARGO) cm	ÁREA DE CONTACTO DEL BLOQUE cm ²	RESISTENCIA Kg/cm ²	RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm ²	PESO (Kg)	PESO PROMEDIO (Kg)		
BLOQUE 15 A1	45,6	4649,83	9,5	39,5	375,25	12,39	12,97	5,1	5,13		
BLOQUE 15 A2	41,9	4272,54	9,5	39,5	375,25	11,39		5,1			
BLOQUE 15 A3	55,7	5679,73	9,5	39,5	375,25	15,14		5,2			
TIPO DE MUESTRA : BLOQUE CON 15% DE ARCILLA			EDAD DE LA MUESTRA			14 DÍAS					
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CARGA EN KN	CARGA EN Kg	A (ANCHO) cm	B (LARGO) cm	ÁREA DE CONTACTO DEL BLOQUE cm ²	RESISTENCIA Kg/cm ²	RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm ²	PESO (Kg)	PESO PROMEDIO (Kg)		
BLOQUE 10 A4	49	4996,53	9,50	39,5	375,25	13,32	14,66	5	5,07		
BLOQUE 10 A5	72	7341,84	9,50	39,5	375,25	19,57		5			
BLOQUE 10 A6	40,9	4170,57	9,50	39,5	375,25	11,11		5,2			
TIPO DE MUESTRA : BLOQUE CON 15% DE ARCILLA			EDAD DE LA MUESTRA			21 DÍAS					
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CARGA EN KN	CARGA EN Kg	A (ANCHO) cm	B (LARGO) cm	ÁREA DE CONTACTO DEL BLOQUE cm ²	RESISTENCIA Kg/cm ²	RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm ²	PESO (Kg)	PESO PROMEDIO (Kg)		
BLOQUE 10 A7	63,3	6454,70	9,5	39,5	375,25	17,20	16,05	4,8	4,78		
BLOQUE 10 A8	56,3	5740,91	9,5	39,5	375,25	15,30		4,79			
BLOQUE 10 A9	57,6	5873,47	9,5	39,5	375,25	15,65		4,74			

Fuente: Edga. Andrea Albán Condo

4.2.7 RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES CON 25% DE ARCILLA COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO A 7, 14 Y 21 DÍAS

Tabla N: 53 Ensayo a compresión de bloques con 25% de arcilla como sustituto parcial del agregado fino

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA ENSAYO DE COMPRESIÓN BLOQUE NORMAL ENSAYADO POR : ANDREA ALBÁN							DOSIFICACIÓN AL VOLUMEN Y PESO PARA 9 MUESTRAS					
							CEMENTO	3	8.7 kg	PET	0	
							AGREGADO FINO	5,25	15.23 kg	ARCILLA	1,75	5.08 kg
							PIEDRA PÓMEZ	8	23.20 kg	AGUA	1/3 DE LA MEZCLA	15 lts
TIPO DE MUESTRA : BLOQUE CON 25% DE ARCILLA				EDAD DE LA MUESTRA			7 DÍAS					
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CARGA EN KN	CARGA EN Kg	A (ANCHO) cm	B (LARGO) cm	ÁREA DE CONTACTO DEL BLOQUE cm ²	RESISTENCIA Kg/cm ²	RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm ²	PESO (Kg)	PESO PROMEDIO (Kg)			
BLOQUE 25 A1	59	6016,23	9,5	39,5	375,25	16,03	12,29	4,7	4,73			
BLOQUE 25 A2	41,1	4190,97	9,5	39,5	375,25	11,17		4,8				
BLOQUE 25 A3	35,6	3630,13	9,5	39,5	375,25	9,67		4,7				
TIPO DE MUESTRA : BLOQUE CON 25% DE ARCILLA				EDAD DE LA MUESTRA			14 DÍAS					
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CARGA EN KN	CARGA EN Kg	A (ANCHO) cm	B (LARGO) cm	ÁREA DE CONTACTO DEL BLOQUE cm ²	RESISTENCIA Kg/cm ²	RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm ²	PESO (Kg)	PESO PROMEDIO (Kg)			
BLOQUE 25 A4	45,8	4670,23	9,50	39,5	375,25	12,45	13,22	6	6,10			
BLOQUE 25 A5	61,4	6260,96	9,50	39,5	375,25	16,68		6,2				
BLOQUE 25 A6	38,8	3956,44	9,50	39,5	375,25	10,54		6,1				
TIPO DE MUESTRA : BLOQUE CON 25% DE ARCILLA				EDAD DE LA MUESTRA			21 DÍAS					
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CARGA EN KN	CARGA EN Kg	A (ANCHO) cm	B (LARGO) cm	ÁREA DE CONTACTO DEL BLOQUE cm ²	RESISTENCIA Kg/cm ²	RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm ²	PESO (Kg)	PESO PROMEDIO (Kg)			
BLOQUE 25 A7	69,4	7076,72	9,5	39,5	375,25	18,86	15,38	6,21	6,12			
BLOQUE 25 A8	47	4792,59	9,5	39,5	375,25	12,77		6,23				
BLOQUE 25 A9	53,4	5445,20	9,5	39,5	375,25	14,51		5,93				

Fuente: Edga. Andrea Albán Condo

4.2.8 RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES CON 10% de PET MOLIDO Y 10% DE ARCILLA COMO SUSTITUTO PARCIAL DE LA PIEDRA PÓMEZ Y DEL AGREGADO FINO A 7, 14 Y 21 DÍA

Tabla N: 54 Ensayo a compresión de bloques con 10% de PET molido y 10% de arcilla como sustituto parcial del agregado fino y la piedra pómez

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA ENSAYO DE COMPRESIÓN BLOQUE NORMAL ENSAYADO POR : ANDREA ALBÁN						DOSIFICACIÓN AL VOLUMEN Y PESO PARA 9 MUESTRAS					
						CEMENTO	3	8.73 kg	PET	0,8	2.32 kg
						AGREGADO FINO	6,3	18.27 kg	ARCILLA	0,7	2.03 kg
						PIEDRA PÓMEZ	7,2	20.88kg	AGUA	1/3 DE LA MEZCLA	15 lts
TIPO DE MUESTRA : BLOQUE CON 10% DE PET Y 10% DE ARCILLA				EDAD DE LA MUESTRA			7 DÍAS				
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CARGA EN KN	CARGA EN Kg	A (ANCHO) cm	B (LARGO) cm	ÁREA DE CONTACTO DEL BLOQUE cm ²	RESISTENCIA Kg/cm ²	RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm ²	PESO (Kg)	PESO PROMEDIO (Kg)		
BLOQUE 10 A1	82,3	8392,13	9,5	39,5	375,25	22,36	17,07	5,9	6,00		
BLOQUE 10 A2	59,8	6097,81	9,5	39,5	375,25	16,25		6			
BLOQUE 10 A3	46,4	4731,41	9,5	39,5	375,25	12,61		6,1			
TIPO DE MUESTRA : BLOQUE CON 10% DE PET Y 10% DE ARCILLA				EDAD DE LA MUESTRA			14 DÍAS				
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CARGA EN KN	CARGA EN Kg	A (ANCHO) cm	B (LARGO) cm	ÁREA DE CONTACTO DEL BLOQUE cm ²	RESISTENCIA Kg/cm ²	RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm ²	PESO (Kg)	PESO PROMEDIO (Kg)		
BLOQUE 10 A4	68,1	6944,16	9,50	39,5	375,25	18,51	18,72	5,9	5,67		
BLOQUE 10 A5	81,3	8290,16	9,50	39,5	375,25	22,09		5,7			
BLOQUE 10 A6	57,3	5842,88	9,50	39,5	375,25	15,57		5,4			
TIPO DE MUESTRA : BLOQUE CON 10% DE PET Y 10% DE ARCILLA				EDAD DE LA MUESTRA			21 DÍAS				
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CARGA EN KN	CARGA EN Kg	A (ANCHO) cm	B (LARGO) cm	ÁREA DE CONTACTO DEL BLOQUE cm ²	RESISTENCIA Kg/cm ²	RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm ²	PESO (Kg)	PESO PROMEDIO (Kg)		
BLOQUE 10 A7	72,5	7392,83	9,5	39,5	375,25	19,70	19,09	5,62	5,55		
BLOQUE 10 A8	70,7	7209,28	9,5	39,5	375,25	19,21		5,75			
BLOQUE 10 A9	67,6	6893,17	9,5	39,5	375,25	18,37		5,28			

Fuente: Edga. Andrea Albán Condo

4.2.9 RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES CON 15% de PET MOLIDO Y 15% DE ARCILLA COMO SUSTITUTO PARCIAL DE LA PIEDRA PÓMEZ Y DEL AGREGADO FINO A 7, 14 Y 21 DÍAS

Tabla N: 55 Ensayo a compresión de bloques con 15% de PET molido y 15% de arcilla como sustituto parcial del agregado fino y la piedra pómez

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA ENSAYO DE COMPRESIÓN BLOQUE NORMAL ENSAYADO POR : ANDREA ALBÁN						DOSIFICACIÓN AL VOLUMEN Y PESO PARA 9 MUESTRAS					
						CEMENTO	3	8.73 kg	PET	1,2	3.49 kg
						AGREGADO FINO	5,95	17.26 kg	ARCILLA	1,05	3.05 kg
						PIEDRA PÓMEZ	6,8	19.72 kg	AGUA	1/3 DE LA MEZCLA	15 ltrs
TIPO DE MUESTRA : BLOQUE CON 15% DE PET Y 15% DE ARCILLA			EDAD DE LA MUESTRA			7 DÍAS					
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CARGA EN KN	CARGA EN Kg	A (ANCHO) cm	B (LARGO) cm	ÁREA DE CONTACTO DEL BLOQUE cm ²	RESISTENCIA Kg/cm ²	RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm ²	PESO (Kg)	PESO PROMEDIO (Kg)		
BLOQUE 15 A1	56,1	5720,52	9,5	39,5	375,25	15,24	17,05	5,7	5,80		
BLOQUE 15 A2	54,3	5536,97	9,5	39,5	375,25	14,76		5,9			
BLOQUE 15 A3	77,8	7933,27	9,5	39,5	375,25	21,14		5,8			
TIPO DE MUESTRA : BLOQUE CON 15% DE PET Y 15% DE ARCILLA			EDAD DE LA MUESTRA			14 DÍAS					
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CARGA EN KN	CARGA EN Kg	A (ANCHO) cm	B (LARGO) cm	ÁREA DE CONTACTO DEL BLOQUE cm ²	RESISTENCIA Kg/cm ²	RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm ²	PESO (Kg)	PESO PROMEDIO (Kg)		
BLOQUE 15 A4	77,4	7892,48	9,50	39,5	375,25	21,03	18,86	5,4	5,43		
BLOQUE 15 A5	56,9	5802,09	9,50	39,5	375,25	15,46		5,5			
BLOQUE 15 A6	73,9	7535,58	9,50	39,5	375,25	20,08		5,4			
TIPO DE MUESTRA : BLOQUE CON 15% DE PET Y 15% DE ARCILLA			EDAD DE LA MUESTRA			21 DÍAS					
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CARGA EN KN	CARGA EN Kg	A (ANCHO) cm	B (LARGO) cm	ÁREA DE CONTACTO DEL BLOQUE cm ²	RESISTENCIA Kg/cm ²	RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm ²	PESO (Kg)	PESO PROMEDIO (Kg)		
BLOQUE 15 A7	81,78	8339,11	9,5	39,5	375,25	22,22	19,61	5,07	5,23		
BLOQUE 15 A8	55,9	5700,12	9,5	39,5	375,25	15,19		5,29			
BLOQUE 15 A9	78,8	8035,24	9,5	39,5	375,25	21,41		5,34			

Fuente: Edga. Andrea Albán Condo

4.2.10 RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES CON 25% de PET MOLIDO Y 25% DE ARCILLA COMO SUSTITUTO PARCIAL DE LA PIEDRA PÓMEZ DEL AGREGADO FINO A 7, 14 Y 21 DÍAS

Tabla N: 56 Ensayo a compresión de bloques con 25% de PET molido y 25% de arcilla como sustituto parcial del agregado fino y la piedra pómez

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA ENSAYO DE COMPRESIÓN BLOQUE NORMAL ENSAYADO POR : ANDREA ALBÁN						DOSIFICACIÓN AL VOLUMEN Y PESO PARA 9 MUESTRAS					
						CEMENTO	3	8,73 kg	PET	2	5,8 kg
						AGREGADO FINO	5,25	15,23 kg	ARCILLA	1,75	5,08kg
						PIEDRA PÓMEZ	6	17,40 kg	AGUA	1/3 DE LA MEZCLA	15 lts
TIPO DE MUESTRA : BLOQUE CON 25% DE PET Y 25% DE ARCILLA			EDAD DE LA MUESTRA			7 DÍAS					
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CARGA EN KN	CARGA EN Kg	A (ANCHO) cm	B (LARGO) cm	ÁREA DE CONTACTO DEL BLOQUE cm ²	RESISTENCIA Kg/cm ²	RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm ²	PESO (Kg)	PESO PROMEDIO (Kg)		
BLOQUE 25 A1	54,2	5526,77	9,5	39,5	375,25	14,73	17,15	5,3	5,23		
BLOQUE 25 A2	78,7	8025,04	9,5	39,5	375,25	21,39		5,1			
BLOQUE 25 A3	56,4	5751,11	9,5	39,5	375,25	15,33		5,3			
TIPO DE MUESTRA : BLOQUE CON 25% DE PET Y 25% DE ARCILLA			EDAD DE LA MUESTRA			14 DÍAS					
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CARGA EN KN	CARGA EN Kg	A (ANCHO) cm	B (LARGO) cm	ÁREA DE CONTACTO DEL BLOQUE cm ²	RESISTENCIA Kg/cm ²	RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm ²	PESO (Kg)	PESO PROMEDIO (Kg)		
BLOQUE 25 A4	57,8	5893,87	9,50	39,5	375,25	15,71	16,17	5,2	5,17		
BLOQUE 25 A5	61,7	6291,55	9,50	39,5	375,25	16,77		5,4			
BLOQUE 25 A6	59	6016,23	9,50	39,5	375,25	16,03		4,9			
TIPO DE MUESTRA : BLOQUE CON 25% DE PET Y 25% DE ARCILLA			EDAD DE LA MUESTRA			21 DÍAS					
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CARGA EN KN	CARGA EN Kg	A (ANCHO) cm	B (LARGO) cm	ÁREA DE CONTACTO DEL BLOQUE cm ²	RESISTENCIA Kg/cm ²	RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm ²	PESO (Kg)	PESO PROMEDIO (Kg)		
BLOQUE 25 A7	52	5302,44	9,5	39,5	375,25	14,13	14,73	4,68	4,84		
BLOQUE 25 A8	62,3	6352,73	9,5	39,5	375,25	16,93		4,94			
BLOQUE 25 A9	48,36	4931,27	9,5	39,5	375,25	13,14		4,90			

Fuente: Edga. Andrea Albán Condo

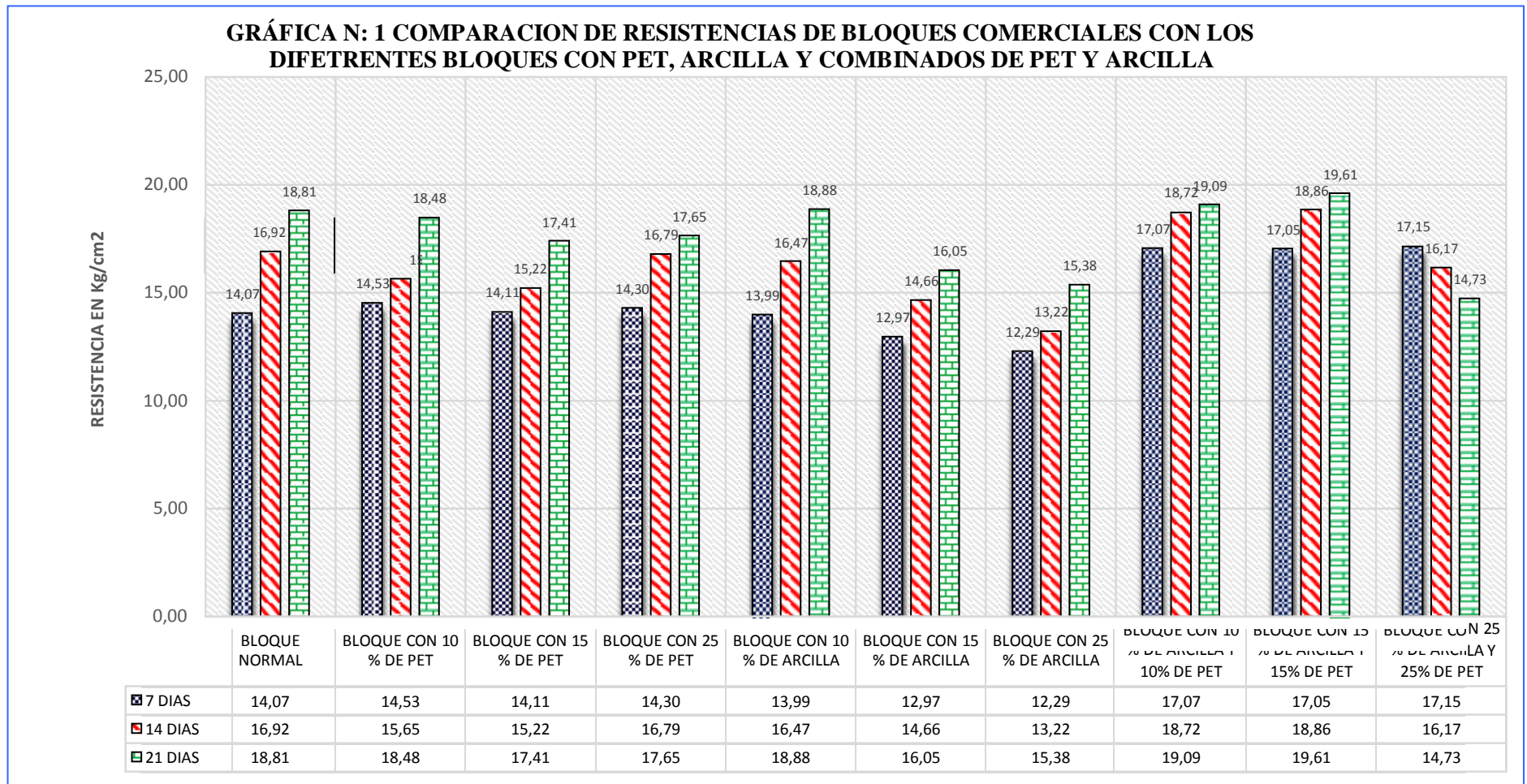
4.2.11. GRÁFICAS COMPARATIVAS DE LOS ENSAYOS A COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES CON LOS DIFERENTES MATERIALES

Después de elaborar los ensayos a compresión de los bloques comerciales, bloques con agregado PET, agregado arcilloso y la combinación de los mismos con los diferentes porcentajes como son el 10%, 15% y 25% ensayados a los 7, 14 y 21 días se obtuvieron las siguientes resistencias considerando la edad, porcentaje y tipo de agregado adicionado en cada bloque.

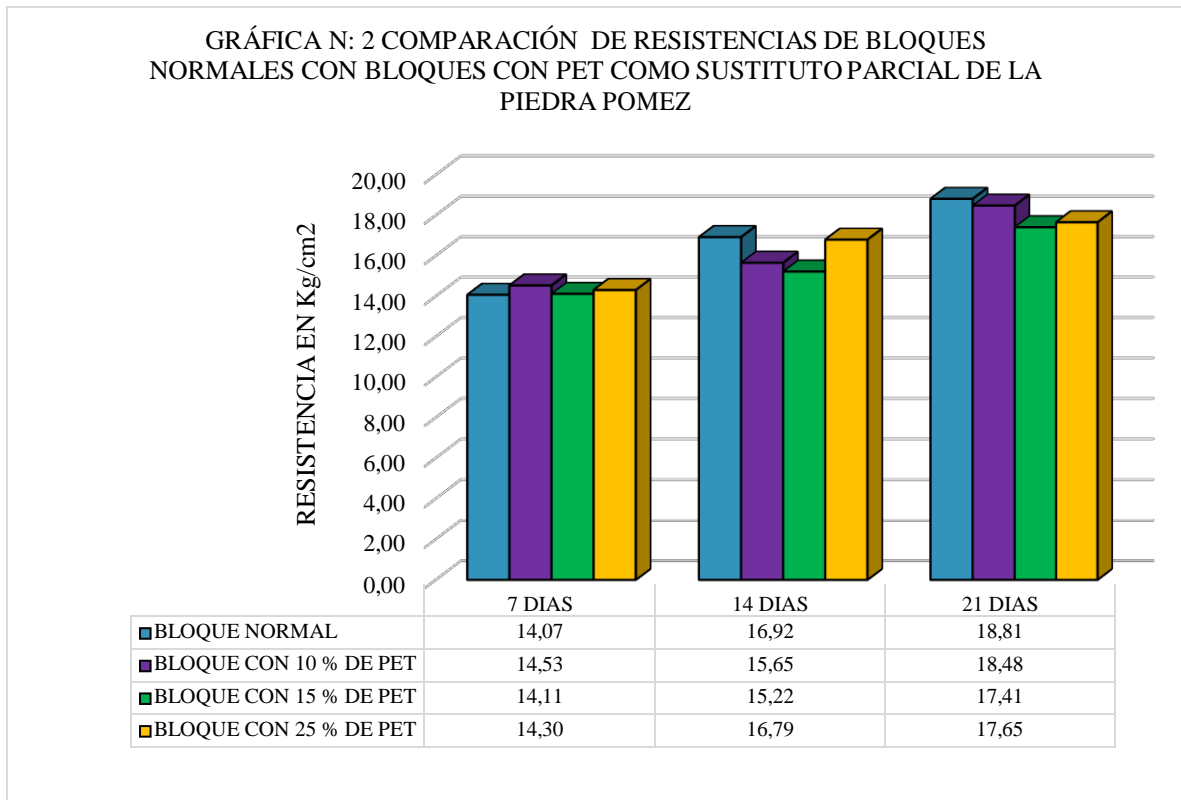
La Grafica N: 01 presenta las resistencias promedio obtenidas mediante el ensayo de compresión.

En función del tiempo de curado, porcentaje de PET y arcilla que contienen.

4.2.12 Resistencias obtenidas en función de la edad de las muestras y el contenido de PET molido y arcilla

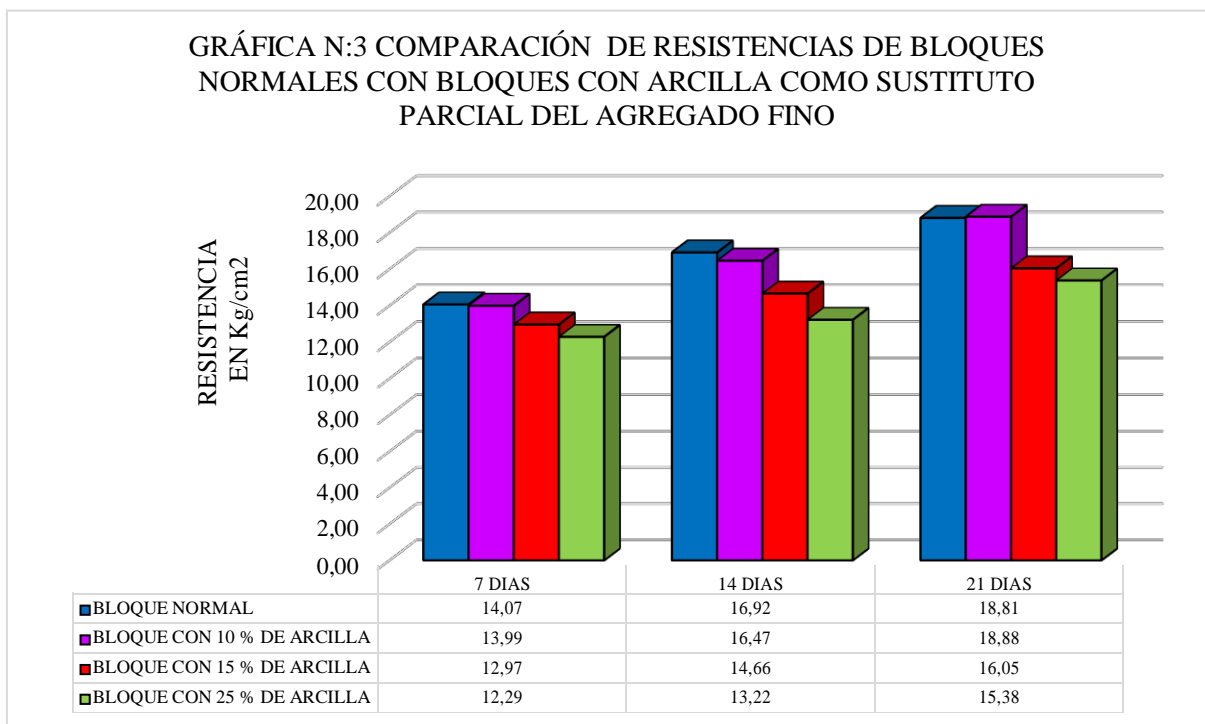


4.2.13 Gráfica comparativa de la resistencia obtenida entre los bloques normales y los bloques con agregado PET como sustituto parcial de la piedra pómez



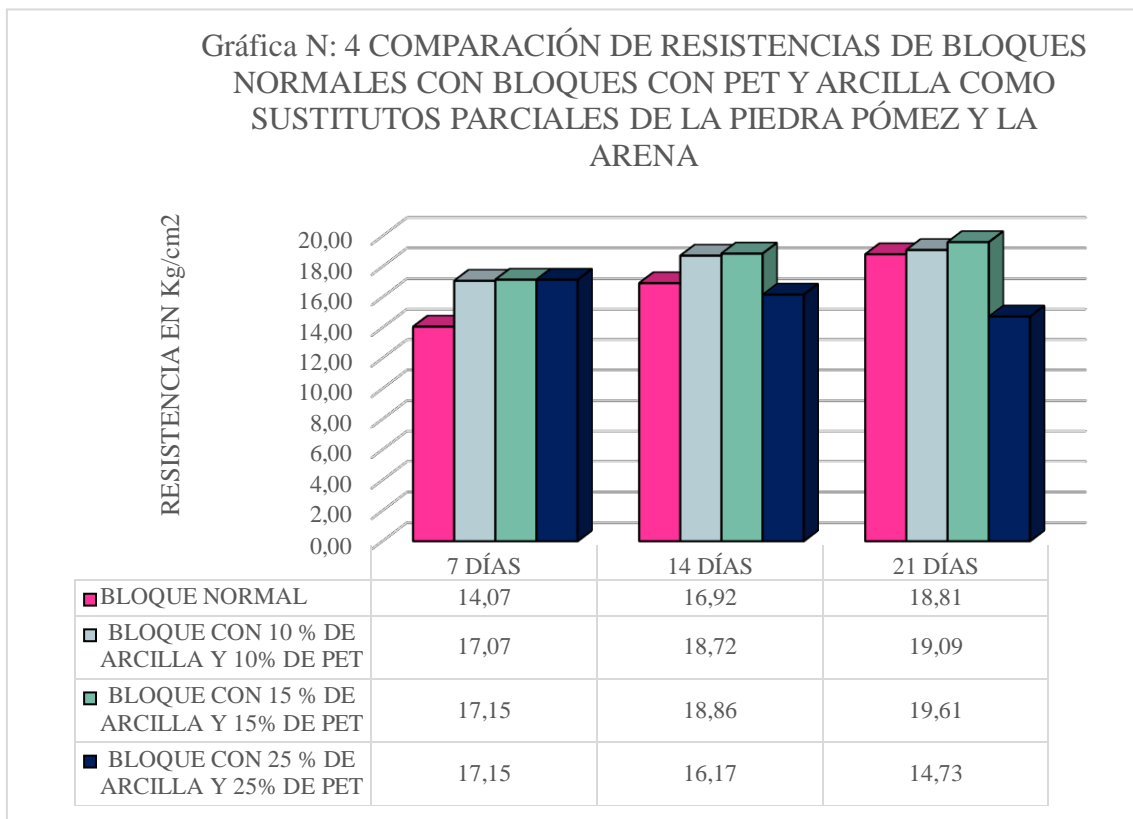
Las resistencias obtenidas de los bloques comerciales comparados con los bloques con agregado PET dio como resultado una resistencia máxima a la compresión de 18.81Kg/cm² en el bloque comercial a los 21 días y entre los bloques con agregado PET la mayor resistencia a la compresión la obtuvo el bloque con 25% de agregado PET con una resistencia de 17.65 Kg/cm² a los 21 días.

4.2.14 Gráfica comparativa de la resistencia obtenida entre los bloques normales y los bloques con agregado arcilloso como sustituto parcial del agregado fino.



Las resistencias obtenidas de los bloques comerciales comparados con los bloques con agregado arcilloso se obtuvo como resultado una resistencia promedio máxima en bloque comercial de 18.81Kg/cm² a los 21 días y entre los bloques con agregado arcilloso la mayor resistencia lo obtuvo el bloque con el 10% de agregado arcilloso con una resistencia a la compresión de 18.88 Kg/cm² a los 21 días.

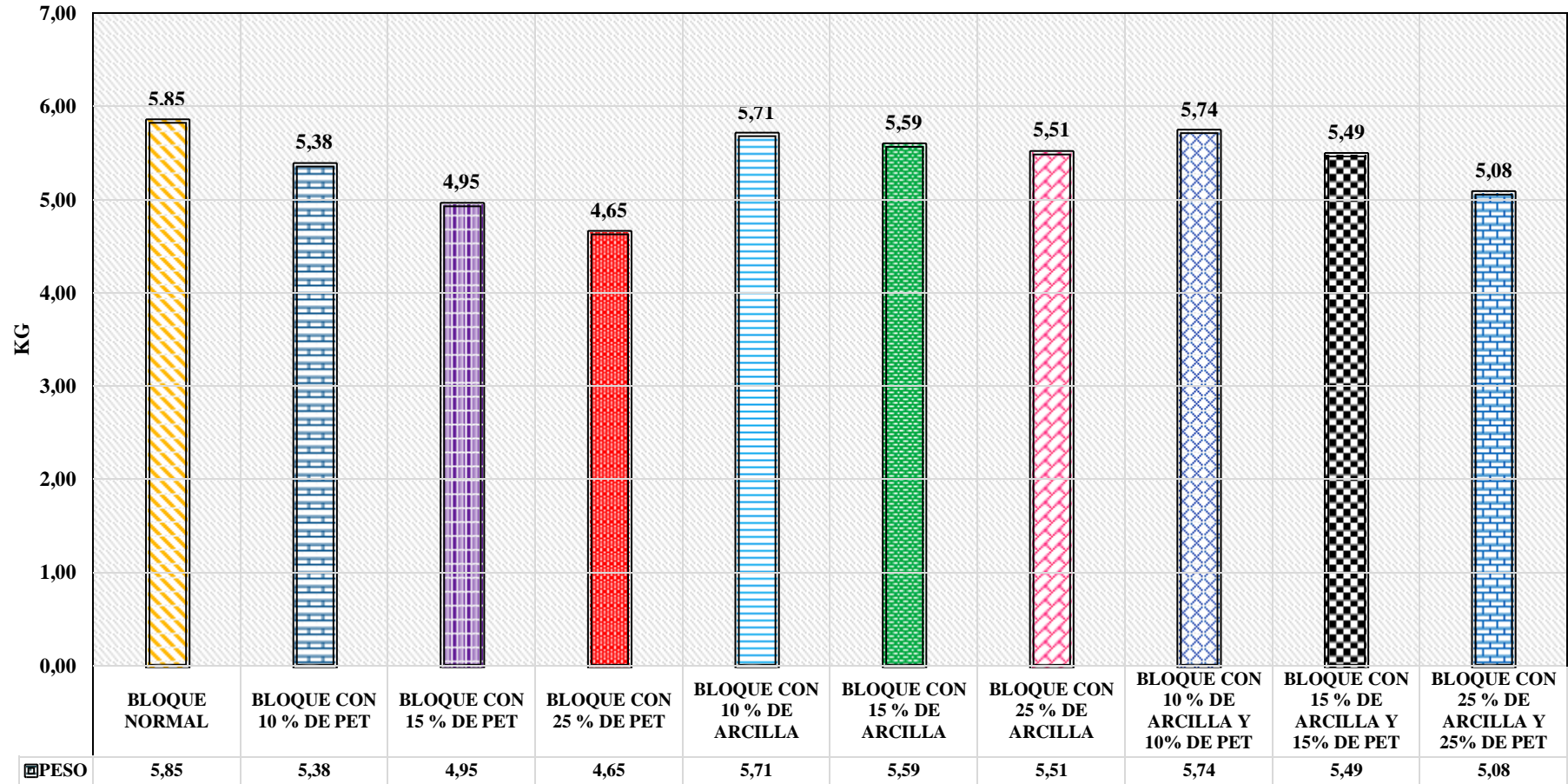
4.2.15 Gráfica comparativa de la resistencia obtenida entre los bloques normales y los bloques la combinación agregado arcilloso y agregado PET como sustituto parcial del agregado fino y la piedra pómez.



Las resistencias obtenidas en el bloques comercial comparado con los bloques la combinación de agregado PET y arcilloso se obtuvo como resultado que la resistencia máxima a la compresión de un bloque comercial es de 18.81Kg/cm² a los 21 días y entre los bloques con agregado PET y arcilloso la mayor resistencia lo obtuvo el bloque con 15 % de agregado PET y arcilloso con una resistencia de 19.61 Kg/cm² a los 21 días.

4.2.16 Gráfica comparativa de los pesos obtenidos con los materiales propuestos

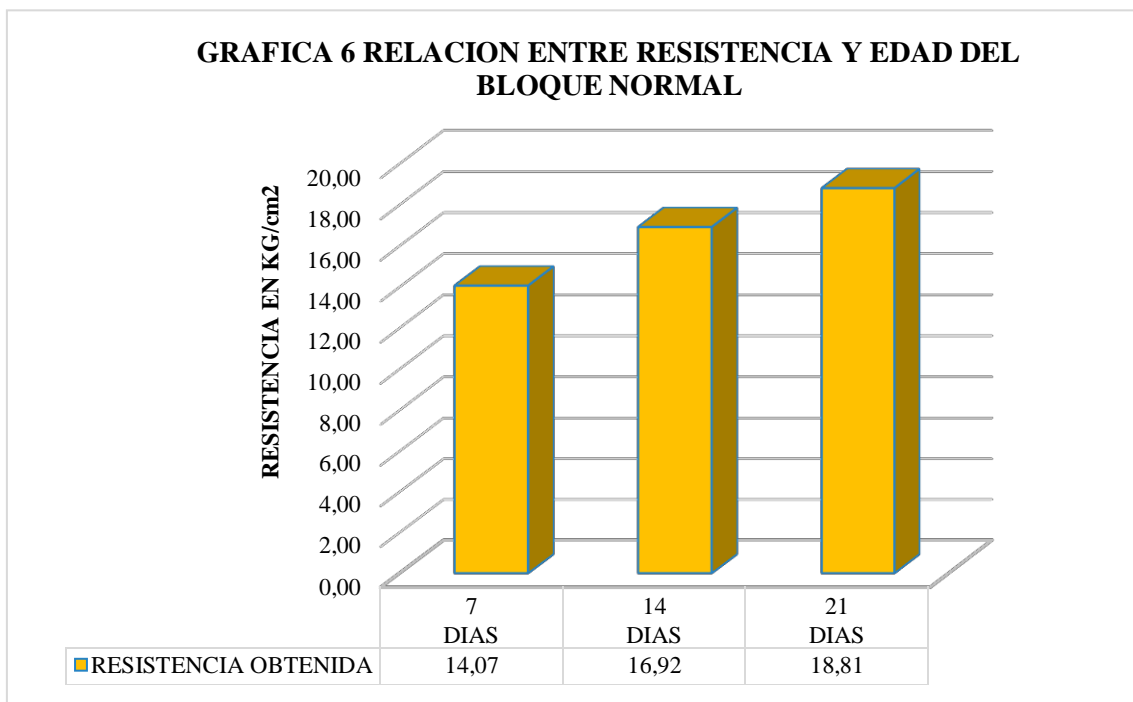
GRÁFICA N: 5 PESO PROMEDIO DE LO BLOQUES ENSAYADOS



Después de pesadas las muestras se obtuvo los pesos de los bloques elaborados con PET, con arcilla y los combinados de PET y arcilla donde se constata que los bloques que contienen PET disminuyeron su peso a comparación de los bloques comerciales, los bloques que fueron elaborados con arcilla presentaron un peso similar a los bloques comerciales.

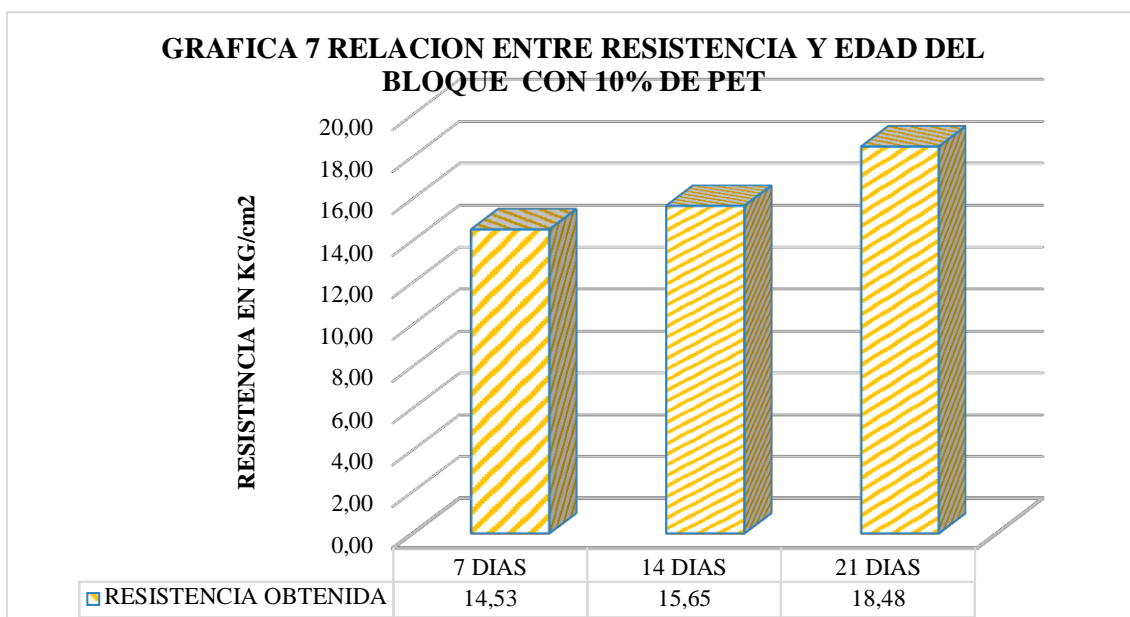
4.2.17 Relación entre de las resistencias obtenidas de cada tipo de bloque ensayado y su tiempo de curado.

➤ **Relación entre resistencia y edad el bloque normal**



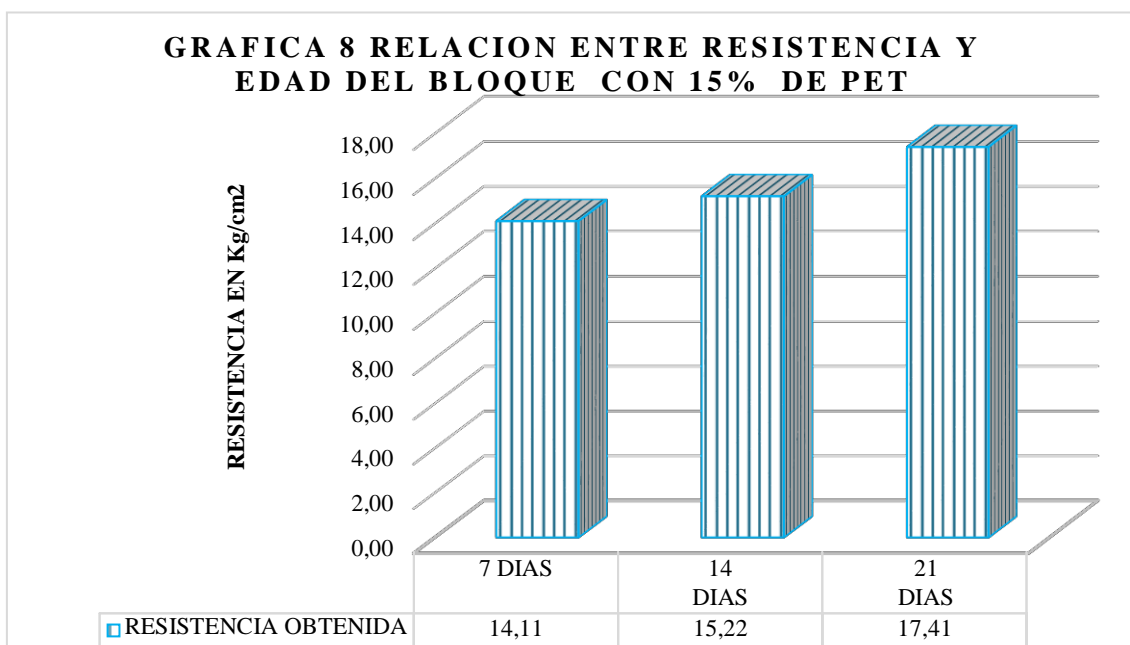
La resistencia va aumentando a medida del paso del tiempo dando una resistencia inicial a los 7 días de 14,07 Kg/cm² y una resistencia máxima a la compresión de 18.81 Kg/cm² a los 21 días existiendo un aumento de resistencia en función del tiempo.

➤ **Relación entre resistencia y edad el bloque con 10% de PET.**



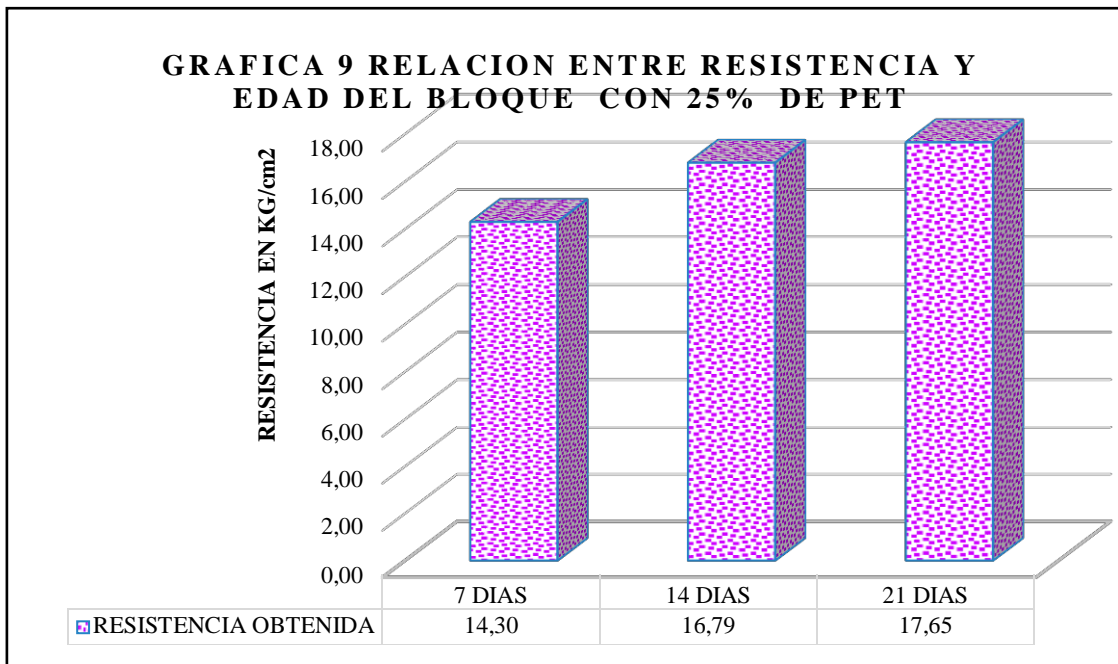
Los bloques presentan una resistencia los 7 días de 14,53 Kg/cm² y una resistencia máxima a la compresión de 18.48 Kg/cm² a los 21 días.

➤ **Relación entre resistencia y edad el bloque con 15% de PET.**



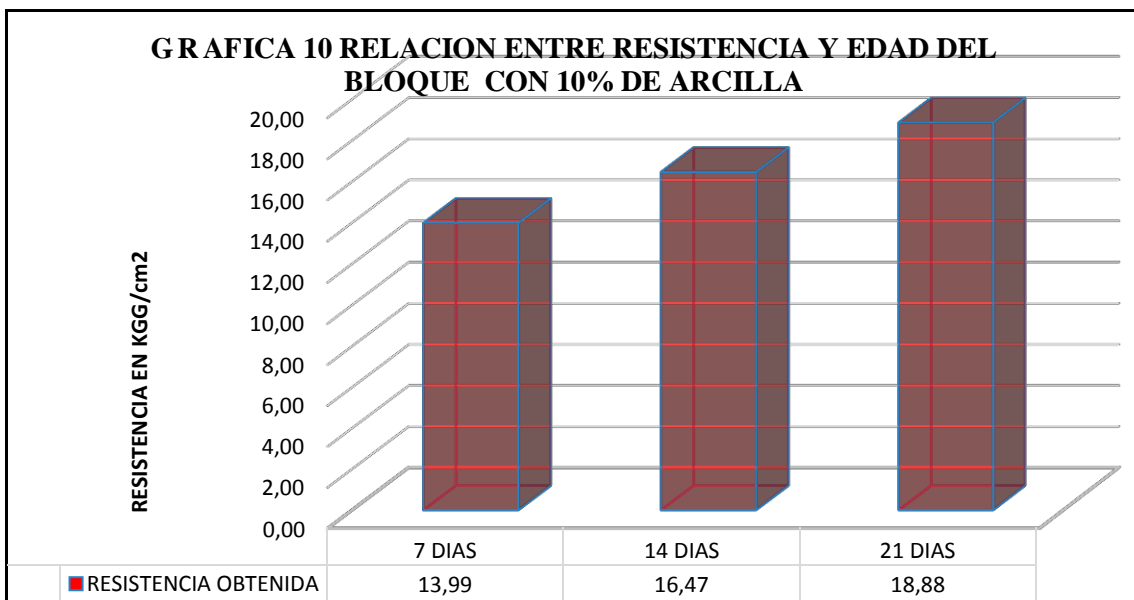
Los bloques presentan una resistencia inicial a los 7 días de 14,11 Kg/cm² y una resistencia máxima a la compresión de 17.41 Kg/cm² a los 21 días.

Relación entre resistencia y edad el bloque con 25% de PET.



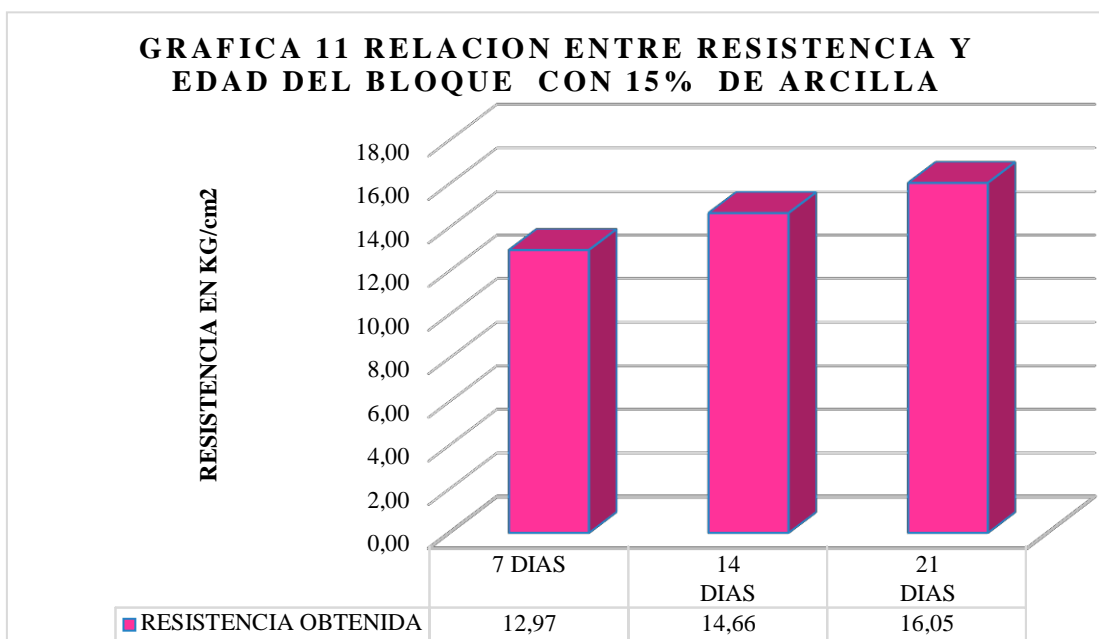
Los bloques con el 25% de PET presentan una resistencia inicial a los 7 días de 14,30 Kg/cm² y una resistencia máxima a la compresión de 17.65 Kg/cm² a los 21 días.

➤ **Relación entre resistencia y edad el bloque con 10% de arcilla.**



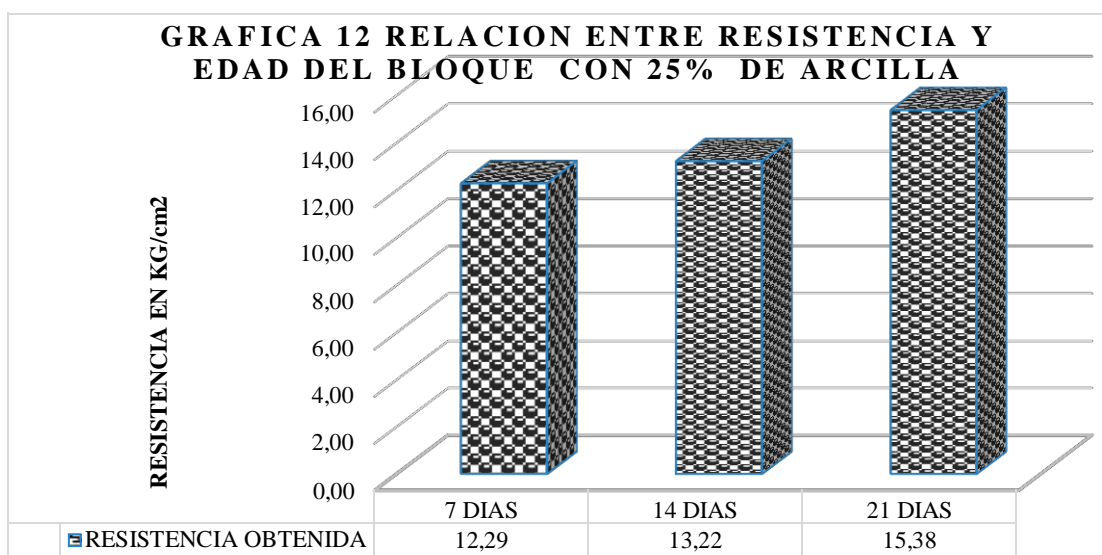
Los bloques con el 10% de arcilla presentan una resistencia inicial a los 7 días de 13.99 Kg/cm² y una resistencia máxima a la compresión de 18.88 Kg/cm² a los 21 días.

➤ **Relación entre resistencia y edad el bloque con 15% de arcilla**



La resistencia de los bloques presentan una resistencia a los 7 días de 12.97 Kg/cm² y una resistencia máxima a la compresión de 16.05 Kg/cm² a los 21 días por lo cual la indica que la resistencia aumenta a en función del tiempo.

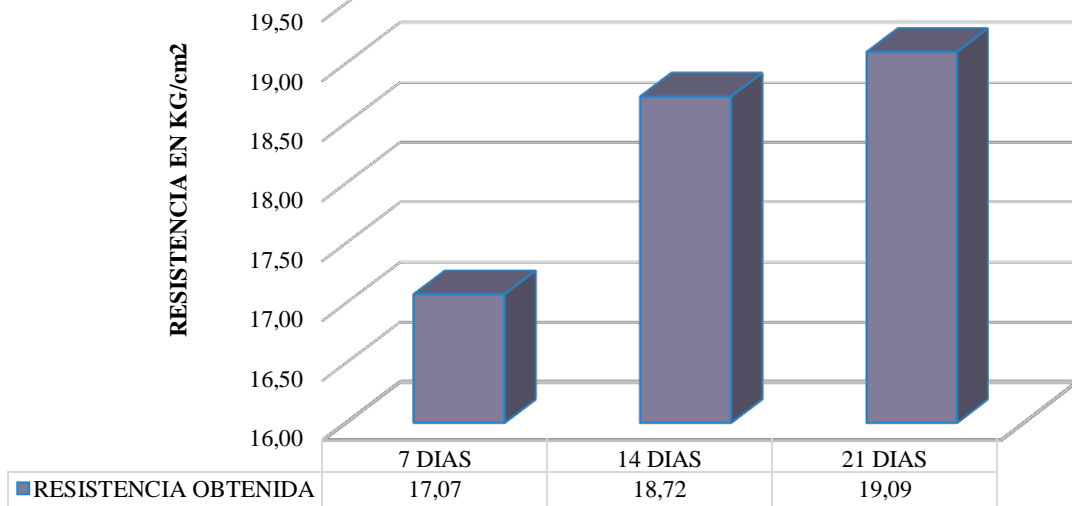
➤ **Relación entre resistencia y edad el bloque con 25% de arcilla**



Los bloques con el 25% de arcilla presentan una resistencia inicial a los 7 días de 12.29 Kg/cm² y una resistencia máxima a la compresión de 15.38 Kg/cm² a los 21 días existiendo un aumento de la resistencia en función del tiempo.

➤ **Relación entre resistencia y edad el bloque con 10% de PET y 10 %de arcilla.**

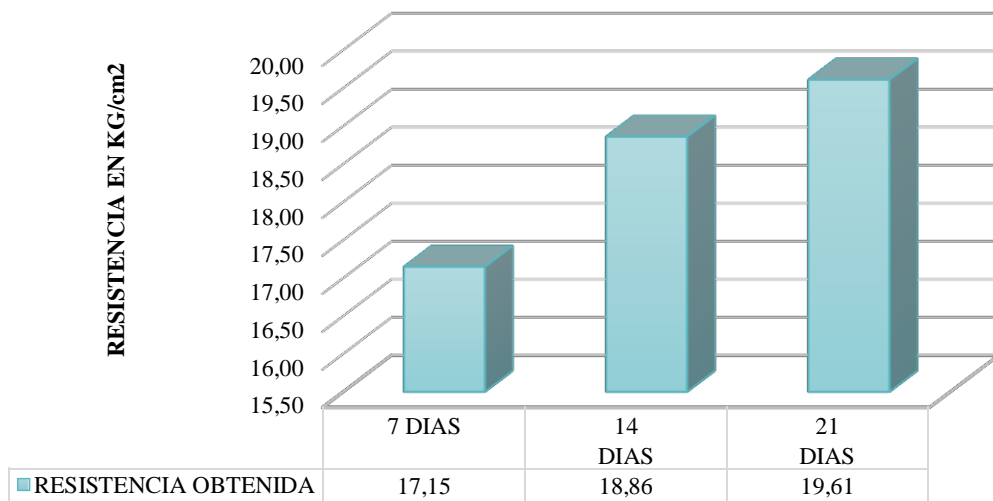
GRAFICA 13 RELACION ENTRE RESISTENCIA Y EDAD DEL BLOQUE CON 10% DE ARCILLA Y 10% DE PET



La resistencia aumenta a medida del paso del tiempo dando una resistencia inicial a los 7 días de 17.07 Kg/cm² y una resistencia máxima a la compresión de 19.09 Kg/cm² a los 21 días.

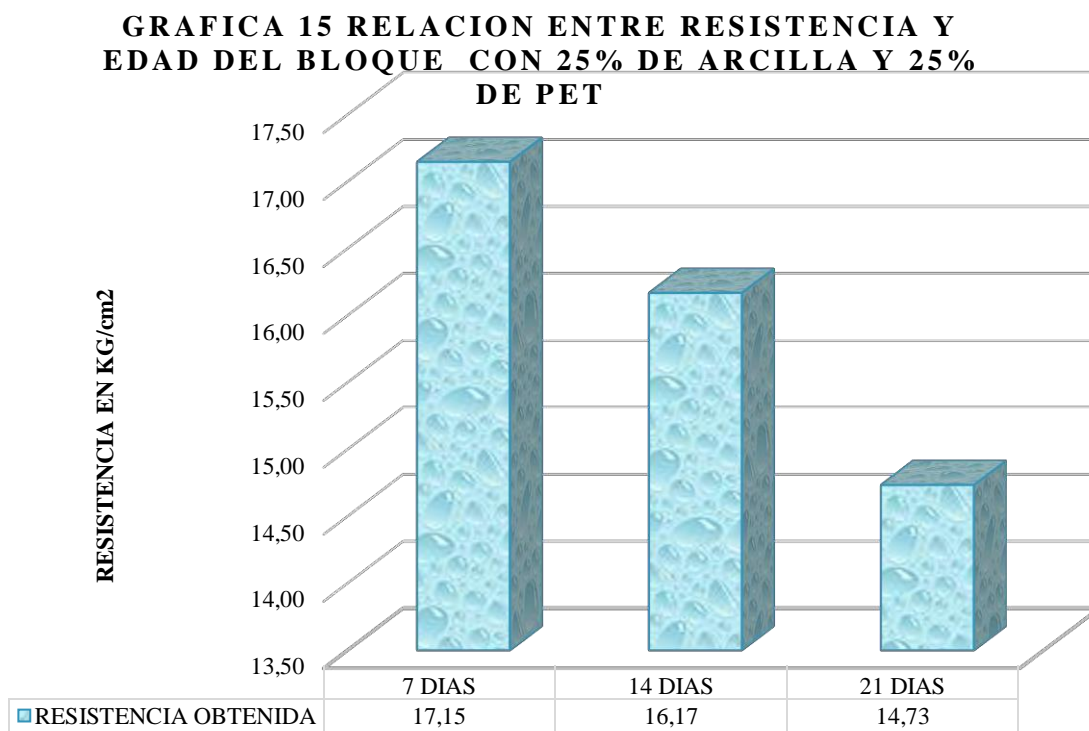
➤ **Relación entre resistencia y edad el bloque con 15% de PET y 15 %de arcilla.**

GRAFICA 14 RELACION ENTRE RESISTENCIA Y EDAD DEL BLOQUE CON 15% DE ARCILLA Y 15% DE PET



La resistencia se incrementa a medida del paso del tiempo dando una resistencia inicial a los 7 días de 17.15 Kg/cm² y una resistencia máxima a la compresión de 19.61 Kg/cm² a los 21 días.

➤ **Relación entre resistencia y edad el bloque con 25% de PET y 25 %de arcilla.**



La resistencia disminuye a partir de los 14 días de curado dando una resistencia inicial a los 7 días de 17.15 Kg/cm², a los 14 días de 16.17 Kg/cm² y una resistencia a la compresión de 14.73 Kg/cm² a los 21 días.

4.2.18 ANÁLISIS DEL TIPO DE FALLA EN EL ENSAYO A COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES PROPUESTOS

- Los bloques comerciales después de ser sometidos a compresión, la mayoría se fracturaron, los bloques con agregado PET se fisuraron mas no se fracturaron.
- Los bloques con arcilla se fracturaron completamente como se observa en las Fotos.
- Al momento del ensayo se presentaron fallas verticales y diagonales en todos los bloques.
- Los bloques con PET entre más plástico contenían presentaron menos fisuras visibles.

Los bloques con contenido arcilloso presentaron más fisuras a comparación de los bloques con PET y los bloques comerciales, entre más porcentaje de arcilla contenían más fisuras presentaron.



Bloque con arcilla después de ser sometido al ensayo de compresión presenta varias fisuras y desprendimiento de sus paredes laterales.



Bloque con PET después de ser sometido al ensayo de compresión.



Bloque con comercial después de ser sometido al ensayo de compresión.



Fisura vertical en el bloque con 10% de PET.

Al momento del ensayo se presentaron fallas verticales y diagonales en todos los bloques. Los bloques con PET entre más plástico contenían presentaron menos fisuras visibles.



Fisuras diagonales en el bloque con 15% de PET.

Los bloques con el 15 % de PET presentaron en su mayoría fisuras de forma diagonal.



Fisura diagonal en el bloque con 25% de PET.

Los bloques con el 25% de PET presento menos fisuras a diferencia de los demás bloques ensayados, la fisuras en estos eran poco apreciables.



Fisura diagonal en el bloque con 10% de arcilla.

Los bloques con contenido arcilloso presentaron más fisuras a comparación de los bloques con PET y los bloques comerciales, entre más porcentaje de arcilla contenían más fisuras presentaron.



Fisuras diagonales y verticales en el bloque con 15% de arcilla.

Los bloques con el 15% de arcilla presentaron en su mayoría fisuras verticales y desprendimientos totales.



Fisura vertical en el bloque con 25% de arcilla.

Los bloques con el 25% de arcilla presentaron la mayor cantidad de fisuras y un total colapso de sus partes.



Bloque comercial antes de ser ensayado.

Los bloques comerciales se fisuraron en menor proporción a los demás bloques.



Bloque comercial antes de ser ensayado.

Fisuras diagonales y verticales en el bloque comercial sin embargo este se partió a la mitad después de ser sometido a compresión.

4.2.19 ANÁLISIS DE COSTOS

Para el Análisis de costos se considera los precios de los materiales proporcionados por la bloquera minas y la fábrica COVIPLAST.

Material	Usd
Piedra pómez volqueta de 8 m ³	70,00
Polvo de pómez	60,00
Cemento	8,00
PET molido mezclado por kg	0,25
Arcilla volqueta de 8m ³	25,00

Para la fabricación de 20 bloques se usara las siguientes proporciones al volumen con la ayuda de una carretilla

- 1/3 de un saco de cemento de 50 Kg
- 1 carretilla de piedra pómez
- 1 carretilla de agregado fino (polvo de pómez)

Cálculo del costo del cemento para 18 bloques

$$\frac{8}{3} = 2.67$$

Cálculo del costo de la pómez por carretilla

$$\frac{8^3}{i} =$$

$$\# \quad i \quad \frac{8^3}{0.8 * 0.5 * 0.2}$$

=

$$\# \quad i \quad = 100 \quad i$$

Costo de cada carretilla de piedra pómez

$$i = \frac{70}{100}$$

$$i = 0.7$$

Costo de cada carretilla de polvo de pómez

$$i = \frac{60}{100}$$

$$i = 0.6$$

Costo de fabricación de los bloques

Número de bloques = 20

$$= \frac{i + z +}{20}$$

$$= \frac{i + \frac{2.67 + 0.7 +}{0.6}}{20}$$

$$= 0.198$$

Tabla N: 57 Análisis de costos para un bloque comercial

Material	Costo por bloque	Costo final de cada bloque
Cemento por bloque	0,133	0,23 USD
Piedra pómez por bloque	0,035	
Agregado fino (Polvo de pómez)por bloque	0,030	
Mano de obra y maquinaria	0,03	

Fuente: Edga. Andrea Albán Condo

Tabla N: 58 Análisis de costos para un bloque con 10% de PET

Material	USD	Costo por kg	Peso por dosificación Kg	Costo USD	Costo final de cada bloque
Cemento por bloque	8	0,16	8,7	1,39	0,28 USD
Piedra pómez por bloque	70	0,014	20,88	0,29	
Polvo de pómez por bloque	60	0,012	20,3	0,24	
PET molido por kg	0,25	0,25	2,32	0,58	
Mano de obra y maquinaria	0,03 por bloque			0,3	
				Total	2,81

Fuente: Edga. Andrea Albán Condo

Tabla N: 59 Análisis de costos para un bloque con 15% de PET

Material	USD	Costo por kg	Peso por dosificación Kg	Costo USD	Costo final de cada bloque
Cemento por saco de 50 kg	8	0,16	8,7	1,39	0,31 USD
Piedra pómez 8 m3	70	0,014	19,72	0,28	
Polvo de pómez 8 m3	60	0,012	20,3	0,24	
PET molido por kg	0,25	0,25	3,48	0,87	
Mano de obra y maquinaria	0,03 por bloque			0,3	
				Total	3,08

Fuente: Edga. Andrea Albán Condo

Tabla N: 60 Análisis de costos para un bloque con 25% de PET

Material	USD	Costo por kg	Peso por dosificación Kg	Costo USD	Costo final de cada bloque
Cemento por saco de 50 kg	8	0,16	8,7	1,39	0,36 USD
Piedra pómez 8 m3	70	0,014	17,4	0,24	
Polvo de pómez 8 m3	60	0,012	20,3	0,24	
PET molido por kg	0,25	0,25	5,8	1,45	
Mano de obra y maquinaria	0,03 por bloque			0,3	
				Total	3,63

Fuente: Edga. Andrea Albán Condo

Tabla N: 61 Análisis de costos para un bloque con 10% de arcilla

Material	USD	Costo por kg	Peso por dosificación Kg	Costo USD	Costo final de cada bloque
Cemento por saco de 50 kg	8	0,16	8,7	1,39	0,23 USD
Piedra pómez 8 m3	70	0,014	23,2	0,32	
Polvo de pómez 8 m3	60	0,012	18,27	0,22	
Arcilla cada 8m cúbicos	25	0,015	2,03	0,03	
Mano de obra y maquinaria),03 por bloque			0,3	
Total				2,27	

Fuente: Edga. Andrea Albán Condo

Tabla N: 62 Análisis de costos para un bloque con 15% de arcilla

Material	USD	Costo por kg	Peso por dosificación kg	Costo USD	Costo final de cada bloque
Cemento por saco de 50 kg	8	0,16	8,7	1,39	0,23 USD
Piedra pómez 8 m3	70	0,014	23,2	0,32	
Polvo de pómez 8 m3	60	0,012	17,2	0,21	
PET molido por kg					
Arcilla cada 8m cúbicos	25	0,015	3,05	0,05	
Mano de obra y maquinaria),03 por bloque			0,3	
Total				2,27	

Fuente: Edga. Andrea Albán Condo

Tabla N: 63 Análisis de costos para un bloque con 25% de arcilla

Material	USD	Costo por kg	Peso por dosificación kg	Costo USD	Costo final de cada bloque
Cemento por saco de 50 kg	8	0,16	8,7	1,39	0,23 USD
Piedra pómez 8 m3	70	0,014	23,2	0,32	
Polvo de pómez 8 m3	60	0,012	15,23	0,18	
Arcilla cada 8m cúbicos	25	0,015	5,08	0,08	
Mano de obra y maquinaria	0,03 por bloque			0,3	
Total				2,28	

Fuente: Edga. Andrea Albán Condo

Tabla N: 64 Análisis de costos para un bloque con 10% de arcilla y 10% de PET

Material	USD	Costo por kg	Peso por dosificación kg	Costo USD	Costo final de cada bloque
Cemento por saco de 50 kg	8	0,16	8,7	1,39	0,28 USD
Piedra pómez 8 m3	70	0,014	20,88	0,29	
Polvo de pómez 8 m3	60	0,012	18,27	0,22	
PET molido por kg	0,25	0,25	2,32	0,58	
Arcilla cada 8m cúbicos	25	0,015	2,03	0,03	
Mano de obra y maquinaria	0,03 por bloque			0,3	
			Total	2,81	

Fuente: Edga. Andrea Albán Condo

Tabla N: 65 Análisis de costos para un bloque con 15% de arcilla y 15% de PET

Material	USD	Costo por kg	Peso por dosificación kg	Costo USD	Costo final de cada bloque
Cemento por saco de 50 kg	8	0,16	8,7	1,39	0,31 USD
Piedra pómez 8 m3	70	0,014	19,72	0,28	
Polvo de pómez 8 m3	60	0,012	17,2	0,21	
PET molido por kg		0,25	3,48	0,87	
Arcilla cada 8m cúbicos	25	0,015	3,05	0,05	
Mano de obra y maquinaria	0,03 por bloque			0,3	
			Total	3,09	

Fuente: Edga. Andrea Albán Condo

Tabla N: 66 Análisis de costos para un bloque con 25% de arcilla y 25% de PET

Material	USD	Costo por kg	Peso por dosificación kg	Costo USD	Costo final de cada bloque
Cemento por saco de 50 kg	8	0,16	8,7	1,39	0,36 USD
Piedra pómez 8 m3	70	0,014	17,4	0,24	
Polvo de pómez 8 m3	60	0,012	15,23	0,18	
PET molido por kg	0,25	0,25	5,8	1,45	
Arcilla cada 8m cúbicos	25	0,015	5,08	0,08	
Mano de obra y maquinaria	0,03 por bloque			0,3	
			Total	3,64	

Fuente: Edga. Andrea Albán Condo

Resumen de los costos finales de producción

Tabla N: 67 Costos finales de producción

Tipo de bloque	Costo USD
Bloque comercial	0,23
Bloque con 10% de PET	0,28
Bloque con 15% de PET	0,31
Bloque con 25% de PET	0,36
Bloque con 10% de arcilla	0,23
Bloque con 15% de arcilla	0,23
Bloque con 25% de arcilla	0,23
Bloque con 10% de PET y 10% de arcilla	0,28
Bloque con 15% de PET y 15% de arcilla	0,31
Bloque con 25% de PET y 25% de arcilla	0,36

Fuente: Edga. Andrea Albán Condo

Estos precios no incluyen la utilidad del bloque en el caso de ser comercializados el cual se puede considerar de un máximo un 30% de los costos de producción, según la información recolectada en la bloquera Gavilanes la utilidad que perciben vas de 0.02 a 0.03 USD.

Considerando los costos de los materiales se determinó que el bloque de menor precio es el bloque comercial con un costo de producción de 0.23USD, los bloques de mayor costo son los que contienen un 25% de PET molido. Los bloques con suelo arcilloso se mantiene en un precio de 0.23 USD debido a que el costo de la arcilla es bajo a comparación de los demás materiales.

4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

A partir de los ensayos a compresión y mediante los resultados obtenidos se determinó que en la fabricación de bloques el uso del pet como sustituto parcial de la piedra pómez y la arcilla como sustituto parcial del agregado fino influyen en su resistencia se ve afectada por lo cual se verifica la hipótesis del presente trabajo. en segundo plano su peso disminuye.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Después de realizados los ensayos para la obtención de las densidades reales de los agregados se obtuvo están los siguientes valores: piedra pómez del sector de Catimbo es de 1.09 gr/cm³; polvo fino de pómez con agregado fino 1.435 gr/cm³; arcilla obtenida de la cantera Fátima es de 1.468 gr/cm³ los cuales están dentro de los rangos de cada material. [32] [25]
- La tendencia general de las resistencias a la compresión de los bloques tras el ensayo a compresión es subir la resistencia en función del tiempo hasta llegar a la resistencia máxima de 20 Kg/cm² de las muestras ensayadas en el laboratorio, ninguna llego a la resistencia deseada dando una resistencia promedio máxima de 19,61 Kg/cm² obtenida de los bloques con 15 % de PET molido con 15% de arcilla, de los bloques comerciales se obtuvo una resistencia promedio máxima de 18.81 Kg/cm².
- En los bloques con agregado PET como sustituto parcial de la piedra pómez a medida de que se aumenta el porcentaje de PET molido disminuye su peso y en un menor grado su resistencia a comparación de las resistencias obtenidas de los bloques comerciales, una vez pesados los bloques se determinó que el bloque con el 25% de PET es el más liviano con un peso promedio de 4.65 kg que corresponde al 79.48% del peso promedio de un bloque comercial el cual alcanzo un peso promedio de 5.85 Kg considerando esto se logró disminuir su peso en 20.51%.
- La adición de arcilla como sustituto parcial del agregado fino da como resultado un mayor peso en los bloques debido a que la arcilla absorbe y retiene agua al igual su resistencia se ve afectada en menor manera con una disminución máxima del 18.24% de la resistencia.
- El ensayo de resistencia a la compresión de los bloques comerciales, los que contienen PET y arcilla son relativamente inferiores a las resistencias mínimas que

indica la norma ASTM C 140 con una disminución de las resistencias entre el 2 al 21% de la resistencia a compresión.

- Los bloques con el 10% de agregado PET como sustituto parcial de la piedra pómez tiene una resistencia promedio a la compresión de 18.48 Kg /cm² y una disminución del peso con un valor 3.38 Kg que corresponde a un 91.98% del peso un bloque comercial obteniendo una disminución del 8.02 % de su peso comparado con los bloques comerciales que se alcanzó una resistencia promedio de 18.81 Kg /cm² y un peso de 5.85 Kg.
- Los bloques con el 15% de agregado PET como sustituto parcial de la piedra pómez tiene una resistencia promedio a la compresión de 17.41 Kg /cm² y una disminución del peso con una valor 4.95 Kg considerando esto hay una reducción del peso del 15.31 % de su peso comparado con los bloques comerciales.
- Los bloques con el 25% de agregado PET como sustituto parcial de la piedra pómez tienen una resistencia promedio a la compresión de 17.65 Kg /cm² y una disminución del peso con una valor 4.65 Kg que constituye una disminución del 20.44 % de su peso comparando los bloques comerciales los cuales alcanzaron una resistencia de 18.81 Kg /cm².
- Los bloques con el 10% de agregado arcilloso como sustituto parcial del agregado fino tienen una resistencia promedio a la compresión de 18.88 Kg /cm² y un peso de 5.71 Kg que corresponde al 2.45% de reducción en el peso en este caso la resistencia promedio es casi similar a la de los bloques comerciales.
- Los bloques con el 15% de agregado arcilloso como sustituto parcial del agregado fino tienen una resistencia promedio a la compresión de 16.05 Kg /cm² y una disminución del peso con una valor 5.59 Kg que corresponde al 4.41 % de su peso comparado con la resistencia promedio a la compresión de los bloques comerciales las cual es de 18.81 Kg /cm².
- Los bloques con el 25% de agregado arcilloso como sustituto parcial del agregado fino tienen una resistencia promedio a la compresión de 15.38 Kg /cm² y una

disminución del peso del 5.79 % con una valor 5.51 Kg a comparación del bloque comercial.

- Los bloques con el 10% de agregado PET y 10% de agregado arcilloso como sustituto parcial de la piedra pómez y el agregado fino tiene una resistencia promedio a la compresión de 19.09 Kg /cm² y una peso de 5.74 Kg que corresponde a una disminución del 1.90% de su peso comparados con los resultados obtenidos con los bloques comerciales de 18.81 Kg /cm², estos aumentaron su resistencia.
- Los bloques con el 15% de agregado PET y 15% de agregado arcilloso como sustituto parcial de la piedra pómez y el agregado fino tiene una resistencia promedio a la compresión de 19.61 Kg /cm² y peso de 5.49 Kg que corresponde que corresponde a la disminución del 6.17 % del peso comparado con los bloques comerciales que se obtuvo una resistencia promedio de 18.81 Kg /cm² y un peso de 5.85 Kg.
- Los bloques con el 25% de agregado PET y 25% de agregado arcilloso como sustituto parcial de la piedra pómez y el agregado fino tiene una resistencia promedio a la compresión de 14.73 Kg /cm² y una disminución del 13.16 % del peso del con un valor 5.08 Kg comparado con los bloques comerciales que se obtuvo una resistencia promedio de 18.81 Kg /cm² y un peso de 5.85 Kg.
- Los costos para la elaboración de los bloques se consideraron según los datos facilitados en la bloquera Gavilanes, Mina en la ciudad del Puyo y la fábrica COVIPLAST cabe resaltar que estos precios pueden variar según la oferta del material ubicación de las minas y el transporte además de esto el costo del pet varía según su origen y grado de contaminación.
- Analizando los costos de elaboración se determinó que un bloque comercial tiene un costo de producción de 0.23USD, la adicción de PET molido incrementa su costo de producción con el 10% con un costo de producción de 0.28 USD, con el 15% un costo de 0.31 USD y con el 25% de PET se incrementa a 0.36 USD, considerando esto los bloques con PET tienen un valor más alto comparado con los bloques

comerciales no obstante los bloques con arcilla se mantienen con un costo de 0.23 USD.

- Los costos de producción de los diferentes tipos de bloques no está considerado el transporte de los materiales debido a que este valor varía según el origen del material, así como el tipo pet usado el cual puede disminuir si se emplea materiales reciclados de menor precio y la utilidad para la comercialización o venta.
- Se concluye que los bloques con el 25% de PET como sustituto parcial de la piedra pómez son los más livianos por lo tanto disminuyen la carga muerta, los bloques con la combinación del 15% de PET y 15% de arcilla son los que alcanzan una resistencia relativamente igual a la obtenida de una bloque comercial. En cuanto a costo el bloque con PET relativamente más caro debido al costo del PET usado a diferencia del bloque con arcilla que mantiene su precio igual comparado al costo de producción de un bloque comercial económicamente el bloque que se puede considerar como económico y estructuralmente aceptable es el que tiene una combinación del 15% de PET y 15% de arcilla con una resistencia de 19.61Kg/cm² y una costo de 0.31USD
- Los bloques con sustitutos parciales de plástico pet presentan una menor resistencia cuya diferencia no afecta para que sean utilizados en la elaboración de cerramientos de viviendas y aliviamiento de losas debido a su bajo peso.
- La disminución de la resistencia en los bloques se debe a que el plástico tiene una baja adherencia al cemento según los artículos y tesis consultadas donde se trabajó con PET reciclado y concreto donde estos presentaron una resistencia menor a un concreto normal, comprobándose lo señalado teóricamente. [31], [32].
- La baja resistencia de los bloques con agregados arcillosos se debe a que estos mampuestos están elaborados con suelos con baja resistencia que es característica de los agregados plásticos como la arcilla y estos no son sometidos a altas temperaturas como los ladrillos por lo cual su resistencia disminuye. [33]

- La adicción de arcilla cruda en los bloques ocasiona que estos absorban mayor cantidad de agua por lo cual las partículas de cemento no alcanzan su fraguado óptimo, además la arcilla tiende a esponjarse con la humedad por lo cual se produce fisuras en los bloques y aumento de su peso.
- Los bloques con sustitutos parciales de plásticos como el pet pueden ser considerados como mampuestos ecológicos debido a que el uso de estos materiales reciclados contribuye a la disminución de desechos inorgánicos que de otra manera terminarían en rellenos sanitarios.
- La elaboración de bloques con plásticos reciclados contribuyen la disminución de los plásticos y a mejorar la calidad de vida de los seres humanos, además pueden ser considerados como una fuente de ingresos ya que los materiales empleados son de fácil adquisición, bajo costo y fabricación sencilla.
- El bloque por su resistencia peso y costo que puede considerarse estructuralmente aceptable es el que tiene una combinación del 15% de PET y %15% de arcilla con una resistencia de 19,61 Kg/cm², peso de 5.43 Kg y un costo de 0,31 USD.

5.2 RECOMENDACIONES

- Analizar la resistencia a compresión de los bloques y que llegue a cumplir un mínimo de 20 kg/cm² para mampostería no portante [11].
- El uso de arcilla no es recomendable en la fabricación de mampuestos ya que a pesar de tener una resistencia y costo casi similar la arcilla tiende a absorber el agua evitando que las partículas de cemento fragüen perjudicando su resistencia.
- En el caso de usar plástico para la fabricación de mampostería no portante se recomienda emplear material reciclado como PET , polietileno o polipropileno ya que son materiales que se desechan en gran cantidad son fáciles de adquirir y moler además de su costo es bajo y son aptos para la fabricación de elementos constructivos ecológicos.

- Para el ensayo de compresión es recomendable ensayar los bloques secos ya que el exceso de humedad interfiere en la resistencia especialmente en los bloques que contienen arcilla ya que esta absorbe agua y tiende a hincharse ocasionando el aumento en el peso y la figuración de bloque.
- Para mejorar la resistencia se puede considerar el uso de un aditivo que mejore la adherencia del plástico con el cemento para mejorar sus propiedades mecánicas esto se puede presentar como un posible tema para futuras investigaciones.
- Los bloques con sustitutos parciales de plásticos pueden ser aplicados en la elaboración de muros no portantes o el alivianamiento de losas ya que son de menor peso.
- No exceder la cantidad de agua en el curado ya que los bloques con arcilla tienden a romperse.
- Se recomienda no aumentar el porcentaje del PET como sustituto parcial ya que disminuye la resistencia considerando un máximo del 25% del sustituto parcial del material grueso o fino.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] R. Ana, «Historia de los Materiales de construcción,» 30 Enero 2014. [En línea]. Available: <https://prezi.com/k2cgne58n1th/historia-de-los-materiales-de-construccion/>.
- [2] J. Arrieta y E. Peñaherrera, Fabricacion de bloques de concreto con una vibradora, Lima Peru: Centro peruano japones de investigaciones sismicas y mitigacion de desastres, 2001.
- [3] L. Valdez y S. Gabriel, HORMIGONES LIVIANOS, Guayaquil: ESPOL, 2010.
- [4] R. A. Moreno Cardenas y F. F. Cañizares Ortega, *AGREGADO ALTERNATIVO PARA FABRICACION DE BLOQUES Y ADOQUINES EN BASE A POLITILEN TEREFALATO*, QUITO: EPN, 2011.
- [5] U. A. D. MEXICO, «AGREGADOS DE PLÁSTICO A UNA MEZCLA DE CONCRETO COMÚN "ECOCRETO",» [En línea]. Available: http://www.feriadelasciencias.unam.mx/antiores/feria20/feria223_01_agregados_de_plastico_a_una_mezcla_de_concreto_com.pdf.
- [6] IMCYC, «Concreto Conteniendo Agregados Plásticos,» *IMCYC*, vol. I, n° 4, ABRIL 1999.
- [7] H. Barretta, *MANUAL DE PRODUCCION Y APLICACION DEL LADRILLO PET*, Buenos aires: NOBUKO, 2006.
- [8] A. Sanchez, *Estudio del hormigon simple elaborado con ladrillo reciclado y su incidencia en peso especifico y resistencia a compresion*, Ambato: UTA FICM, 2015.
- [9] I. d. C. P. Argentino:, «Construcción con Bloques de Hormigón de Cemento Portland,» ICPA, Buenos Aires, 1975.
- [10] INEN, NTE INEN 643 BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN. REQUISITOS, Quito, 2014.
- [11] INEN, NTE INEN 638 BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN. DEFINICIONES CLASIFICACIÓN Y CONDICIONES GENERALES., Quito, 2014.
- [12] slideshare, «CLASIFICACION DE LOS BLOQUES DE HORMIGON,» 2015. [En línea]. Available: <https://es.slideshare.net/IndiTej/clasificacin-de-los-bloques-de-hormign>.

- [13] «slideshare,» 15 enero 2014. [En línea]. Available: <http://es.slideshare.net/IndiTej/clasificacin-de-los-bloques-de-hormign>.
- [14] B. F., «MATERIALES PETREOS NATURALES,» 2000. [En línea]. Available: <http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/LECCION3.MaterialesPetreosNATURALES.5-ARIDOS.Introduccion.pd>.
- [15] Construpedia, «CONSTRUMATICA,» 2001. [En línea]. Available: http://www.construmatica.com/construpedia/Tipos_de_%C3%81ridos#Tipos_de_.C3.81ridos. [Último acceso: agosto 2016].
- [16] R. Salguero, EXAMEN DE CALIDAD DE AGREGADOS PARA CONCRETO DE DON BANCOS DE LA CIUDAD DE QUETZATENANGO, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala , 2014.
- [17] L. A. E. Martinez, «Procedimiento mejorado para manufactura de una arena plástica de baja densidad, la arena plástica y composiciones». Patente WO2006025719 A1, 01 06 2006.
- [18] IGME, «PIEDRA PÓMEZ,» *Panorama minero*, 2003.
- [19] J. Sacoto, DISEÑO DEL PROYECTO PARA LA IMPLEMENTACION DE UNA FABRICA PRODUCTORA DE LADRILLOS EN AZOGUES, CUENCA: UPSSC, 2013.
- [20] A. E. M. S. I. P. A. Cladera, «Bloques de Tierra Prensados en la Construcción para el Desarrollo,» *Tecnologías y Materiales de Construcción Para el Desarrollo*, 2010.
- [21] J. Toirac, EL SUELO-CEMENTO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN, Santo Domingo: ISSN:, 2008.
- [22] L. d. G. I. UCV, «ICC UCV,» [En línea]. Available: http://icc.ucv.cl/geotecnia/03_docencia/02_laboratorio/manual_laboratorio/limite_s.pdf. [Último acceso: 09 02 2017].
- [23] INEN, NORMA TECNICA INEN 152 CEMENTO PORTLAND, Quito, 2012.
- [24] A. Polanco, MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO DEL CONCRETO, Chihuahua: UACH.
- [25] M. Marquez, «Quiminet.com,» Quiminet, 14 mayo 2012. [En línea]. Available: <https://www.quiminet.com/articulos/usos-y-aplicaciones-del-polietileno-tereftalato-pet-42703.htm>. [Último acceso: 2 Septiembre 2016].
- [26] U. D. V. ETSII, «Universidad de Valladolid,» Dpto. Química Organica, [En línea]. Available: http://www.eis.uva.es/~macromol/curso05-06/pet/propiedades_y_caracteristicas.htm. [Último acceso: 15 Septiembre 2016].

- [27] G. Rosana, «uN NUEVO DESAFIO CONSTRUIR CON MATERIALES RECICLADOS,» *Vivienda popular*, n° 14, pp. 59-62, 2004.
- [28] INEN, NTE INEN 639 BLOQUES HUECOS DE HORMIGON, MUESTREO Y ENSAYOS, QUITO, 2012.
- [29] INEN, NTE IN BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN. MUESTREO Y ENSAYOS., Quito: Inen, 2002.
- [30] N. INEN, NTE INEN 0640BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, Quito: INEN, 1993.
- [31] E. T. S. d. I. I. U. d. Valladolid, «Dpto. Química Orgánica Universidad de Valladolid,» 2002. [En línea]. Available: http://www.eis.uva.es/~macromol/curso05-06/pet/propiedades_y_caracteristicas.htm.
- [32] Ingemecanica, «Valores de los Pesos Específicos y densidades de los materiales,» 2016. [En línea]. Available: <http://ingemecanica.com/tutoriales/pesos.html#granel>.
- [33] IMCYC, «Concreto Conteniendo Agregados Plásticos,» 1999. [En línea]. Available: <http://www.imcyc.com/revista/1999/abril/concagr1.htm>. [Último acceso: 2017].
- [34] A. V. Diego, EL PLÁSTICO RECICLADO COMO ELEMENTO CONSTRUCTOR DE LA VIVIENDA, Cuenca: FAUC, 2013.
- [35] A. Martinez y M. Cote, «Diseño y fabricacion de ladrillo reutilizando materiales a base de PET,» pp. 1-5, 2014.
- [36] MEXICO, UNIVERSIDAD AUTONOMO DE, «AGREGADOS DE PLÁSTICO A UNA MEZCLA DE CONCRETO COMUN "ECOCONCRETO",» 2015. [En línea]. Available: http://www.feriadelasciencias.unam.mx/anteriores/feria20/feria223_01_agregados_de_plastico_a_una_mezcla_de_concreto_com.pdf. [Último acceso: 20 07 2016].
- [37] G. Rosana, «LADRILLOS Y PLACAS PREFABRICADAS CON PLASTICOS RECICLADOS APTOS PARA LA AUTOCONSTRUCCION,» *INVI*, pp. 137-163, 2008.
- [38] K. Arteaga Medina, M. Oscar y G. Javier, «BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA COMO METARIAL CONSTRUCTIVO,» CEDEC, Colombia, 2011.
- [39] N. INEN, ARIDOS ANALISIS GRANULOMETRICO EN LOS ARIDOS FINO Y GRUESO, Quito: INEN, 2011.