



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

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

**TEMA:**

---

---

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN  
ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON  
POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS  
CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL  
AGREGADO GRUESO”**

---

---

**AUTORA: CHICAIZA LLUMIPANTA VERÓNICA ABIGAIL**

**TUTOR: ING. ALEX FRÍAS TORRES**

**AMBATO-ECUADOR**

**2017**

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

Yo, Ing. Alex Xavier Frías Torres certifico que la presente investigación bajo la modalidad de trabajo experimental **“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO”** realizado por la Señorita, Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta, Egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, se desarrolló bajo mi supervisión y tutoría, siendo un trabajo elaborado de manera personal e inédito.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ambato, Julio del 2017

---

Ing. Alex Xavier Frías Torres

TUTOR

## **AUTORÍA DEL TRABAJO**

Yo Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta, con CI. 180481367-1 Egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, certifico por medio de la presente que el trabajo con el tema:

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO”** es de mi completa autoría.

Ambato, Julio del 2017

---

Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta

AUTORA

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los suscritos profesores calificadores, una vez revisado, aprueban el informe de investigación, sobre el tema: **“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO”** de la egresada Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta, de la carrera de Ingeniería Civil, el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por el Centro de Estudios de Pregrado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman

---

Ing. Mg. Carlos Navarro  
PROFESOR CALIFICADOR

---

Ing. Mg. Diego Chérrez  
PROFESOR CALIFICADOR

## **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 este Trabajo de Titulación dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Julio del 2017

Autora

Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta

## DEDICATORIA

*Todo tiene su tiempo, y todo lo que se quiere debajo del cielo, tiene su hora*

*(Eclesiales 3:1)*

*Con todo mi corazón y humildad dedico este trabajo en primer lugar a Papito Dios por todo tu amor y bendiciones, tu gracia se expresa en lo sobrenatural, por darme fuerzas, por poner en mi corazón tu amor infinito, ser mi refugio y fortaleza en todo tiempo.*

*Dedico también este trabajo con mucho cariño a mis padres por su amor y sacrificio que me han guiado, este es el fruto de su ejemplo.*

*A ti madre mía, **Susana** por todo tu amor, cariño y apoyo ser mi ejemplo de perseverancia, dedicación, paciencia, luchadora siempre.*

*A ti papi **Ángel** por toda tu dedicación y consejos de seguir adelante, mostrarnos que un sueño es para hacerlo realidad, ser arriesgado para lograr tus objetivos.*

*A mis hermanos **Byron** y **Darío** pequeños de mi corazón, por cada uno de los momentos compartidos llenos de aventuras y alegrías.*

*Abigail*

## AGRADECIMIENTO

*Te Agradezco a ti mi Dios por ser mi guía y fortaleza, por regalarme la vida y a mi familia.*

*¡Gracias mi Señor! por cada detalle, que hace único a un nuevo día, que todas las cosas sean conforme a tu voluntad.*

*Agradezco de todo corazón a mis padres por amarme y brindarme su apoyo  
Te agradezco mami por ser mi ejemplo enseñarme lo más importante el amor a Dios en todo tiempo, por estar siempre a mi lado por haber llenado mi vida de grandes momentos, a ti papi gracias por cuidarme y demostrarme tu cariño siempre.*

*A mi hermano Byron por ser también mi ejemplo, gracias por haberme ayudado de todas las maneras posibles para poder culminar con esta etapa.*

*A mi pequeño hermano Darío que con tus ocurrencias y afecto alegras mis días.*

*Que sería de mi sin ustedes, tantas cosas vividas, sueños por delante, un largo camino que aún nos queda por recorrer juntos.*

*También agradezco a mis tías Yolis y su hija Anitabell y Blankis, a mi tío Milton y Vero y a sus bebes que con su ternura nos enseñan del amor puro y sin condiciones.*

*A mi Abue Rosita gracias por tu ejemplo, con tu sabiduría nos siembras grandes lecciones de vida, gracias por tus oraciones que fortalecen mi vida.*

*Agradezco a toda mi familia por apoyarme y estar a mi lado para poder culminar mi carrera*

*Un agradecimiento muy especial al **Ingeniero Alex Frías Torres** por haber dedicado parte de su valioso tiempo y compartir sus conocimientos y experiencias, sin su ayuda no hubiese sido posible finalizar este trabajo.*

*A los amigos y compañeros que durante toda esta etapa estudiantil compartimos grandes momentos*

*Abigail*

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

### A. PÁGINAS PRELIMINARES

<b>PORTADA</b> .....	<b>I</b>
<b>CERTIFICACIÓN DEL TUTOR</b> .....	<b>II</b>
<b>AUTORÍA DEL TRABAJO</b> .....	<b>III</b>
<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO</b> .....	<b>IV</b>
<b>DERECHOS DE AUTOR</b> .....	<b>V</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>VI</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS</b> .....	<b>VIII</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>XI</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS</b> .....	<b>XII</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	<b>XV</b>
<b>CAPÍTULO.I</b> .....	<b>1</b>
1.1 TEMA DE TRABAJO EXPERIMENTAL: .....	1
1.2 ANTECEDENTES.....	1
1.3 JUSTIFICACIÓN .....	3
1.4 OBJETIVOS. ....	4
1.4.1 Objetivo General: .....	4
1.4.2 Objetivos específicos. ....	4
<b>CAPÍTULO.II</b> .....	<b>5</b>
2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	5
2.1.1 Bloques de concreto. ....	5
2.1.1.1 Clasificación de bloques. ....	5
2.1.1.2 Clasificación de acuerdo con su uso. ....	5
2.1.1.3 Clasificación de acuerdo con su densidad.....	7
2.1.1.4 Dimensiones de los bloques. ....	7
2.1.2 Propiedades de los bloques de cemento. ....	9
2.1.2.1 Resistencia a compresión. ....	9
2.1.2.2 Absorción de agua.....	10
2.1.2.3 Comportamiento ante el fuego. ....	10
2.1.2.4 Durabilidad.....	10
2.1.3 Proceso de producción de bloques. ....	10
2.1.3.1 Acopio de materiales.....	10
2.1.3.2 Dosificación .....	11



2.1.3.3	Mezclado.....	12
2.1.3.4	Moldeado.....	12
2.1.3.5	Fraguado.....	13
2.1.3.6	Curado.....	13
2.1.3.7	Almacenado.....	13
2.1.4	Materiales tradicionales en la elaboración de bloques.....	14
2.1.5	Requisitos de materiales para la elaboración de bloques.....	14
2.1.5.1	Agregados.....	14
2.1.5.2	Cemento.....	18
2.1.5.3	Agua.....	20
2.1.6	Materiales alternativos.....	20
2.1.6.1	Clasificación de materiales alternativos.....	20
2.1.6.2	Materiales alternativos utilizados en bloques.....	21
2.1.7	El poliestireno expandido.....	23
2.1.7.1	Uso del poliestireno.....	23
2.1.7.2	Propiedades del poliestireno.....	24
2.1.7.3	Proceso de obtención del poliestireno expandido.....	27
2.1.8	La tusa de maíz.....	27
2.1.8.1	Uso de la tusa de maíz.....	28
2.1.8.2	Propiedades de la tusa de maíz.....	28
2.1.8.3	Obtención de la tusa maíz.....	29
2.2	HIPÓTESIS.....	30
2.3	SEÑALAMIENTO DE VARIABLES.....	30
2.3.1	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	30
2.3.2	VARIABLE DEPENDIENTE.....	30
<b>CAPÍTULO.III.....</b>		<b>31</b>
3.1	NIVEL Y TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	31
3.2	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	32
3.2.1	Población.....	32
3.2.2	Muestra.....	33
3.3	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	37
3.3.1	Variable independiente.....	37
3.3.2	Variable dependiente.....	38
3.4	PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	39
3.5	PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.....	41
3.5.1	Plan de procesamiento.....	41
3.5.2	Plan de análisis.....	42
<b>CAPÍTULO.IV.....</b>		<b>43</b>
4.1	RECOLECCIÓN DE DATOS.....	43
4.1.1	Datos informativos.....	43
4.1.2	Ensayos realizados en los agregados.....	43
4.1.2.1	Granulometría del agregado fino.....	43
4.1.2.2	Granulometría del agregado grueso.....	45
4.1.2.3	Densidad aparente suelta de los agregados fino y grueso.....	46

4.1.2.4	Densidad aparente compactada de los agregados fino y grueso ....	47
4.1.2.5	Densidad aparente compactada de la mezcla de los agregados. ....	48
4.1.2.6	Densidad real del agregado fino (arena) .....	50
4.1.2.7	Densidad real agregado grueso (chasqui) .....	51
4.1.2.8	Capacidad de absorción de los agregados.....	52
4.1.3	Ensayos realizados al cemento.....	53
4.1.3.1	Densidad real del cemento .....	53
4.1.4	Obtención de la tusa de maíz. ....	54
4.1.4.1	Granulometría de la tusa de maíz.....	57
4.1.4.2	Tratamiento y capacidad de absorción de la tusa de maíz. ....	60
4.1.5	Obtención del poliestireno expandido.....	65
4.1.5.1	Granulometría del poliestireno expandido.....	66
4.1.6	Dosificación método de densidad óptima. ....	68
4.1.6.1	Dosificación poliestireno expandido.....	78
4.1.6.2	Dosificación tusa de maíz .....	80
4.1.7	Elaboración de bloques. ....	82
4.1.7.1	Dosificación .....	82
4.1.7.2	Mezclado.....	83
4.1.7.3	Moldeado .....	85
4.1.7.4	Fraguado.....	86
4.1.7.5	Curado .....	86
4.1.8	Ensayo de compresión de bloques. ....	87
4.1.9	Ensayo de capacidad de absorción en bloques.....	89
4.2	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS. ....	91
4.2.1	Análisis las densidades de bloques a diferentes porcentajes.....	91
4.2.1.1	Densidades de bloques elaborados con poliestireno expandido. ...	91
4.2.1.2	Densidades de bloques elaborados con poliestireno tusa de maíz. ....	98
4.2.2	Resultados de ensayos de resistencia a compresión.....	105
4.2.2.1	Ensayo a compresión de bloques elaborados con poliestireno expandido. ....	105
4.2.2.2	Ensayo a compresión de bloques elaborados con tusa de maíz. ..	113
4.2.3	Comparación de resistencia a compresión bloques normales y bloques con poliestireno y tusa de maíz .....	122
4.2.4	Ensayo de absorción de agua. ....	128
4.2.5	Comparación práctica de bloques tradicionales, con poliestireno y bloques con tusa de maíz en su incidencia en el peso de una losa.....	129
4.3	VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS.....	131
<b>CAPÍTULO.V.....</b>		<b>132</b>
5.1	CONCLUSIONES. ....	132
5.2	RECOMENDACIONES.....	134
<b>MATERIALES DE REFERENCIA.....</b>		<b>136</b>
1.	BIBLIOGRAFÍA.....	136
2.	ANEXOS.....	140
2.1	ENSAYOS EN LOS AGREGADOS.....	140

2.2 ENSAYO EN EL CEMENTO.....	143
2.3 ENSAYO A COMPRESIÓN.....	144
2.4 ANEXOS ENSAYO BLOQUES A DIFERENTES PORCENTAJES CON POLIESTIRENO..	145
2.5 ENSAYO DE ABSORCIÓN.....	151
2.6 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS .	154

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de bloques, de acuerdo con sus usos INEN 638.....	5
Tabla 2 Bloque de hormigón de acuerdo con sus usos INEN 3066.....	6
Tabla 3. Clasificación de bloques, de acuerdo con su densidad.....	7
Tabla 4. Dimensiones de bloques INEN 638.....	7
Tabla 5 Dimensiones de bloques INEN 3066.....	8
Tabla 6. Resistencia a compresión mínima a los 28 días.....	9
Tabla 7. Requisitos de gradación para árido fino.....	15
Tabla 8. Requisitos de gradación para árido grueso.....	16
Tabla 9. Tipos de cemento Portland.....	19
Tabla 10. Dosificaciones al peso para 15 muestras.....	21
Tabla 11. Dosificaciones al peso por cada 6 muestras.....	22
Tabla 12. Dosificaciones al peso para 10 bloques.....	23
Tabla 13. Propiedades químicas del poliestireno expandido.....	26
Tabla 14. Análisis químico en tusa de maíz.....	29
Tabla 15. Número de total de muestras.....	33
Tabla 16. Bloques con fibras de caucho.....	34
Tabla 17. Bloques con PET.....	35
Tabla 18. Operacionalización de variables independientes.....	37
Tabla 19. Operacionalización de variables dependientes.....	38
Tabla 20. Operacionalización de variables dependientes.....	39
Tabla 21. Análisis granulométrico agregado fino(arena).....	44
Tabla 22. Análisis granulométrico agregado grueso(chasqui).....	45
Tabla 23. Densidad aparente suelta de los agregados fino y grueso.....	46
Tabla 24. Densidad aparente compactada de los agregados fino y grueso.....	47
Tabla 25. Densidad aparente compactada de la mezcla de los agregados.....	48
Tabla 26. Densidad real del agregado fino (arena).....	50
Tabla 27. Densidad real agregado grueso(chasqui).....	51
Tabla 28. Capacidad de absorción de los agregados.....	52
Tabla 29. Densidad real del cemento.....	53
Tabla 30. Clasificación tipos de impurezas encontradas.....	55
Tabla 31. Granulometría de la tusa de maíz.....	59
Tabla 32. Contenido de humedad y capacidad de absorción en tusa de maíz.....	64
Tabla 33. Granulometría poliestireno expandido.....	67
Tabla 34. Resistencia a la compresión del hormigón basada en la relación:.....	68
Tabla 35. Resistencia a la compresión basada en la relación agua /cemento extrapolada.....	70

Tabla 36. Datos obtenidos en los ensayos.....	72
Tabla 37. Dosificación método de la densidad óptima. ....	74
Tabla 38. Dosificación para cada parada o 15 unidades con poliestireno expandido.	78
Tabla 39. Dosificación al volumen en fábrica para 15 bloques poliestireno expandido. ....	80
Tabla 40. Dosificación para cada parada o 15 unidades con tusa de maíz. ....	80
Tabla 41. Dosificación al volumen en fábrica para 15 bloques tusa de maíz .....	81
Tabla 42. Densidad de bloques con Poliestireno expandido a los 7 días de edad. ....	91
Tabla 43. Densidad de bloques con Poliestireno expandido a los 14 días de edad. ..	93
Tabla 44. Densidad de bloques con Poliestireno expandido a los 28 días de edad. ..	95
Tabla 45. Densidad de bloques con Tusa de maíz a los 7 días de edad. ....	98
Tabla 46. Densidad de bloques con Tusa de maíz a los 14 días de edad. ....	100
Tabla 47. Densidad de bloques con Tusa de maíz a los 28 días de edad. ....	102
Tabla 48. Resistencia a compresión bloques con poliestireno expandido a los 7 días edad. ....	105
Tabla 49 Resistencia a compresión bloques con poliestireno expandido a los 14 días edad. ....	107
Tabla 50. Resistencia a compresión bloques con poliestireno expandido a los 28 días edad. ....	109
Tabla 51. Resistencia a compresión bloques con tusa de maíz a los 7 días edad. ...	113
Tabla 52. Resistencia a compresión bloques con tusa de maíz a los 14 días edad. .	115
Tabla 53. Resistencia a compresión bloques con tusa de maíz a los 28 días edad. .	117
Tabla 54. Densidades y resistencia a compresión con diferentes porcentajes a los 7, 14, 28 días de edad. ....	121
Tabla 55. Absorción de agua en bloques elaborados con poliestireno .....	128
Tabla 56. Absorción de agua y densidad en bloques elaborados con tusa de maíz .	128
Tabla 57. Cuantificación de cargas de losa con los diferentes bloques. ....	130
Tabla 58. Análisis de precios unitario bloque tradicional.....	155
Tabla 59. Análisis de precios unitario bloque con poliestireno. ....	156
Tabla 60. Análisis de precios unitario bloque con tusa de maíz. ....	157

## ÍNDICE DE GRÁFICOS.

Gráfico 1. Medida modular. ....	8
Gráfico 2. Resistencia a compresión. ....	9
Gráfico 3. Acopio de materiales.....	11
Gráfico 4. Acopio del cemento. ....	11
Gráfico 5. Esquema típico del proceso de fabricación.....	14
Gráfico 6. Arena.....	16
Gráfico 7. Escoria volcánica o chasqui. ....	17
Gráfico 8. Piedra pómez.....	18
Gráfico 9. Cemento para prefabricados. ....	18
Gráfico 10. Poliestireno expandido (EPS) .....	23
Gráfico 11. Tusa de maíz. ....	27

Gráfico 12. Estructura de la tusa de maíz. ....	29
Gráfico 13. Porcentaje de fibras de caucho VS resistencia a compresión. ....	35
Gráfico 14. Porcentaje PET VS resistencia a compresión. ....	36
Gráfico 15. Densidad óptima de la mezcla .....	49
Gráfico 16. Secado de tusa de maíz .....	54
Gráfico 17. Separación de impurezas.....	54
Gráfico 18. Proceso de secado de la tusa de maíz.....	55
Gráfico 19. Trituradora mecánica artesanal. ....	56
Gráfico 20. Colocación de la tusa de maíz.....	56
Gráfico 21. Trituración manual.....	57
Gráfico 22. Peso de muestra de tusa de maíz.....	57
Gráfico 23. Tamizado de la tusa de maíz.....	58
Gráfico 24. Tusa de maíz retenido en tamiz. ....	58
Gráfico 25. Solución para tratamiento químico. ....	61
Gráfico 26. Tratamiento químico muestra .....	62
Gráfico 27. Materiales para determinar capacidad de absorción. ....	62
Gráfico 28. Muestras de tusa de maíz en estado S.S.S .....	63
Gráfico 29. Muestras secas en el horno. ....	63
Gráfico 30. Trituradora de poliestireno expandido.....	65
Gráfico 31. Poliestireno expandido granulado.....	65
Gráfico 32. Peso del poliestireno .....	66
Gráfico 33. Tamizado de poliestireno expandido. ....	66
Gráfico 34. Poliestireno retenido en tamiz.....	66
Gráfico 35. Extrapolación automática Excel .....	69
Gráfico 36. Determinación de la relación W/C.....	71
Gráfico 37. Sección de bloque 40 x 20 x15 .....	75
Gráfico 38. Dosificación de arena y chasqui. ....	82
Gráfico 39. Dosificación poliestireno y tusa de maíz. ....	82
Gráfico 40. Preparación de la mezcla con poliestireno expandido.....	83
Gráfico 41. Preparación de la mezcla con tusa de maíz.....	84
Gráfico 42. Colocación tablero. ....	85
Gráfico 43. Colocación de la mezcla en el molde.....	85
Gráfico 44. Bloques moldeados de 40 x 20 x15 .....	86
Gráfico 45. Acarreo de bloques moldeados. ....	86
Gráfico 46. Curado del bloque .....	87
Gráfico 47. Protección del bloque.....	87
Gráfico 48. Medidas de bloques previas al ensayo .....	88
Gráfico 49. Ensayo de compresión de bloques 15x20x40 .....	88
Gráfico 50. Bloques sumergidos en agua por 24 horas.....	90
Gráfico 51. Masa sumergida del bloque Mi.....	90
Gráfico 52. Masa de bloque seca en horno .....	90
Gráfico 53. Comparación de densidades de bloques con diferentes porcentajes de poliestireno a los 7, 14 y 28 días de edad.....	97
Gráfico 54. Comparación de densidades de bloques con diferentes porcentajes de tusa de maíz a los 7, 14 y 28 días de edad.....	104

Gráfico 55. Curva de resistencia a compresión Vs Porcentaje de poliestireno a los 7;14;28 días de edad.....	111
Gráfico 56. Curva de resistencia a compresión en bloques con poliestireno Vs Tiempo(7,14,28días) .....	112
Gráfico 57. Curva de resistencia a compresión Vs Porcentaje de tusa de maíz a los 7;14;28 días de edad.....	119
Gráfico 58. Curva de resistencia a compresión en bloques con tusa de maíz Vs Tiempo(7,14,28días) .....	120
Gráfico 59. Diagrama de barras Comparación de resistencia a compresión bloques normales Vs bloques con (poliestireno y tusa de maíz) al 5% .....	122
Gráfico 60. Diagrama de barras Comparación de resistencia a compresión bloques normales Vs bloques con (poliestireno y tusa de maíz) al 10% .....	123
Gráfico 61. Diagrama de barras Comparación de resistencia a compresión bloques normales Vs bloques con (poliestireno y tusa de maíz) al 15% .....	124
Gráfico 62. Diagrama de barras Comparación de resistencia a compresión bloques normales Vs bloques con (poliestireno y tusa de maíz) al 25% .....	125
Gráfico 63. Diagrama de barras Comparación de resistencia a compresión bloques normales Vs bloques con (poliestireno y tusa de maíz) al 50% .....	126
Gráfico 64. Curva de resistencia a compresión vs las densidades. ....	127
Gráfico 65. Plano arquitectónico modelo para comparación de peso en losa con diferentes bloques.....	129

## RESUMEN EJECUTIVO

**TEMA:** “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO”

**AUTOR:** Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta

**TUTOR:** Ing. Alex Frías Torres

**FECHA:** 17 Julio 2017

El presente trabajo experimental trata sobre el análisis de la resistencia a compresión de bloques tradicionales, bloques elaborados con poliestireno y tusa de maíz como sustituto parcial del agregado grueso, además tiene el objetivo de definir los porcentajes óptimos de sustitución.

En primera instancia, se efectuaron los ensayos en el árido grueso proveniente de las minas ubicadas en el sector del Chasqui -Lasso y la arena de la mina de la ciudad de Salcedo, en el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, también en la tusa de maíz y el poliestireno se comprobó la granulometría.

Con estas referencias y resultados se procedió al cálculo de la dosificación para bloques con resistencia a compresión de 25,5 kg/cm<sup>2</sup> de la NTE INEN 638. Los ensayos de resistencia a compresión se realizaron a los 7, 14, 28 días de edad, en sustitución parcial del 5%, 10%, 15%, 25% y 50% con poliestireno y tusa de maíz.

La resistencia a compresión en el bloque tradicional fue de 26,57 kg/cm<sup>2</sup>, se concluye que conforme se sustituye en porcentajes, el bloque disminuye tanto en peso como en la resistencia. Determinándose que el porcentaje óptimo con poliestireno es del 5% y 10% por otra parte, para la tusa de maíz es del 5% resultados de resistencia a compresión que cumple con el valor requerido de 17,34 kg/cm<sup>2</sup> para bloque Clase C Aliviado en losas de la NTE INEN 3066, así también los bloques cumplen con el porcentaje de absorción menor al 15%.

## ABSTRACT

**THEME:** "COMPARATIVE ANALYSIS OF THE COMPRESSIVE STRENGTH BETWEEN TRADITIONAL BLOCKS AND BLOCKS MADE WITH: GRANULAR EXPANDED POLYSTYRENE AND BLOCKS MADE WITH CORN COB AS PARTIAL SUBSTITUTE OF THE COARSE AGGREGATE"

**AUTHOR:** Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta

**TUTOR:** Ing. Alex Frías Torres

**DATE:** July 2017

The present experimental work deals with the analysis of the compressive strength of traditional blocks, blocks made with polystyrene and blocks made with corn cob a partial substitute of the coarse aggregate, in addition it has the objective of defining the optimal percentages of substitution.

In the first instance, tests were carried out in the coarse aggregate from the mines located in the sector of Chasqui-Lasso and the sand of the mine of the city of Salcedo, in the Laboratory of Materials Testing of the Faculty of Civil and Mechanical Engineering of the Technical University of Ambato, also in the corn cob and the polystyrene granulometry was verified.

With these references and results, the dosage for blocks with compressive strength of 25.5 kg / cm<sup>2</sup> of NTE INEN 638 was calculated. Compressive strength tests were performed at 7, 14, 28 days of age, in partial substitution of 5%, 10%, 15% 25% and 50% with polystyrene and corn cob.

The compressive strength in the traditional block was 26.57 kg / cm<sup>2</sup>, it is concluded that as it is substituted in percentages, the block decreases both in weight and in resistance. Determining that the optimal percentage with polystyrene is 5% and 10% on the other hand, for corn kernel it is 5% compression resistance results that meets the required value of 17.34 kg / cm<sup>2</sup> for block Class C Alleviating in slabs of NTE INEN 3066, so also the blocks comply with the percentage of absorption less than 15%.



# **CAPÍTULO.I**

## **ANTECEDENTES**

### **1.1 TEMA DE TRABAJO EXPERIMENTAL:**

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO”

### **1.2 ANTECEDENTES.**

El bloque de concreto es el elemento más común y conocido para ser utilizado en obras, sea para la elevación de paredes, división de espacios o en alivianamiento de losas, sin embargo, este ha ido remplazando con el transcurso del tiempo a lo que conocemos como adobe. Actualmente la industria de la construcción ha buscado nuevos materiales, desarrollando investigaciones basadas e inspiradas en la conservación del medio ambiente y aprovechamiento de residuos reciclados.

Basándonos en antecedentes históricos se puede verificar cómo evolucionó el empleo de los materiales y técnicas de construcción, refiriéndonos a uno los inventos más ingeniosos creados por el hombre y utilizado al rededor del mundo por distintas culturas como lo fue el adobe, que tuvo su origen hace unos 10 mil años a.C., en un principio el barro fue mezclado, amasado con paja y secado al ambiente, luego se logró la cocción de este material dando lugar al ladrillo. [1]. También se muestra que cerca del año 200 a.C., se evidenció el empleo piedras en forma de bloques en la construcción de edificaciones por los romanos. [2]

En la implementación y el desarrollo de nuevos materiales de construcción, siempre han buscado alternativas que satisfagan con características similares de los materiales convencionales. Por esta razón una de las investigaciones sobre el uso de la tusa de maíz como posible material para bloques de concreto se menciona el siguiente artículo “LIGHTWEIGHT CONCRETE MASONRY UNITS BASED ON PROCESSED GRANULATE OF CORN COB AS AGGREGATE” por los autores J. Faustino, E. Silva, J. Pinto, y otros, publicado por Construction and Building Materials. Las unidades de mampostería de concreto ligero a base de tusa de maíz fueron capaces de mantener su forma y tamaño durante el proceso de secado mostrando su durabilidad, después de haber estado sometidos a varios ciclos de condiciones termo higrométricas (temperaturas extremas), no hubo indicios de deterioro del material, por otra parte se indica que la resistencia a compresión del bloque fue baja en comparación a bloques elaborados con arcilla expandida y su densidad se encontraba en el límite para mampostería liviana de  $1680 \text{ kg/m}^3$  [3]

En nuestro país se ha realizado trabajos de investigación respecto a materiales livianos, en este caso se menciona la tesis “BASES DE DISEÑO PARA LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE CON BLOQUE ALIVIANADO CON POLIESTIRENO” los autores Carrera Daniela, Cevallos Diego, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemáticas, señalan que para una mejor resistencia y calidad del bloque alivianado con poliestireno es necesario realizar ensayos químicos para determinar si genera alguna reacción que disminuya la resistencia, el poliestireno fue rallado de manera manual hasta obtener partículas muy pequeñas, en la dosificación el agua fue mínima, si se excede, el cemento puede escurrirse, el bloque fabricado con poliestireno resulta más ligero que el bloque normal.[4]

### 1.3 JUSTIFICACIÓN

El bloque de cemento se utiliza tradicionalmente como pieza para mampostería, en la construcción desde viviendas de interés social, familiares o grandes edificaciones comerciales. Por esta razón se ha tomado la iniciativa de elaborar prototipos de bloques con poliestireno y tusa de maíz.

El origen del bloque de concreto es incierto sin embargo se manifiesta que, por los años de 1937, se da inicio de nuevos procesos de elaboración de bloques, el constructor Fred Neth fue el promotor de la primera planta para construir bloques de concreto en el Continente Americano, posteriormente se logró la producción de bloques estandarizados y normalizados debido a la exactitud y calidad tuvo una gran demanda y acogida [5].

En el Ecuador ya han experimentado nuevos materiales en adiciones que ayuden a alivianar el peso del concreto, como es el caso del hormigón con agregados en base de poliestireno [6]. Por otra parte, entre los productos agrícolas identificados como viables para ser aplicados en construcción, es la tusa de maíz como un producto alternativo, estos en muchas ocasiones son considerados como residuos [7]. Con la ventaja de que en nuestro país el bloque de cemento es de fácil accesibilidad y económico a si nos indica la: Encuesta de Edificaciones (Permisos de Construcción) del INEC los “Materiales predominantes utilizados en la edificación”: son los bloques con un 57.6%, ladrillos en un 41.4 %; y el uso de otros materiales tales como madera 0.2%; prefabricados 0.2%; adobe 0.1% y otros 0.5% [8].

Por tal motivo se pretende elaborar bloques con poliestireno expandido y tusa de maíz ya que puede tener un papel muy importante como producto sostenible para la construcción, dar un uso útil y provechoso, siempre y cuando no generen impactos ambientales, aportando como un producto liviano y resistente, basándonos en las normas y técnicas de elaboración de bloques.

## **1.4 OBJETIVOS.**

### **1.4.1 Objetivo General:**

Realizar un análisis comparativo de la resistencia a compresión entre bloques tradicionales, bloques elaborados con poliestireno expandido y bloques elaborados con tusa de maíz.

### **1.4.2 Objetivos específicos.**

- Determinar el porcentaje óptimo de sustitución parcial con poliestireno y tusa de maíz que resulte favorable en la resistencia a compresión del bloque.
- Comparar la variación de la densidad entre bloques tradicionales, bloques con poliestireno expandido y bloques con tusa de maíz triturado al sustituir parcialmente en diferentes porcentajes.
- Identificar las ventajas y desventajas del uso de los materiales propuestos en la elaboración de bloques.

## CAPÍTULO.II

### FUNDAMENTACIÓN

#### 2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

##### 2.1.1 Bloques de concreto.

Un bloque es una unidad o pieza prefabricada, están elaborados con la mezcla de cemento, áridos finos, gruesos y agua, una vez secado el bloque es colocado de manera manual y asentados mediante una mezcla de mortero pegante.

##### 2.1.1.1 Clasificación de bloques.

##### 2.1.1.2 Clasificación de acuerdo con su uso.

Los bloques con huecos o perforados se clasifican según los requerimientos y necesidades de la obra en construcción, ya sean colocados en paredes de división de espacios en una vivienda, paredes exteriores o para alivianamiento de losas. El bloque se clasifica según su uso como se indica en la siguiente tabla.

**Tabla 1.** Clasificación de bloques, de acuerdo con sus usos INEN 638.

CLASE	USO
A	Paredes interiores 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 :** Norma NTE INEN 638, (2014) [10]

## Uso de bloques en los diferentes tipos de mampostería.

### a) Mampostería confinada

Consiste en levantar muros con unidades de mampostería que estarán bordeados en sus cuatro lados con refuerzo horizontal y vertical (vigas y columnas), los muros son construidos para soportar: su peso propio, losas o techos, además resisten las fuerzas horizontales causadas por un sismo o el viento. [9]

### b) Mampostería reforzada.

Se denominada mampostería reforzada a la construcción de muros conformados con piezas de bloques o ladrillos de perforación vertical que se unen con el mortero u hormigón colado en las cavidades y están reforzadas internamente con barras y alambres de acero. [9]

### c) Mampostería simple.

Es el tipo de mampostería tradicional en el cual se unen los bloques por medio de morteros pegantes y no cuentan con ningún tipo de refuerzo sea horizontal o vertical. En estos muros, predominan los esfuerzos de compresión que deben contrarrestar los esfuerzos de tensión. [9]

Por otra parte, en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 3066[11], se establece que los bloques según su uso se clasifican como se indica en la tabla 2.

**Tabla 2** Bloque de hormigón de acuerdo con sus usos INEN 3066.

CLASE	USO
A	Mampostería estructural
B	Mampostería no estructural
C	Alivianamiento en losas

**Fuente :** Norma NTE INEN 3066, (2016) [11]

El bloque al ser utilizada en mampostería estructural será considerado como parte de un elemento estructural y deberá ser diseñada bajo el criterio de pared portante, a si también el bloque clase (A) puede ser empleado como mampostería no estructural es decir cuando el bloque se encuentre expuesto, parcial o totalmente a la intemperie. El

bloque no estructural será utilizado para separar o dividir espacios físicos y estos no debe soportar más carga que su propio peso. [11]

### 2.1.1.3 Clasificación de acuerdo con su densidad.

La densidad de los bloques dependerá del peso de los materiales o agregados utilizados, y el tiempo empleado en la compactación al momento de moldear.

Los bloques huecos de hormigón se clasifican, de acuerdo con su densidad, en tres tipos, como se indica en la siguiente tabla.

**Tabla 3.** Clasificación de bloques, de acuerdo con su densidad.

TIPO	Densidad del hormigón (kg/m <sup>3</sup> )
Liviano	< 1680
Mediano	1680 a 2000
Normal	> 2000

**Fuente :** Norma NTE INEN 3066 (2016) [11]

### 2.1.1.4 Dimensiones de los bloques.

El dimensionamiento de un bloque está definido por el largo, ancho y su altura, también interviene el espesor de las paredes y el tabique. El registro de las dimensiones es directo y se toma cuando se esté valorando la calidad del bloque.

El espesor de las paredes de los bloques clase A y B no debe ser menor de 25 mm, y 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 la junta, dé una medida modular. [10]. Los bloques deben tener las dimensiones indicadas en la siguiente tabla.

**Tabla 4.** Dimensiones de bloques INEN 638.

TIPO	Dimensiones nominales(cm)			Dimensiones efectivas(cm)		
	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	29
E	40	10,15,20,25	20	39	09,14,19,24	20

**Fuente :** Norma NTE INEN 638 (2014) [10]

Por otro lado, en la norma en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 3066[11], las dimensiones modulares y dimensiones nominales de los bloques de hormigón serán como se indica en la siguiente tabla.

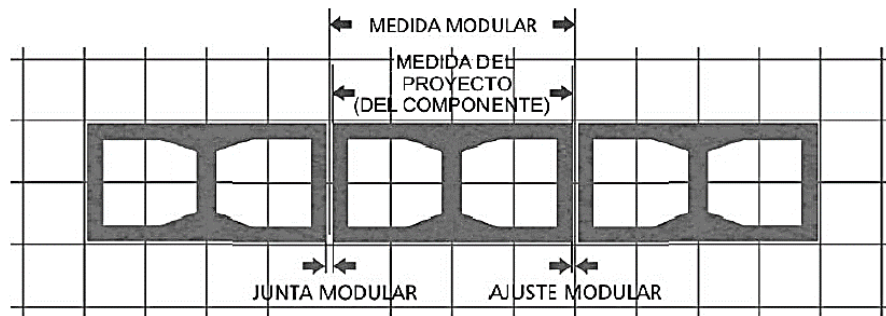
**Tabla 5** Dimensiones de bloques INEN 3066.

Dimensiones modulares(nM)			Dimensiones modulares(mm)			Dimensiones nominales (mm)		
Largo	Ancho	Altura	Largo	Ancho	Altura	Largo	Ancho	Altura
4	3	2	400	300	200	390	290	190
		2,5			250			240
3 x	2 x	x	300 x	200 x		290 x	190 x	
		1,5			150			140
2	1	1	200	100	100	190	90	90

**Fuente :** Norma NTE INEN 3066 (2016) [11]

La medida modular corresponderá al dimensionamiento del largo, ancho y la altura de los bloques de hormigón. Es el resultado de la suma de la dimensión nominal más el ancho de la respectiva junta. [11]

**Gráfico 1.** Medida modular.



**Fuente :** Instituto Boliviano del cemento y del hormigón [9].

Dimensión nominal corresponde al largo, el ancho y la altura de los bloques de hormigón al final del proceso de producción. [11]



## 2.1.2 Propiedades de los bloques de cemento.

### 2.1.2.1 Resistencia a compresión.

**Gráfico 2.** Resistencia a compresión.



**Fuente :** G. Valdés, J. Rapimán “Propiedades Físicas y Mecánicas de Bloques de Hormigón Compuestos con Áridos Reciclados” [12]

La resistencia a compresión es la relación entre la carga de rotura a compresión de un bloque y la superficie bruta o neta [10]. Los bloques deben cumplir los requisitos que se indican en la tabla.

$$\delta = \frac{P}{A} \quad [11]$$

$\delta$  = resistencia a compresión.

P=Carga de rotura.

A=Área de la cara comprimida

**Tabla 6.** Resistencia a compresión mínima a los 28 días.

<b>TIPO DE BLOQUE</b>	<b>Resistencia mínima a la compresión en MPa a los 28 días</b>
A	6
B	4
C	3
D	2,5
E	2

**Fuente:** INEN 643(2014) [10]

### **2.1.2.2 Absorción de agua.**

Es la capacidad de absorción del agua, hasta su punto de saturación de esto dependerá la durabilidad del bloque, también está relacionada en forma directa con la densidad y la permeabilidad de sus paredes. [9]. La absorción del agua en los bloques según la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 643 no podrá ser mayor del 15%.

### **2.1.2.3 Comportamiento ante el fuego.**

Es la resistencia que presentará frente a la exposición del fuego, es muy importante puesto que, al ser utilizada en construcción, ante un incendio debe brindar estabilidad hacia la estructura, la resistencia dependerá y está en función del agregado y el espesor de las paredes del bloque. [9]

### **2.1.2.4 Durabilidad.**

Según [9] es beneficioso utilizar bloques para mampostería ya que, al ser un producto ligero y elaborados con áridos no presentan daños al estar expuesto al ambiente, mucho menos si es revestido, pero cuando son bloques o piezas de mampostería elaborados con materiales reciclados es necesario investigar cual es la durabilidad al estar expuesto al medio ambiente o a la intemperie, y su reacción al estar en contacto con agentes o productos químicos. [17]

## **2.1.3 Proceso de producción de bloques.**

### **2.1.3.1 Acopio de materiales.**

Es la recepción de los agregados luego de ser extraídos de minas o canteras, estos son transportados en camiones o volquetes para luego ser colocadas en los sitios de fabricación de bloques.

- a) **Agregados:** los agregados son colocados en lugares amplios y separados de acuerdo con su clase y según su tamaño, se debe evitar el contacto con desperdicios contaminantes, como aceites, grasas, ácidos o combustibles.

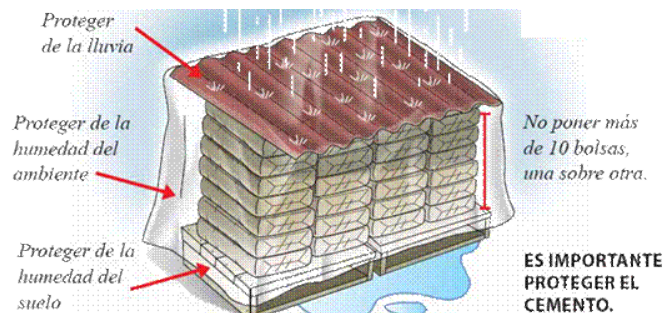
**Gráfico 3.** Acopio de materiales.



**Fuente :** COVELO “Derivados del cemento” [13]

- b) **Cemento:** son almacenados en silos o en sacos, estos deben estar protegidos de la humedad, si el cemento está almacenado en sacos debe colocarse sobre un entablado o pallets, se aconseja utilizar los cementos más antiguos o que más días tenga en almacenamiento.

**Gráfico 4.** Acopio del cemento.



**Fuente:** Aceros Arequipa “Manual de construcción para propietarios” [14]

### 2.1.3.2 Dosificación

Es el proceso mediante el cual se establece la cantidad adecuada de agregados para una mezcla. La dosificación debe ser de acuerdo a los requerimientos de diseño de mezcla, estos pueden ser al peso o al volumen, pero es recomendable realizar una dosificación al peso para tener mayor exactitud, también se debe controlar el agua, ya que si el material está saturado esto inferirá en la consistencia de la mezcla. [15]

### **2.1.3.3 Mezclado.**

Es el proceso mediante el cual se combinan todos los materiales hasta formar una especie de masa uniforme.

#### **a) Mezclado manual.**

Este proceso se realiza con la ayuda de palas, el piso debe ser de cemento o bandejas metálicas, se procede a mezclar arena y cascajo, se extiende formando una especie de hoyo en el centro, se coloca el cemento se procede a mezclar con un mínimo de 3 rotaciones como una especie de colina, hasta obtener una mezcla homogénea, luego se procede a añadir el agua del mismo modo se debe realizar mínimo 3 rotaciones de mezclas. El color uniforme de toda la mezcla indica efectividad. [15]

#### **b) Mezclado mecánico.**

Al mezclar de manera mecánica se garantiza la homogeneidad, la mezcladora giratoria con la ayuda de sus aletas, permite obtener una mezcla uniforme, primero se coloca el cascajo o chasqui, luego arena, se deja amasar por 3 a 4 minutos, se procede a añadir agua, ya que esto permite que el cascajo y arena mantenga una mezcla uniforme, por último, se añade el cemento. Al añadir el cemento en el último procedimiento se evita que el mismo se introduzca en los poros del cascajo esto disminuye la resistencia del bloque, ya añadidos todos los materiales se debe mezclar por aproximadamente 3 minutos. [15]

### **2.1.3.4 Moldeado.**

#### **a) Moldeado manual.**

Se colocan tableros que sirvan como base y soporte para el vibrado, la superficie del tablero deber ser lisa y estar cubierta de aceite para evitar que el bloque se adhiera a la madera. La mezcla es colocada en los moldes metálicos, hasta que estén

completamente llenos, el material se asienta por medio de la vibración, inmediatamente la prensa compacta la mezcla por alrededor de 2 minutos.

#### **b) Moldeo semiautomático.**

La mezcla de los materiales caen a una banda transportadora hasta llenar una tolva, los tableros son cubiertos con aceite para evitar la adherencia del bloque en la madera. El material se llena automáticamente en el molde, mediante un proceso de vibro-compactación, el material es moldeado por un tiempo considerado, el tiempo empleado en la compactación dependerá del tipo de bloque que se esté elaborando. Finalmente el bloque sale por una banda transportadora al levantarse la prensa.

#### **2.1.3.5 Fraguado**

Es el proceso de endurecimiento, el bloque tiene que fraguarse de forma natural, es importante evitar el fraguado forzado al estar expuesto al sol, también se debe cuidar de las condiciones climáticas tales como la lluvia y el viento. El fraguado natural empieza a partir de las 4 horas hasta 8 horas [15]

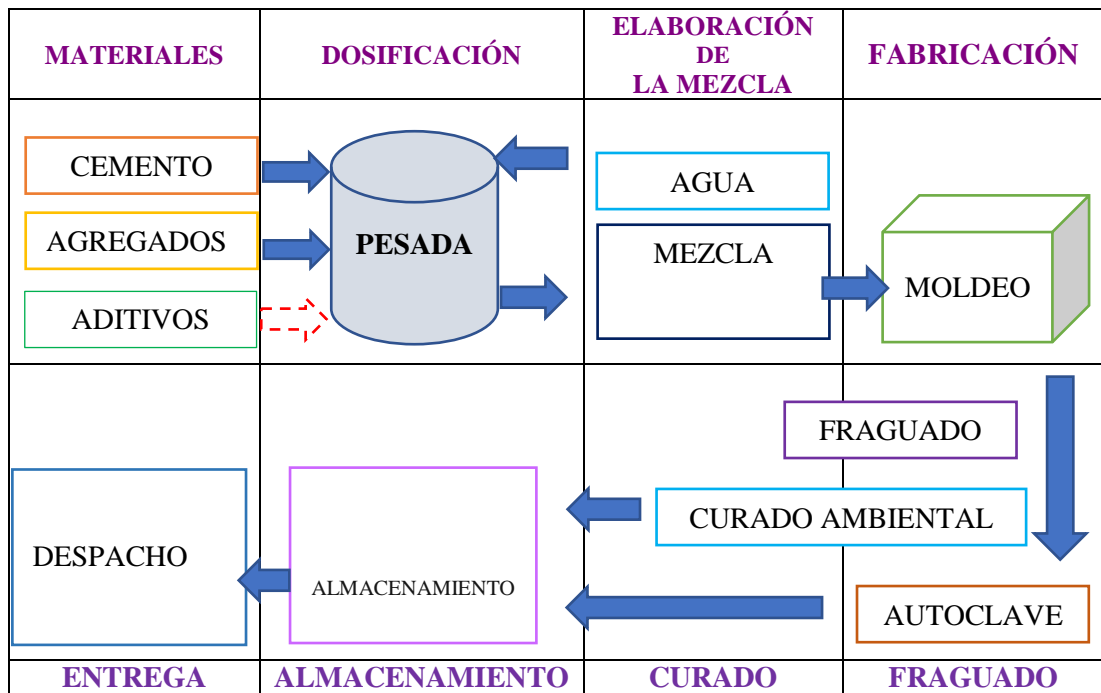
#### **2.1.3.6 Curado.**

El bloque debe ser colocado en cámaras o cuartos para la hidratación con agua por lo menos de 12 a 24 horas, si no se dispone de cuartos de curado se recomienda regar agua 3 veces al día mínimo por una semana.

#### **2.1.3.7 Almacenado.**

Para poder almacenar, se debe realizar los controles de calidad en el que se registran, los valores de resistencia a compresión, su peso y sus dimensiones, los bloques se ordenan mediante arrumes con una altura máxima de 9 bloques, o también se pueden colocar en pallets con una altura máxima de 5 bloques.

**Gráfico 5.** Esquema típico del proceso de fabricación



**Fuente:** Instituto Colombiano Productores de Cemento IPC "Fabricación de bloques de concreto"[15]

#### 2.1.4 Materiales tradicionales en la elaboración de bloques.

Los materiales para la elaboración de bloques son de vital importancia ya que de ellos dependerá la calidad del producto final, estos se emplearán de acuerdo con el lugar y disponibilidad de los mismos, también se pueden utilizar agregados alternos como son escorias de hornos o desperdicios industriales. [15]

La Norma Técnica Ecuatoriana de bloques de hormigón establece que los bloques pueden elaborarse con los siguientes materiales: cemento Portland, áridos finos y gruesos, tales como: arena, grava, piedra partida, granulados volcánicos, piedra pómez, escorias y otros materiales inorgánicos inertes adecuados. [10]

#### 2.1.5 Requisitos de materiales para la elaboración de bloques.

##### 2.1.5.1 Agregados.

## Granulometría:

Es la distribución de tamaños de las partículas de los agregados que se representa mediante un gráfico de la curva granulométrica. Al emplear en mayor cantidad agregados fino se obtendrá un bloque con mayor peso y las paredes mucho más cerradas, si se emplea en mayor proporción el agregado grueso se obtiene un bloque más ligero con su pared superficial porosa, pero esto también ayuda a mejorar la resistencia [15]. Los áridos que se utilicen la elaboración de bloques deben cumplir con los requisitos de la INEN 872 y además pasar por un tamiz de abertura nominal de 10 mm. [10]

### a) Granulometría del agregado fino

Es la fracción del agregado que pasa por el tamiz #4 y las partículas que son retenidas en el tamiz # 200, para determinar las fracciones de tamizados estas deben pasar por los tamices # ½”, #4; #8; #16; #30; #50; #100; #200, la arena utilizada puede ser arena lavada o de río, polvo de piedra triturada o arenas provenientes de minas

**Tabla 7.** Requisitos de gradación para árido fino

Tamiz <i>INEN</i>	Abertura en mm	Porcentaje que pasa
9,5 mm	9,5mm	100
4,75 mm	4,75mm	95-100
2,36 mm	2,36mm	80-100
1,18 mm	1,18mm	50-85
600 μm	0,60mm	25-60
300 μm	0,30mm	10-30
150 μm	0,15mm	2-10
75 μm	0,075mm	--

**Fuente :** Norma NTE INEN 872 (2011).

### b) Granulometría del agregado grueso.

Se define como los agregados que tienen un tamaño nominal mayor al tamiz N° 4 (4.76 mm) y son menores a 6 pulgadas (150 mm), tales como grava, piedra partida, piedra pómez, granulados volcánicos.

**Tabla 8.** Requisitos de gradación para árido grueso.

Tamaño de Tamiz		Porcentaje que pasa
# Tamiz	Abertura en mm	
2''	50 mm	100
1½''	38 mm	95-100
1''	25,4 mm	--
¾"	19 mm	35--70
½''	12,5 mm	--
3/8 ''	9,5 mm	10-30
# 4	4,76 mm	0--5

**Fuente :** Norma NTE INEN 872 (2011)

- **Agregados utilizados en la elaboración de bloques.**

**a) Arena**

Es el material que se obtienen en forma natural por la desintegración de rocas, mediante el proceso de meteorización o descomposición, este árido fino se emplea para la composición del hormigón, bloques, adoquines, tubos de hormigón etc.

**Gráfico 6.** Arena



**Fuente:** Verónica A Chicaiza. Ll.



**b) Pumita o escoria volcánica.**

Es una roca volcánica de peso ligero, con apariencia espumosa vesicular, nombrada así por sus cavidades o poros profundos que corresponden a gases que se alojaron al momento de enfriamiento de la lava, es muy ligera y flota en el agua. [18]

Tiene una superficie muy porosa, además es de baja esfericidad según la clasificación de acuerdo con su redondez es muy-angulosa. Se utiliza en la elaboración de bloques con perforaciones y totalmente macizos que se emplean en su mayoría en paredes exteriores o divisorias. En nuestro medio es conocido con el nombre de chasqui o cascajo.

**Gráfico 7.** Escoria volcánica o chasqui.



**Fuente:** Verónica A Chicaiza. Ll.

**c) Piedra pómez.**

También es de origen volcánico, es muy liviana tiene la capacidad de flotar su superficie está compuesta de poros muy finos, es de forma sub-redondeado de acuerdo a la clasificación. Este material es utilizado para elaboración de bloques macizos alivianados que se emplean en su mayoría para aligerar losas y en paredes divisorias de pisos superiores.

**Gráfico 8.** Piedra pómez



**Fuente:** Verónica A Chicaiza. Ll.

### **2.1.5.2 Cemento.**

Es el material de construcción que se utiliza en mezclas de hormigón, está elaborado a base de clinker y yeso, el cemento es un conglomerante hidráulico que es amasado con agua este formará una especie pastosa y luego del fraguado tiene la propiedad de endurecerse.

El bloque por fabricarse debe ser elaborado con cemento Portland que cumpla con los requisitos de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 152

Los cementos más utilizados en nuestro país son los de TIPO IP y TIPO IE para el desarrollo de este trabajo se utilizará el Cemento Armaduro Granel: es un cemento Portland puzolánico Tipo IP está diseñado para la emplearse en la elaboración de prefabricados de hormigón como son bloques, adoquines, postes, tubos, viguetas, bordillos. [19]

**Gráfico 9.** Cemento para prefabricados.



**Fuente:** Ficha Técnica Armaduro. [19]

**Tabla 9.** Tipos de cemento Portland.

**TIPO I:** Cemento Portland ordinario de uso general, se utiliza en hormigones normales que no están expuestos a sulfatos en el ambiente, en el suelo o en el agua del subsuelo.

**TIPO IA:** Tipo I + incorporador de aire.

**TIPO IE:** Son aquellos que incluyen hasta en un 20% de puzolana en el momento de moler el Clinker.

**TIPO IP:** Contiene entre el 20% y 40% de puzolana al momento de moler el Clinker, para su reacción con la cal ayudando con la resistencia.

**TIPO II:** Son de moderado calor de hidratación y moderada resistencia a los sulfatos, pueden usarse como cemento antibacteriales.

**TIPO IIA:** TIPO II + aditivo incorporador de aire.

**TIPO III:** son de alta resistencia inicial, producen mayor calor de hidratación, de fraguado rápido, son utilizados en obras de hormigón que se encuentra en contacto con flujos de agua u obras que pueden estabilizarse durante su construcción.

**TIPO IIIA:** TIPO III + aditivo incorporador de aire

**TIPO IV:** son de bajo calor de hidratación, de fraguado lento son utilizados en obras de hormigón que contiene grandes volúmenes de hormigón, permite controlar el calor emitido en el proceso de fraguado.

**TIPO V:** Resistente a los sulfatos que pueden estar presentes en los agregados del hormigón o el ambiente.

**Fuente:** Medina, S. Ensayo de materiales II. UTA. [20]

### **2.1.5.3 Agua.**

El agua que se utilice en la elaboración de los bloques debe ser dulce, limpia, de preferencia potable y libre de cantidades apreciables de materiales nocivos como ácidos, álcalis, sales y materias orgánicas.

### **2.1.6 Materiales alternativos.**

Un material alternativo para construcción se enfoca en no utilizar los mismos materiales convencionales o tradicionales sin embargo considera la creación de nuevas técnicas y métodos para construcción. Los materiales alternativos pueden ser de origen natural o artificiales sean no utilizados es decir “nuevos” o pueden ser materiales que ya fueron empleados y se obtienen mediante el reciclaje de residuos. [21]

Según [20] los materiales alternativos para construcción se clasifican en:

#### **2.1.6.1 Clasificación de materiales alternativos.**

##### **a) Materiales naturales.**

Los materiales naturales son utilizados de acuerdo con la disponibilidad y ubicación geográfica. Se mencionan algunos ejemplos de materiales empleados como arcillas, polvo puzolánico, residuos vegetales, restos de madera y fibras naturales. [21]

##### **b) Materiales artificiales.**

Son materiales que fueron creados mediante la intervención del ser humano, la mayoría de estos son elaborados de forma industrial generando grandes cantidades de residuos que perjudican el medio ambiente, pero se busca de alguna manera la reutilización en el campo de construcción se indican algunos ejemplos como son vidrios, cauchos de neumáticos, papel, cartón, aluminio, y plásticos. [21]

##### **c) Materiales reciclados.**

Estos materiales son procedentes de actividades industriales, agroindustriales, constructivas, y domésticas, que se buscan mediante un proceso de reciclaje, la transformación en un nuevo elemento y su posible utilización, por ejemplo, residuos elaborados a base de polietileno, residuos generados por demolición o en proceso de edificación, papel, cartón, residuos de acero, fibras naturales como son cáscaras o espigas de cereales, residuos fibrosos como bagazo de caña de azúcar, yute. [21]

### 2.1.6.2 Materiales alternativos utilizados en bloques.

Mediante investigaciones, análisis técnicos se ha buscado nuevos modos de insertar o dar cavidad a algunos materiales mencionados anteriormente, con el objetivo de determinar y obtener resultados del comportamiento, resistencia y desempeño como adición en mezclas de concretos, bloques, adoquines, ladrillos, etc., para esta investigación se mencionarán los materiales más utilizados y su adición para mezclas de bloques.

#### Material procedente de la caña de azúcar.

El bagazo de caña es un residuo agroindustrial que se obtiene después de la extracción del zumo o jugo, este residuo está compuesto de un material fibroso o cáscara y la pulpa deshidratada filamentos de color blanco. La adición del bagazo de caña en la mezcla ayuda a mejorar la resistencia a compresión al ser sometidos a cargas, con la dosificación 1 se adquirió una resistencia de 14.47 kg/cm<sup>2</sup> respecto al bloque convencional de control con 11.95 kg/cm<sup>2</sup> , también resulta liviano y económico. [22]

**Tabla 10.** Dosificaciones al peso para 15 muestras.

Material		Bloque control	<i>Dosificación 1 (kg)</i>	Dosificación 2(kg)	Dosificación 3(kg)
Agua	W	6,91	7,18	7,5	7,82
Cemento	C	14,8	15,38	16,06	16,75
Arena	A	70,06	58,25	60,82	47,57
Pómez	P	74,06	76,92	64,25	67
Bagazo	B	-	8,2	17,13	26,8

**Fuente:** C. Pozo. “Aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar en la fabricación de bloques ecológicos para mampostería liviana” [22]

### Material procedente de caucho de neumáticos.

El caucho de neumáticos es un polímero compuesto por estireno-butadieno (SBR), los residuos de neumáticos se obtienen mediante la trituración de llantas, tienen propiedades elásticas y es resistente al estar en contacto con ácidos. La incorporación del caucho en la mezcla ayuda a una buena adherencia, al añadir fibras de caucho de 0,14 cm de diámetro y 1,92 cm de largo un 5% y 10% se obtienen buenos resultados de resistencia a compresión de 21,78 kg/cm<sup>2</sup> y 17,92 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente y la resistencia a compresión del bloque 0% caucho es de 12,14.kg/cm<sup>2</sup> [23]

**Tabla 11.** Dosificaciones al peso por cada 6 muestras.

Material	Bloque 0% caucho	Bloque 5% caucho (kg)	Bloque 10% caucho (kg)	Bloque 20% caucho (kg)	Bloque 30% caucho (kg)	Bloque 50% caucho (kg)
Agua	2,01	2,01	2,01	2,01	2,02	2,02
Cemento	2,87	2,87	2,87	2,88	2,88	2,89
Cascajo	20,07	20,09	20,10	20,13	20,16	20,22
Arena	5,73	5,45	5,17	4,60	4,03	2,89
Caucho	-	0,29	0,57	1,15	1,73	2,89

**Fuente:** N. Almeida. (2011) “Utilización de fibras de caucho de neumáticos reciclados en la elaboración de bloques de mampostería para mitigar el impacto ambiental en el cantón Ambato” [23]

### Materiales plásticos o polietileno tereftalato. (PET)

Es un polímero derivado del petróleo que sirve para la fabricación de envases de productos líquidos, es muy resistente se ha determinado que su degradación es en un aproximado de 500 años. Para la elaboración del bloque, este material es reciclado y triturado. Con una dosificación al volumen con el 25% de PET adicionado en la mezcla se obtuvo la resistencia a compresión de 18,36 kg/cm<sup>2</sup> ; con el 50% de PET 16,19 kg/cm<sup>2</sup> y el bloque convencional con una resistencia de 20,57 kg/cm<sup>2</sup>. [24]

**Tabla 12.** Dosificaciones al peso para 10 bloques.

Material	Volumen en sitio	Bloque 0% PET	Bloque 25% PET (kg)	Bloque 50% PET (kg)	Bloque 75% PET (kg)
Agua	a/c =0.66	11	11	11	11
Cemento	1	16,667	16,667	16,667	16,667
Piedra pómez	3	57,387	57,387	57,387	57,387
Arena	3	63,452	63,452	63,452	63,452
PET añadid		-	10,342	20,684	31,026

**Fuente:** R. Moreno. Cañizares “Agregado alternativo para fabricación de bloques y adoquines en base a polietilen tereftalato” [24]

### 2.1.7 El poliestireno expandido.

El poliestireno expandido (EPS) es un material plástico espumoso, perteneciente a la familia de los termoplásticos, en aproximadamente un 98% del volumen de este material es aire y apenas el 2% es material sólido (poliestireno). Este material se obtiene a partir del estireno. [25]

**Gráfico 10.** Poliestireno expandido (EPS)



**Fuente:** Asociación Nacional de Poliestireno Expandido “Propiedades del EPS” [29]

#### 2.1.7.1 Uso del poliestireno.

**Aligeramiento de estructuras.** - el uso del poliestireno ayuda a alivianar el peso en las estructuras, este material se presenta en forma de bloque o bovedilla, forman un

sistema de losas prefabricadas cuya función principal, es aligerar el peso de losas de entrepiso y terrazas. [26]

**Relleno y estabilización de suelos.** - es un material muy resistente, tiene capacidad de estabilidad y durabilidad al estar expuestos a la humedad. Se utiliza como base protectora para fundición de cimentaciones, estabilización taludes o nivelación de asentamiento del suelo en rellenos. [27]

**Concretos ligeros.** - el poliestireno expandido en forma de perlas es usado en hormigones, permite obtener un hormigón ligero, que ayuda a disminuir la influencia de peso de cargas muertas, posibilitando la reducción de secciones en la estructura, emplea menor tiempo en construcción por ser material liviano, se caracteriza por la conductividad térmica brindado un ambiente de confort y calidez. [28]

#### **2.1.7.2 Propiedades del poliestireno.**

##### **1. Propiedades físicas.**

###### **a) Densidad.**

Este material es característico por ser ligeros, liviano y a su vez resistentes, la densidad es una variable que está directamente vinculada con la capacidad aislante. Las densidades se encuentran en el intervalo desde 10 kg/m<sup>3</sup> hasta los 50 kg/m<sup>3</sup>. [27]

###### **b) Estabilidad dimensional.**

Los elementos de poliestireno están sometidos a variaciones dimensionales por la influencia térmica. Estas variaciones de transformación dependen de la densidad de la espuma, en el cual se producen cambios de volumen estos se sitúan entre 0,05 y 0,07mm por metro de longitud y grado centígrado [27]

###### **c) Absorción de agua.**



El poliestireno es un material que se comporta de manera no higroscópica, es decir, no tiene la capacidad de absorber agua, ya que, al ser un material celular rígido, está completamente sellado, no posee canales u orificios esto impide la filtración de agua. Mediante estudios se han determinado que al ser sumergido en agua durante 28 días este apenas absorbe aproximadamente entre el 1% - 3% de agua. [29]

#### **d) Influencia de radiación y tiempo.**

El poliestireno al ser expuesto a los rayos UV por un largo tiempo, cambia el color de su superficie en una tonalidad de aspecto amarillento. Esta exposición a los rayos solares ocasiona una fragilidad más no la degradación. [27].

Por el año de 1955 se utilizó como aislante en una construcción, por petición de la Asociación Industrial Espuma Rígida Heidelberg, en el año 86, tras el examen visual, se determinó como muy bueno. [27].

### **2. Propiedades mecánicas.**

Las propiedades mecánicas dependen de la densidad de la espuma, al ser sometidos a esfuerzos este presenta un comportamiento visco elástico, es decir al ejercer presión se forma una marca o huella, y de manera lenta recupera su forma original. [27]

### **3. Propiedades químicas.**

Para el empleo efectivo del poliestireno es necesario determinar su comportamiento al exponerse o tener contacto ante otros productos.

**Tabla 13.** Propiedades químicas del poliestireno expandido

<b>PROPIEDADES QUÍMICAS</b>	
<b>SUSTANCIA ACTIVA</b>	<b>ESTABILIDAD</b>
Solución salina (agua de mar)	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Jabones y soluciones de tensioactivos	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Lejías	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Ácidos diluidos	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Ácido clorhídrico (35%), ácido nítrico (50%)	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Ácidos concentrados (sin agua) al 100%	<b>No estable: El EPS se contrae o se disuelve</b>
Soluciones alcalinas	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Disolventes orgánicos (acetona, ester,)	<b>No estable: El EPS se contrae o se disuelve</b>
Hidrocarburos alifáticos saturados	<b>No estable: El EPS se contrae o se disuelve</b>
Aceites de parafina, vaselina	Relativamente estable: en una acción prolongada, el EPS puede contraerse o ser atacada su superficie
Aceite de diésel	<b>No estable: El EPS se contrae o se disuelve</b>
Carburantes	<b>No estable: El EPS se contrae o se disuelve</b>
Alcoholes (metanol, etanol)	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Aceites de silicona	Relativamente estable: en una acción prolongada, el EPS puede contraerse o ser atacada su superficie

**Fuente:** Asociación Nacional de Poliestireno Expandido “Propiedades del EPS” [29]

#### **4. Propiedades biológicas.**

El poliestireno expandido no contiene ningún elemento que sirva como nutriente o alimento para los microorganismos, no permite el desarrollo biológico de microorganismos evitando que este producto se pudra, o se enmohezca. [29]

#### **5. Comportamiento ante el fuego.**

El poliestireno está compuesto de polímeros o copolímeros que están combinados con hidrocarburos de bajo punto de ebullición, que interviene como agente de expansión. Si se expone a temperaturas mayores de 100 °C el poliestireno expandido empezará a ablandarse o encogerse, y al exponer de manera prolongada llega a un punto de descomposición en forma gaseosa de color negro, en ausencia de fuego no se inflama hasta alcanzar temperaturas de 400-500°C. [29]

### **2.1.7.3 Proceso de obtención del poliestireno expandido.**

Etapa la pre-expansión: la materia prima es el estireno, su aspecto original es en forma de granos o perlas cristalinas, que se exponen en una máquina caliente pre-expansora con vapor de agua bajo condiciones de temperatura entre 80 – 100 °C. Los granos son sometidos a movimientos y agitaciones continuas, hasta lograr aumentar el volumen 50 veces su tamaño original. [29]

Etapa de reposo y estabilización: las partículas de plástico se enfrían para efectuar la compensación de vacíos de la primera etapa, mediante la penetración de aire por difusión, dejándolos en reposo durante 12 a 24 horas en depósitos o silos ventilados. [29]

En la etapa expansión: los granos de poliestireno son sometidos a un proceso de unión de partículas para formar bloques o bovedillas mediante un proceso evaporación de agua durante un tiempo variante de temperatura, calentamiento y enfriamiento controlado para lograr la homogeneidad y uniformidad. [29]

### **2.1.8 La tusa de maíz.**

Es la estructura que conecta la mazorca con el tallo, eje central o raquis al que se adhieren los granos en forma de hileras. Este residuo agrícola se obtiene al separar los granos de maíz de la mazorca.

**Gráfico 11.** Tusa de maíz.



**Fuente:** Verónica A Chicaiza. Ll.

### **2.1.8.1 Uso de la tusa de maíz.**

**Reducción de color de aguas residuales.** - su capacidad absorbente permite reducir y filtrar aguas residuales, dando un resultado efectivo de disminución de turbiedad y color. [30]

**Abrasivo de limpieza con tusa de maíz triturado.** - las tusas de maíz triturada sirven para limpieza por abrasión o rozamiento, son colocadas en ollas vibro-giratorias permite secar las piezas, sin afectar la superficie sean metálicas, plásticas o de vidrio, mediante soplete sirve para la limpieza a presión en interiores de fábricas, equipos mecánicos y piezas metálicas [31]

**Producción de tableros aglomerados con tusa de maíz triturado.** Los tableros aglomerados son paneles compuestos de partículas o virutas de tusa maíz, son resistentes a perforaciones, los aglomerados presentan una estructura muy compacta con poco volumen, tienen buen comportamiento a flexión. [32]

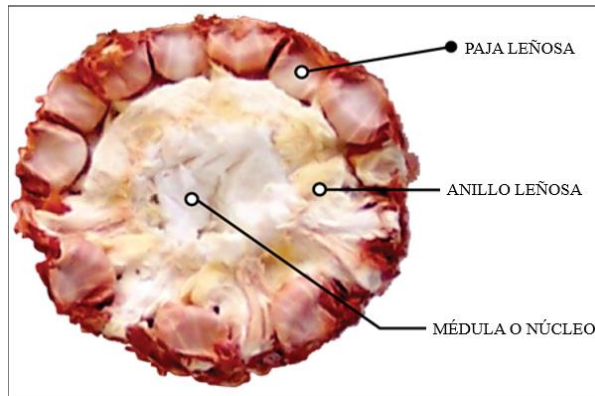
### **2.1.8.2 Propiedades de la tusa de maíz**

La tusa de maíz es liviana, se presenta en forma cilíndrica sólida, formada a partir del esclerénquima que son tejidos compuestos por células muertas que ayudan al soporte. [33]. Los colores son variados y dependen de la especie del maíz. La tusa de maíz presenta una estructura en capas no tiene una superficie uniforme, es esponjosa y porosa con pequeños hoyuelos, la densidad se encuentra en aproximadamente 170 kg/m<sup>3</sup> hasta 295 kg/m<sup>3</sup>. [34]

#### **Estructura de la tusa de maíz.**

Tiene una forma alargada tubular, está conformada por tres capas, el núcleo o médula es esponjosa y blanda, luego está el anillo con tejidos leñosos y por último la superficie exterior paja leñosa. [35]

**Gráfico 12.** Estructura de la tusa de maíz.



**Fuente:** Greentruer “ Corn cob products ”[35]

### Propiedades químicas.

**Tabla 14.** Análisis químico en tusa de maíz.

Análisis químico	Contenido
Carbono	44%
Hidrógeno	7 %
Oxígeno	47 %
Nitrógeno.	0.7%

**Fuente:** READE “Specialty chemicals resource” [34]

#### 2.1.8.3 Obtención de la tusa maíz.

El maíz es uno de los alimentos básicos para el ser humano, en nuestro país el cultivo de maíz es extenso, en la región que más cantidad de cosecha de maíz produce es en la zona del litoral, el rendimiento estimado de producción nacional invierno 2016 fue de 1, 064,380 Toneladas. [36]

Después de la cosecha y desgranado se generan rastrojos, hojas secas, tallos, tusas. En nuestro país no existen muchas investigaciones acerca de cuantas cantidades de residuos se generan después de la cosecha de maíz. Sin embargo, en recientes investigaciones se han propuesto varios tipos residuos vegetales para el aprovechamiento y aislamiento térmico relacionados al ámbito de la construcción mencionando a la tusa de maíz como posible material aprovechable. [37]

## **Proceso de obtención de la tusa de maíz.**

Etapa de cosecha: el proceso empieza a partir de la maduración de maíz cuando los tallos están secos y la mazorca deja en descubierto una pequeña porción de granos, la recolección de mazorcas puede ser de manera manual o de manera industrial.

Etapa de desgranado: es la separación de granos de la mazorca de maíz, se almacenan en lugares secos y frescos por un tiempo considerado, para liberación de humedad, la cual puede estar entre el 14% - 15%. El procedimiento de desgrane puede ser de forma manual o con máquinas automáticas desgranadoras.

Obtención de la tusa de maíz: los granos y la tusa de maíz son separados, los rastrojos son dispuestos como abonos, naturales para el suelo, en otras ocasiones sirven como elementos de combustión o leña para uso doméstico.

## **2.2 HIPÓTESIS.**

La adición de partículas de poliestireno granular y tusa de maíz triturado influye en la resistencia a compresión de los bloques.

## **2.3 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES.**

### **2.3.1 VARIABLE INDEPENDIENTE.**

El bloque con poliestireno expandido como sustituto parcial del agregado grueso.

El bloque con tusa de maíz triturada como sustituto parcial del agregado grueso.

### **2.3.2 VARIABLE DEPENDIENTE.**

Resistencia a compresión del bloque.

## **CAPÍTULO.III**

### **METODOLOGÍA.**

#### **3.1 NIVEL Y TIPO DE INVESTIGACIÓN.**

##### **INVESTIGACIÓN APLICADA.**

La investigación aplicada busca conocer, actuar, construir y modificar una realidad inmediatamente y dar una solución sobre una problemática. [38]

Es una investigación aplicada porque tiene como propósito determinar las características del bloque de concreto al añadirse dos materiales alternativos en la mezcla y obtener resultados mediante ensayos por lo tanto establecer la factibilidad y posibilidad como un elemento alternativo de construcción.

##### **INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL.**

La investigación es experimental cuando se verificará la hipótesis mediante un procedimiento intencionado por parte del investigador, asegurándose que las manipulaciones de las variables independientes tengan un efecto en el comportamiento de la variable dependiente. [38]

La investigación es de tipo experimental puesto que se debe elaborar un grupo de bloques convencionales y mediante adiciones en porcentaje de poliestireno expandido y la tusa de maíz como sustituto parcial del agregado grueso elaborar otro grupo de bloques experimentales, así determinar y comparar la resistencia a compresión mediante ensayos en el laboratorio a diferentes edades.

## **INVESTIGACIÓN DE DESCRIPTIVA.**

La investigación descriptiva indaga, determina y selecciona las características fundamentales del objeto en estudio para futuros resultados. [38]

Esta investigación es descriptiva debido a que se investiga y describe todas las características y propiedades que concierne a la elaboración de bloques y el uso de los materiales alternativos, además se detalla los eventos y resultados que se producen en el proceso de investigación.

## **INVESTIGACIÓN DE LABORATORIO.**

Una investigación experimental de laboratorio influye en casi todas las variables independientes, permiten mantener un control y dar validez externa del objeto en estudio. [38]

La investigación es de laboratorio ya que se necesita determinar las características y propiedades de los agregados y materiales para la elaboración de bloques, así mismo se requieren de equipos para realizar los ensayos, de tal modo se pueda obtener y mostrar resultados verídicos.

### **3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.**

#### **3.2.1 Población.**

La población es el conjunto de elementos o sujetos en estudio que poseen algunas características observables, este grupo debe ser estadísticamente representativo. [39]

La población de este estudio abarca en general a los bloques tradicionales y bloques con poliestireno y tusa de maíz, lo que comprende la necesidad de definir una muestra representativa para desarrollo de este estudio.



En este caso la población o lote serán, las probetas de bloques que se realizara conforme a la norma NTE INEN 639 [40], para su posteriormente determinar su resistencia a compresión.

### 3.2.2 Muestra.

## METODOLOGÍA DEL MUESTREO.

### Tamaño de muestra.

La selección del tamaño de la muestra se realizara conforme a la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 639 “Bloques huecos de hormigón, muestreo, inspección y recepción.”, se establece que en un número de lote o población de hasta 1200 bloques se seleccionarán tres muestras de manera aleatoria, estas deben estar señaladas e identificadas, del mismo modo la NTE INEN 3066 nos indica que para determinar la resistencia a compresión se seleccionar tres muestras, pero para obtener resultados más confiables en este estudio se realizaran 5 muestras para cada porcentaje.

**Tabla 15.** Número de total de muestras.

Edad en días	Bloque muestra Convencional	Bloque con poliestireno expandido	Bloque con tusa de maíz
7	5	25	25
14	5	25	25
28	5	25	25
<b>Suma</b>	15	75	75
<b>Total=</b>			165

**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll.

### Nivel de confiabilidad y estimación de datos

Los porcentajes de sustitución parcial del agregado grueso se analizan con los datos, la metodología y los resultados obtenidos de la resistencia a compresión de los estudios de materiales alternativos mencionados en el capítulo dos tales como:

- N. Almeida. (2011) “*Utilización de fibras de caucho de neumáticos reciclados en la elaboración de bloques de mampostería para mitigar el impacto ambiental en el cantón Ambato*” [23]
- R. Moreno. F. Cañizares (2011) “*Agregado alternativo para fabricación de bloques y adoquines en base a polietilen tereftalato*” [24]

De este modo poder aplicar en nuestro trabajo de investigación, ya que ciertos porcentajes nos proporcionan buenos resultados de resistencia a compresión como se muestra a continuación en las siguientes tablas y gráficos, encontrando los porcentajes de sustitución aptos para la aplicación en este trabajo experimental.

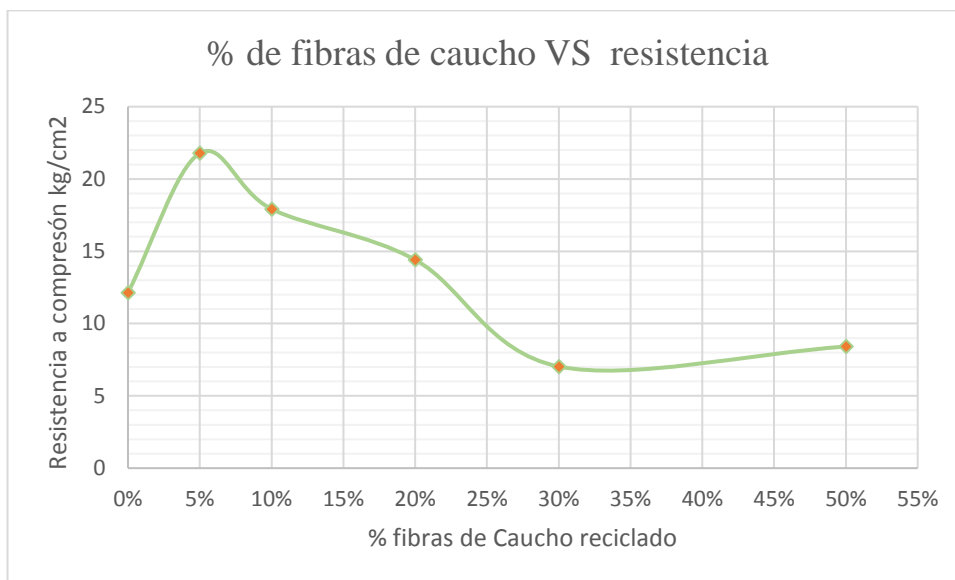
**Tabla 16.** Bloques con fibras de caucho

	Variable Independiente	Variable Dependiente
Adición en porcentaje	Adición en kg	Resistencia a Compresión kg/cm <sup>2</sup>
0%	0	12,14
5%	0,29	21,78
10%	0,57	17,92
20%	1,15	14,41
30%	1,73	7,03
50%	2,89	8,41

**Fuente:**N. Almeida. (2011) “*Utilización de fibras de caucho de neumáticos reciclados en la elaboración de bloques de mampostería para mitigar el impacto ambiental en el cantón Ambato*” [23]

Mediante el gráfico de porcentaje de fibras de caucho vs la resistencia se puede notar que en los porcentajes de sustitución del agregado al 5% y al 10% nos proporcionan resultado a compresión de 21,78 kg/cm<sup>2</sup> el valor más alto con respecto a otros porcentajes, siguiendo un valor de 17,92 kg/cm<sup>2</sup> que corresponde al valor del 10% resistencia a compresión determinada a los 28 días de edad.

**Gráfico 13.** Porcentaje de fibras de caucho VS resistencia a compresión.



**Elaborado por:** Verónica A. Chicaiza LI

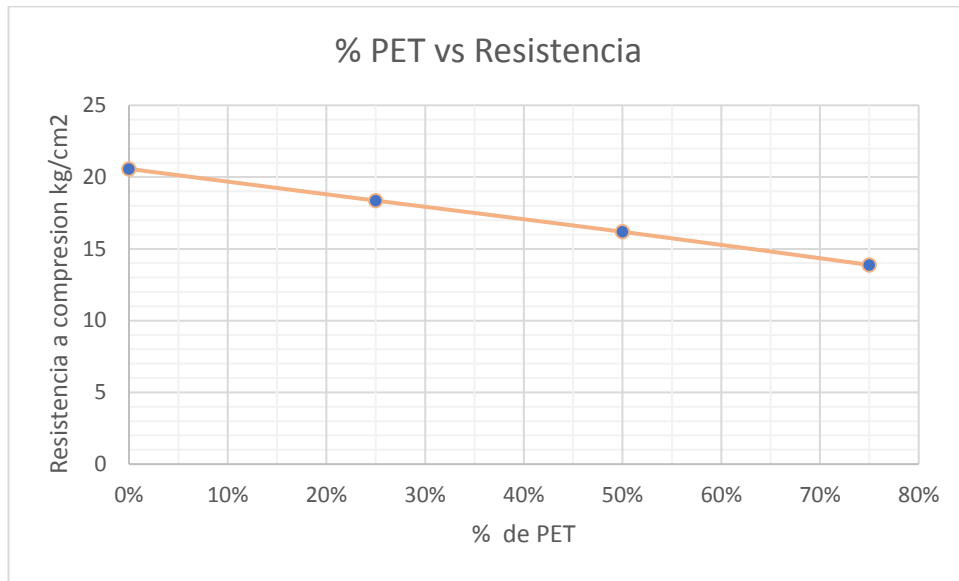
**Tabla 17.** Bloques con PET

Porcentaje	Variable independiente	Variable dependiente
	Adición en kg	Resistencia a compresión kg/cm <sup>2</sup>
0%	0	20,57
25%	10,342	18,36
50%	20,684	16,19
75%	31,026	13,88

**Fuente:** R. Moreno. F. Cañizares “Agregado alternativo para fabricación de bloques y adoquines en base a polietilen tereftalato” [24]

Mediante el gráfico de porcentaje de PET vs la resistencia se puede notar que en los porcentajes de adición del agregado al 25% y al 50% nos proporcionan resultado a compresión de 18,36 kg/cm<sup>2</sup> el valor más alto con respecto a otros porcentajes siguiendo un valor de 16,19 kg/cm<sup>2</sup> que corresponde al valor del 50% resistencia a compresión determinada a los 28 días de edad.

**Gráfico 14.** Porcentaje PET VS resistencia a compresión.



**Elaborado por:** Verónica A. Chicaiza LI

Con los estudios mencionados anteriormente y los resultados de resistencia a compresión que nos muestran, se han analizado los datos que nos permiten definir los porcentajes que se aplicará en este trabajo en sustitución parcial del agregado grueso por partículas de poliestireno granular y tusa de maíz triturado, en porcentajes del 5%, 10%, [23], y 15%; 25%, 50% [24]

### 3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

#### 3.3.1 Variable independiente.

El bloque con poliestireno expandido granular como sustituto parcial del agregado grueso.

El bloque con tusa de maíz triturada como sustituto parcial del agregado grueso.

**Tabla 18.** Operacionalización de variables independientes.

Conceptualización	Categoría	Indicadores	Ítems	Técnicas de instrumentación
Son bloques o unidades de mampostería elaborados con partículas de poliestireno expandido granular y tusa de maíz triturado como sustituto parcial en la mezcla del agregado grueso en este caso el chasqui o cascajo y su influencia en la resistencia a compresión	Bloque	Requisitos de calidad	¿Cuáles son los requisitos que deben cumplir los bloques huecos de hormigón?	Investigación bibliográfica. Ensayos en laboratorio. Normas INEN
	Poliestireno	Características del poliestireno	¿Cuáles son las características y propiedades del poliestireno para ser empleado en la mezcla?	Investigación bibliográfica.
		Cantidad de partículas	¿Cuál es el porcentaje óptimo en la elaboración de bloques?	Investigación bibliográfica y experimental.
	Tusa de maíz	Características de la tusa de maíz	¿Cuáles son las características y propiedades de la tusa de maíz para ser empleado en la, mezcla?	Investigación bibliográfica.
		Cantidad de partículas	¿Cuál es el porcentaje óptimo en la elaboración de bloques?	Investigación bibliográfica y experimental

**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll.

### 3.3.2 Variable dependiente.

Resistencia a compresión del bloque.

**Tabla 19.** Operacionalización de variables dependientes.

Conceptualización	Categoría	Indicadores	Ítems	Técnicas de instrumentación.
Es la resistencia mínima a compresión de bloques de hormigón que deben alcanzar a los 28 días de edad, para esto debe cumplir con las condiciones generales de elaboración de boques.	Componentes	Agregado fino	¿Cuáles son las especificaciones que deben cumplir el agregado fino para la elaboración de bloques?	Normas INEN 872 y ASTM Investigación bibliográfica
		Agregado grueso	¿Cuáles son las especificaciones que deben cumplir el agregado fino para la elaboración de bloques?	Normas INEN 872 y ASTM Investigación bibliográfica
		Cemento	¿Cuáles son las especificaciones que deben cumplir el cemento para la elaboración de bloques?	Normas INEN 152 Investigación bibliográfica
	Requisitos de bloques	Densidad	¿Qué tipo de bloque puede ser según su densidad?	Normas INEN 3066
		Absorción	¿Qué porcentaje de absorción de agua alcanzara los especímenes de bloques?	Normas INEN 3066 Investigación bibliográfica
		Resistencia a compresión	¿Cuál es la influencia del poliestireno y tusa de maíz en la resistencia a compresión?	Normas INEN 3066 Normas INEN 640 Investigación bibliográfica

**Fuente:** Verónica A. Chicaiza LI

### 3.4 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.

**Tabla 20.** Operacionalización de variables dependientes.

<b>Preguntas básicas.</b>	<b>Explicación</b>
<b>¿Qué evaluar?</b>	<p>Comparar la resistencia a compresión de bloques tradicionales y bloques elaborados con partículas de poliestireno expandido y tusa de maíz como sustituto parcial del agregado grueso.</p> <p>Definir los porcentajes óptimos de adición para la mezcla en la elaboración de bloques.</p> <p>Analizar la ejecución de las especificaciones y requisitos para la elaboración de bloques.</p>
<b>¿Sobre qué evaluar?</b>	<p>Los bloques y sus elementos constitutivos empleados para la mezcla, tales como agregado fino, grueso, cemento y la sustitución con partículas de poliestireno expandido y la tusa de maíz triturada.</p>
<b>¿Sobre qué aspectos?</b>	<p>Resistencia a compresión de bloques tradicionales.</p> <p>Los porcentajes de partículas en mezcla para la elaboración de bloques y los diferentes resultados de su resistencia a compresión.</p> <p>Influencia del empleo de poliestireno expandido y tusa en bloques y su absorción de agua.</p>
<b>¿Quién evalúa?</b>	Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta
<b>¿A quiénes evalúa?</b>	A los especímenes o muestras elaborados para su ensayo
<b>¿Dónde evalúa?</b>	Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Técnica de Ambato

<p><b>¿Cómo y con qué?</b></p>	<p><b>Investigación bibliográfica.</b></p> <p>Recopilación de información bibliográfica.</p> <p>Especificaciones y definiciones de las normas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- NTE INEN 638 Bloques huecos de hormigón definición, clasificación y condiciones generales.</li> <li>- NTE INEN 872 áridos para hormigón.</li> <li>- NTE INEN 152 cemento</li> <li>- ASTM C33 granulometría de agregados.</li> <li>- NTE INEN 639 Bloques huecos de hormigón, muestreo, inspección y recepción.</li> <li>- NTE INEN 640 Bloques huecos de hormigón determinación de la resistencia a la compresión</li> <li>- NTE INEN 642 Bloques de hormigón determinación de la absorción de agua.</li> <li>- NTE INEN 643 Bloques de hormigón requisitos.</li> <li>- NTE INEN 3066 Bloques de hormigón requisitos.</li> </ul> <p><b>Laboratorio.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Máquina de compresión.</li> <li>- Cámara de curado.</li> <li>- Herramienta menor.</li> <li>- Horno para capacidad de absorción.</li> <li>- Balanza.</li> </ul> <p><b>Fábrica de bloques.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Máquina para bloques.</li> <li>- Mezcladora mecánica de materiales.</li> </ul>
--------------------------------	--

**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll



### **3.5 PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.**

#### **3.5.1 Plan de procesamiento.**

##### **INFORMACIÓN.**

- Revisión y verificación detallada de toda la información recolectada.
- Discernimiento claro de la información y exclusión de información defectuosa incompleta o contradictoria.

##### **MATERIALES.**

- Obtención de materiales.
- Ensayos para determinar las propiedades de los agregados y cemento en los laboratorios.
- La dosificación para muestras de bloque se basará en los estudios de la elaboración de bloques de mampostería por métodos en el cual se determina la relación agua cemento y mediante ecuaciones del método de la densidad óptima de la Universidad Central se determina la cantidad de agregados para la elaboración de una mezcla.
- Se procederá a remplazar al agregado grueso en este caso el cascajo o chasqui se sustituye parcialmente en 5%, 10% [23], 15%; 25%, 50% [24] con los cuales se obtiene buenos resultados de resistencia a compresión facilitando desarrollo de este trabajo de investigación.

Se realizará un grupo de muestra testigo y muestras experimentales con 5 muestras para cada adición los cuales se ensayarán a los 7, 14 y 28 días tomando un total de 165 bloques para su ensayo.

### **3.5.2 Plan de análisis.**

- Apreciación de la información teórica y comparación de resultados de los ensayos.
- Registro de datos y resultados después de los ensayos realizados.
- Tabulación y representación gráfica comparativa.
- El resultado de comparación de resistencia a compresión se realizará con una media para obtener un promedio como son 5 muestra de cada porcentaje de adición.
- Una vez obtenidos los resultados confiables de los ensayos realizados, del mismo modo se procede a la interpretación de la correlación de variables y el significado de cada valor obtenido.
- Verificación y comprobación de la hipótesis.
- Deducción y razonamiento descriptivo de conclusiones y recomendaciones.

## **CAPÍTULO.IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS**

#### **4.1 RECOLECCIÓN DE DATOS.**

##### **4.1.1 Datos informativos.**

El desarrollo de esta investigación se realizó en la provincia de Cotopaxi en el Cantón Salcedo por contar con la facilidad y prestación de la fábrica de Bloques y Adoquines y la disposición de los recursos como son los agregados necesarios para la elaboración de bloques tales como roca volcánica (chasqui) que provienen de las minas ubicadas por el sector denominado “El Chasqui” Lasso y la arena proveniente de la mina “San Miguel” ubicada por sector de Yanayácu en el cantón de Salcedo.

Se realizaron los respectivos ensayos en los agregados y cemento que establecen la Norma Técnica Ecuatoriana INEN.

Los ensayos se realizaron en el laboratorio de Ensayos de Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

- a) Granulometría agregado fino y grueso.
- b) Densidad aparente suelta del agregado fino y grueso.
- c) Densidad aparente compactada agregado fino y grueso.
- d) Densidad aparente compactada de la mezcla.
- e) Densidad real agregado fino y grueso.
- f) Capacidad de absorción del agregado fino y grueso.
- g) Densidad real del cemento.



##### **4.1.2 Ensayos realizados en los agregados.**

###### **4.1.2.1 Granulometría del agregado fino**

**Tabla 21.** Análisis granulométrico agregado fino(arena).

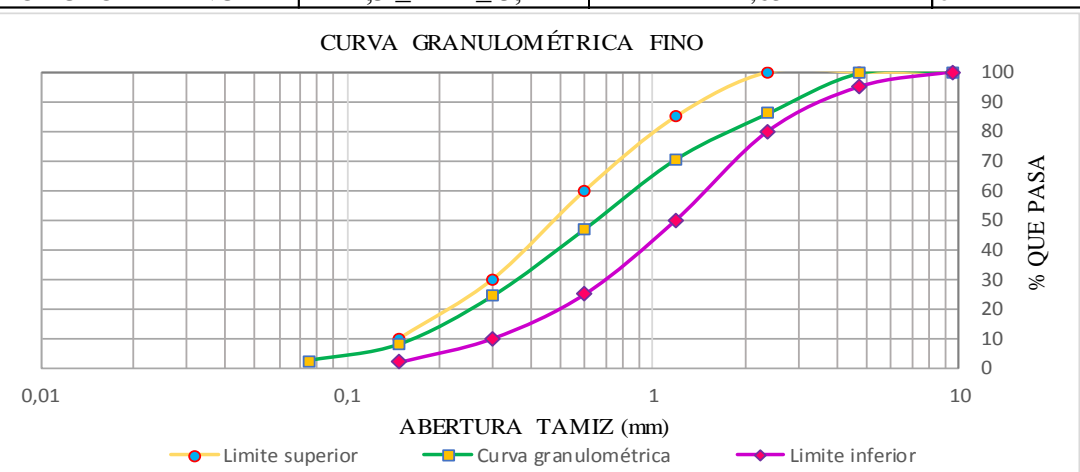
Abertura		Retenido en (gr)		% Retenido acumulado	% que pasa	Límite ASTM % que pasa
Tamiz	mm	Parcial	Acumulado			
3/8"	9,5	0	0	0,0	100,0	100
#4	4,75	3	3	0,43	99,57	95--100
#8	2,38	95,5	98,5	14,08	85,92	80--100
#16	1,19	108,8	207,3	30	70,4	50--85
#30	0,6	164,9	372,2	53,2	46,8	25--60
#50	0,3	158,3	530,5	75,8	24,2	10--30
#100	0,149	113,9	644,4	92,1	7,9	2--10
#200	0,075	39,2	683,6	97,7	2,3	-
FUENTE		16,2	699,8	100,000	0	
MÓDULO DE FINURA		2,3 ≤ MF ≤ 3,1		2,65		ok

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
 						
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO						
<b>GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO</b>						
Origen:	Mina "San Miguel" - Cantón Salcedo					
Ensayada por:	Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta.					
Fecha:	14/03/2017					
Norma:	INEN 696					
Peso del agregado (gr)	700					

**CURVA GRANULOMÉTRICA FINO**



ABERTURA TAMIZ (mm)

% QUE PASA

● Limite superior   
 ■ Curva granulométrica   
 ◆ Limite inferior

**Fuente:** Verónica A. Chicaiza LI



**Interpretación:** Se puede observar mediante el gráfico de la curva granulométrica que esta se encuentra dentro de los límites inferior y superior, dando como resultado un módulo de finura de 2,65 la cual está dentro del rango establecido en la NTN INEN 872 establece que no debe ser menor a 2,3 ni mayor a 3,1 por lo tanto la arena es apta.

#### 4.1.2.2 Granulometría del agregado grueso

**Tabla 22.** Análisis granulométrico agregado grueso(chasqui).

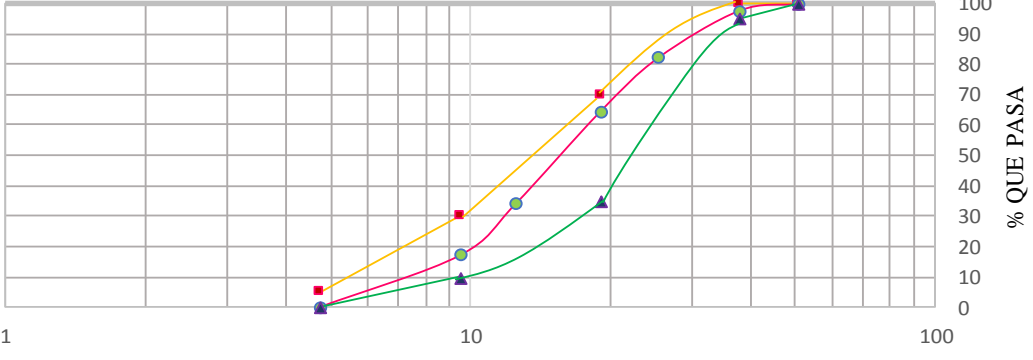
Abertura		Retenido en (gr)		% Retenido acumulado	% que pasa	Límite ASTM % que pasa
Plg	mm	Parcial	Acumulado			
2"	50,8	0	0	0,00	100,00	100
1 ½"	38	65,7	65,7	2,19	97,81	95--100
1"	25,4	464,6	530,3	17,68	82,32	--
¾"	19	536,8	1067,1	35,58	64,42	35-70
½"	12,5	907,4	1974,5	65,84	34,16	--
⅜"	9,5	504	2478,5	82,65	17,35	10--30
#4	4,76	507,8	2986,3	99,58	0,42	0--5
FUENTE		12,5	2998,8	100,00	0,00	--
TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO		1" ≤ TNM ≤ 2"			TNM=1 ½"	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
 						
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO						
<b>GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO</b>						
Origen:		Mina Las Canteras- Sector Chasqui (Lasso)				
Ensayada por:		Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta.				
Fecha:		14/03/2017				
Norma:		INEN 696				
Peso del agregado (gr)		3000				

**CURVA GRANULOMÉTRICA GRUESO**



ABERTURA TAMIZ (mm)

—■— Límite superior    —●— Curva granulométrica    —▲— Límite inferior



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll

**Interpretación:** Se puede observar mediante el gráfico de la curva granulométrica que el agregado volcánico se encuentra dentro de los límites inferior y superior, el cual muestra un TNM de 1 ½" (38mm).

#### 4.1.2.3 Densidad aparente suelta de los agregados fino y grueso

Para determinar la densidad suelta llenar el recipiente con las muestras, enrazar al nivel del borde y pesar las muestras. La densidad es igual a la masa del agregado suelto dividida para el volumen del recipiente.

**Tabla 23.** Densidad aparente suelta de los agregados fino y grueso.


 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 				
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO				
<b>DENSIDAD APARENTE SUELTA DE LOS AGREGADOS</b>				
Origen:	Mina “San Miguel”-Mina las Canteras Chasqui(Lasso)			
Ensayada por:	Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta.			
Fecha:	14/03/2017			
Norma:	INEN 858			
Masa del recipiente(kg)	9,82	Volumen del recipiente dm <sup>3</sup>		20,37
Agregado	Masa Recipiente + Agregado [kg]	Masa Agregado [kg]	Densidad Aparente Suelta [kg/dm <sup>3</sup> ]	D.A.S [kg/dm <sup>3</sup> ]
FINO(arena)	43,7	33,88	1,66	1,66
	43,6	33,78	1,66	
GRUESO(chasqui)	18,7	8,88	0,44	0,43
	18,6	8,78	0,43	

**Fuente:** Verónica A. Chicaiza LI

#### 4.1.2.4 Densidad aparente compactada de los agregados fino y grueso

Para determinar la densidad compactada llenar el recipiente hasta 1/3 de su altura en tres capas, compactar con 25 golpes en espiral con la varilla, dar 3 golpes con el martillo de goma, enrazar y pesar las muestras. La densidad del mismo modo es igual a la masa de los agregados compactados dividido para el volumen del recipiente.



**Tabla 24.** Densidad aparente compactada de los agregados fino y grueso.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 				
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO				
<b>DENSIDAD APARENTE COMPACTADA DE LOS AGREGADOS</b>				
Origen:	Mina “San Miguel”-Mina las Canteras Chasqui(Lasso)			
Ensayada por:	Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta.			
Fecha:	14/03/2017			
Norma:	INEN 858			
Masa del recipiente(kg)	9,82	Volumen del recipiente dm <sup>3</sup>		20,37
Agregado	Masa Recipiente + Agregado [kg]	Masa Agregado [kg]	Densidad Aparente Suelta [kg/dm <sup>3</sup> ]	D.A.S [kg/dm <sup>3</sup> ]
FINO(arena)	46,1	36,28	1,78	1,78
	46,2	36,38	1,79	
GRUESO(chasqui)	20,05	10,23	0,50	0,50
	20,05	10,23	0,50	

**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll

#### 4.1.2.5 Densidad aparente compactada de la mezcla de los agregados.

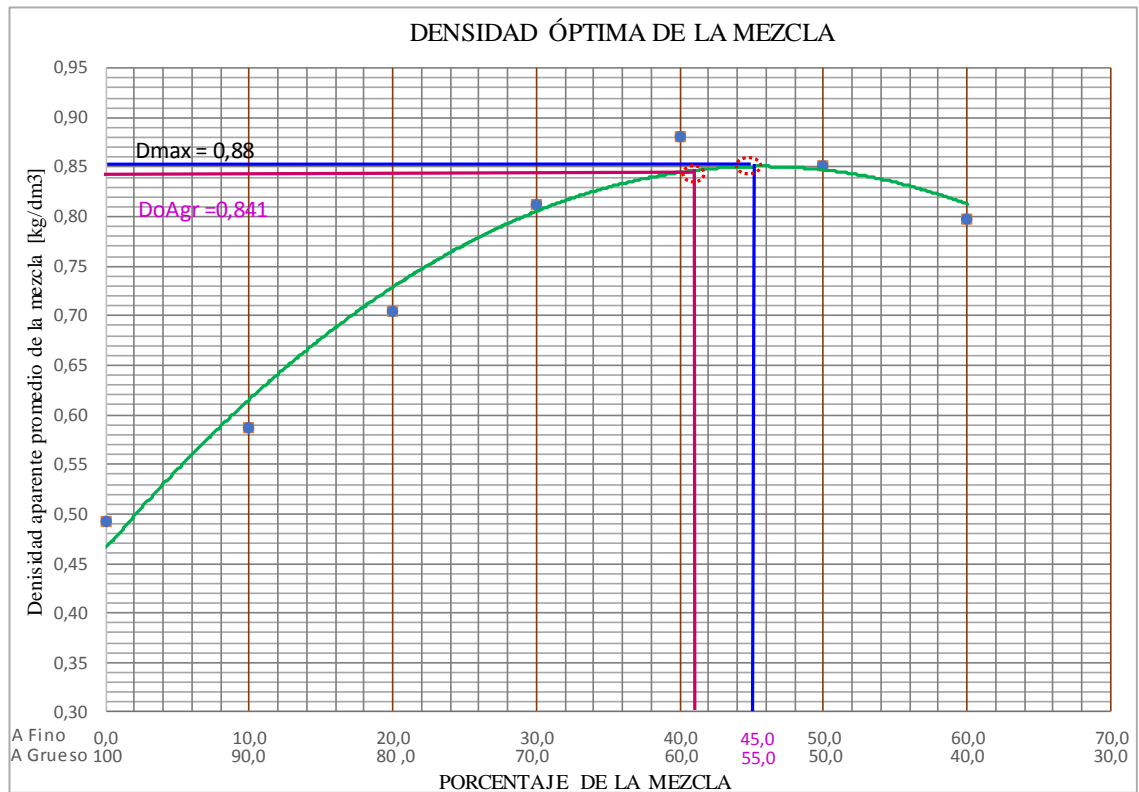
**Tabla 25.** Densidad aparente compactada de la mezcla de los agregados.

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>							
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO									
<b>DENSIDAD APARENTE COMPACTADA DE LOS AGREGADOS</b>									
Origen:		Mina "San Miguel"-Mina las Canteras Sector el Chasqui(Lasso)							
Ensayada por:		Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta.							
Fecha:		14/03/2017							
Norma:		INEN 858							
Masa del recipiente(kg)			9,82		Volumen del recipiente dm <sup>3</sup>			20,37	
Mezcla Requerida %		Cantidad calculada kg		Añadido kg	Masa Rec+Agreg kg	Masa de Agregado kg	Densidad kg/dm <sup>3</sup>	D.A.C kg/dm <sup>3</sup>	
Grueso	Fino	Grueso	Fino	Fino	-	-	-		
100	0	20	0,0	0,00	19,80	9,980	0,490	0,49	
					19,90	10,080	0,495		
90	10	20	2,22	2,22	21,80	11,980	0,588	0,59	
					21,70	11,880	0,583		
80	20	20	5	2,78	24,10	14,280	0,701	0,70	
					24,20	14,380	0,706		
70	30	20	8,57	3,57	26,30	16,480	0,809	0,81	
					26,40	16,580	0,814		
60	40	20	13,34	4,77	27,80	17,980	0,883	0,88	
					27,70	17,880	0,878		
50	50	20	20	6,67	27,20	17,380	0,853	0,85	
					27,10	17,280	0,848		
40	60	20	30	10	26,00	16,180	0,794	0,80	
					26,10	16,280	0,799		
Porcentaje Máximo del agregado fino					PMA	45%			
Porcentaje Máximo del agregado grueso					PMCh	55%			
Porcentaje Óptimo del agregado fino					POA	41%			
Porcentaje Óptimo del agregado grueso					POCh	59%			
Densidad Máxima de los agregados					Dmáx	0,88			
Densidad Óptima Agregados					DoAgr	0,841			

**Fuente:** Verónica A. Chicaiza LI



**Gráfico 15.** Densidad óptima de la mezcla



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll



Densidad máxima porcentaje de la mezcla: 45% fino -55% grueso = 0,88 kg/dm<sup>3</sup>

Densidad óptima porcentaje de la mezcla: 41% fino -59% grueso = 0,841 kg/dm<sup>3</sup>

#### 4.1.2.6 Densidad real del agregado fino (arena)

La densidad real de la arena se determina cuando la muestra se encuentre en estado saturado superficie seca (S.S.S), utilizando el método del picnómetro.

**Tabla 26.** Densidad real del agregado fino (arena).

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 			
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO			
<b>DENSIDAD REAL AGREGADO FINO</b>			
Origen:	Mina "San Miguel" - Cantón Salcedo		
Ensayada por:	Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta.		
Fecha:	16/03/2017		
Norma:	INEN 856-ASTM C128		
Descripción	Nomenclatura	Unidad	Valor
Masa del frasco (picnómetro)	m1	gr	166,1
Masa del frasco + agregado sss	m2	gr	565,50
Masa del frasco + agregado sss+agua	m3	gr	905,30
Masa de agua añadida	$m4=m3-m2$	gr	339,80
Masa del frasco+500 cc de agua	m5	gr	664,50
Masa de 500cc de agua	$m6=m5-m1$	gr	498,40
Densidad del agua	$da=m6/500cc$	gr/cm <sup>3</sup>	1,00
Masa del agua desalojada muestra	$m7=m6-m4$	gr	158,60
Masa del agregado	$Mss=m2-m1$	gr	399,40
Volumen del agua desalojada	$Vss=m7/da$	cm <sup>3</sup>	159,11
DENSIDAD REAL DE LA ARENA	$DRA=mss/vss$	gr/cm <sup>3</sup>	2,51

**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll

#### 4.1.2.7 Densidad real agregado grueso (chasqui)

La densidad real del agregado grueso se determina cuando la muestra se encuentre en estado saturado superficie seca (sss), luego de haber sumergido en agua por 24 horas, utilizar el método de la canastilla.

**Tabla 27.** Densidad real agregado grueso(chasqui).

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 			
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO			
<b>DENSIDAD REAL AGREGADO GRUESO</b>			
Origen:	Mina Las Canteras-Ssector Chasqui (Lasso)		
Ensayada por:	Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta.		
Fecha:	16/06/2107		
Norma:	INEN 857		
Descripción	Nomenclatura	Unidad	Valor
Masa de la canstilla en el aire	m1	gr	1247
Masa de la canastilla en el agua	m2	gr	1088,00
Masa canastilla +agregado sss aire	m3	gr	3744,00
Masa canastilla +agregado sss agua	m4	gr	1898,00
Densidad real del agua	Da	gr/cm <sup>3</sup>	1,0
Masa del agregado SSS en el aire	m5=m3-m1	gr	2497,0
Masa del agregado SSS en el agua	m6=m2-m4	gr	810,00
Volumen real de la muestra	$V_r=(m5-M6)/D_a$	cm <sup>3</sup>	1704,04
DENSIDAD REAL	$DR=m3/ V_{ss}$	gr/cm <sup>3</sup>	2,20

**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll

#### 4.1.2.8 Capacidad de absorción de los agregados.

La capacidad de absorción de los agregados se determina cuando la muestra se encuentre en estado saturado superficie seca (sss), se coloca las muestras en el horno por 24 horas, la capacidad de absorción se calcula con el peso de la muestra en estado (s.s.s) restando la masa del agregado seco, esta diferencia dividida para masa del agregado seca.

**Tabla 28.** Capacidad de absorción de los agregados.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 					
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO					
<b>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS</b>					
Origen:	Mina San Miguel- Mina Las Canteras setor Chasqui (Laso)				
Ensayada por:	Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta.				
Fecha:	16/03/2017				
Norma:	INEN 856 -857				
Descripción	Nomenclatura	Arena		Chasqui	
		1	2	1	2
Masa del recipiente (gr)	m1	31,5	32	30,8	32,4
Masa del recipiente + agregado sss (gr)	m2	354	362,8	140,4	139,30
Masa del recipiente + agregado seco (gr)	m3	351,8	360,8	108,4	104,90
Masa del agregado sss (gr)	Mss	322,5	330,8	109,6	106,90
Masa del agregado seco (gr)	Mseca	320,3	328,8	77,6	72,5
Capacidad de absorcion %	Ca	0,0069	0,0061	0,41	0,47
<b>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN</b>	<b>CA %</b>	0,648		44,343	



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll

### 4.1.3 Ensayos realizados al cemento.

#### 4.1.3.1 Densidad real del cemento

La densidad real del cemento se determina mediante la aplicación del método del picnómetro.

**Tabla 29.** Densidad real del cemento

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 				
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO				
<b>DENSIDAD REAL DEL CEMENTO</b>				
Origen:	Cemento ARMADURO granel			
Ensayada por:	Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta.			
Fecha:	16/03/2017			
Norma:	INEN 156			
Descripción	Nomenclatura	Unidad	Valor	
Masa del frasco(picnómetro)	m1	gr	153,1	154,1
Masa del frasco + cemento	m2	gr	352,300	354,10
Masa del frasco + cemento+gasolina	m3	gr	667,3	670,90
Masa de agua añadida	$m4=m3-m2$	gr	315,00	316,80
Masa del frasco+500 cc de gasolina	m5	gr	520,1	521,10
Masa de 500cc de agua	$m6=m5-m1$	gr	367,00	367,00
Densidad de la gasolina	$dg=m6/500cc$	gr/cm <sup>3</sup>	0,73	0,73
Masa de la gasolina desalojada por la muestra	$m7=m6-m4$	gr	52,00	50,20
Masa del cemento	$Mc=m2-m1$	gr	199,20	200,00
Volumen de la gasolina desalojada	$Vc=m7/dg$	cm <sup>3</sup>	70,84	68,39
Densidad real del cemento	DRC	gr/cm <sup>3</sup>	2,812	2,924
<b>DENSIDAD REAL PROMEDIO CEMENTO</b>		gr/cm <sup>3</sup>	2,9	

**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll.

#### 4.1.4 Obtención de la tusa de maíz.

La tusa de maíz fue adquirida en el Cantón Salcedo los cuales fueron provistos de los comerciantes de granos, semillas y cereales de la plaza “Augusto Dávalos”.

Al no contar con información sobre el procedimiento o tratamiento de la tusa de maíz esta se adquirió con tres meses de anticipación

##### **Procedimiento.**

La tusa de maíz fue colocada en un lugar amplio abierto y fresco evitando la humedad y el contacto con agua, se separaron todas las impurezas y sobrantes de granos y así evitar la propagación de insectos y polillas granívoras.

**Gráfico 16.** Secado de tusa de maíz



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza LI

**Gráfico 17.** Separación de impurezas



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza LI



**Tabla 30.** Clasificación tipos de impurezas encontradas.

		
<p>Restos de granos adheridos a la tusa de maíz y tusas con enmohecimiento y pudrición</p>	<p>Restos de hojas secas que cubren la mazorca del maíz</p>	<p>Restos de granos de maíz sueltos y disgregación del pajo leñoso</p>

**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll

Para evitar la humedad se extendió en el piso un plástico y sobre ella se colocó las tusas de maíz, posteriormente esta se removía cada semana para lograr que se sequen completamente.

**Gráfico 18.** Proceso de secado de la tusa de maíz



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll

En todo este periodo de tiempo se pudo notar que al principio al manipular la tusa de maíz era muy flexible, suave y se rompía o fracturaba con facilidad, al término de dos meses ya secada completamente, era mucho más rígida se notaba claramente que su

añillo leñoso o paja leñosa era dura por el secado del esclerénquima que son células muertas de los vegetales.

- **Trituración mecánica**

Al lograr que la tusa de maíz esté completamente seca se procedió a la trituración esto se realizó en el Cantón Ambato, en una trituradora mecánica artesanal tipo martillo sin cedazo. La tusa de mazorca de maíz al no tener una sola dimensión y ser longitudinales se dificultó su trituración y no se obtuvo una trituración buena.

**Gráfico 19.** Trituradora mecánica artesanal.



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll

**Gráfico 20.** Colocación de la tusa de maíz.



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll



- **Trituración manual.**

La trituración se realizó de manera manual con la ayuda de una achuela, se logró obtener partículas de tamaños uniformes.

**Gráfico 21.** Trituración manual.



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll

**4.1.4.1 Granulometría de la tusa de maíz.**

Para poder determinar el tamaño de la tusa de maíz sea apto para la elaboración de bloques se procedió a realizar el análisis granulométrico por tamices basándonos en la norma INEN 696- ASTM-C33.

**Gráfico 22.** Peso de muestra de tusa de maíz.



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll

**Gráfico 23.** Tamizado de la tusa de maíz.



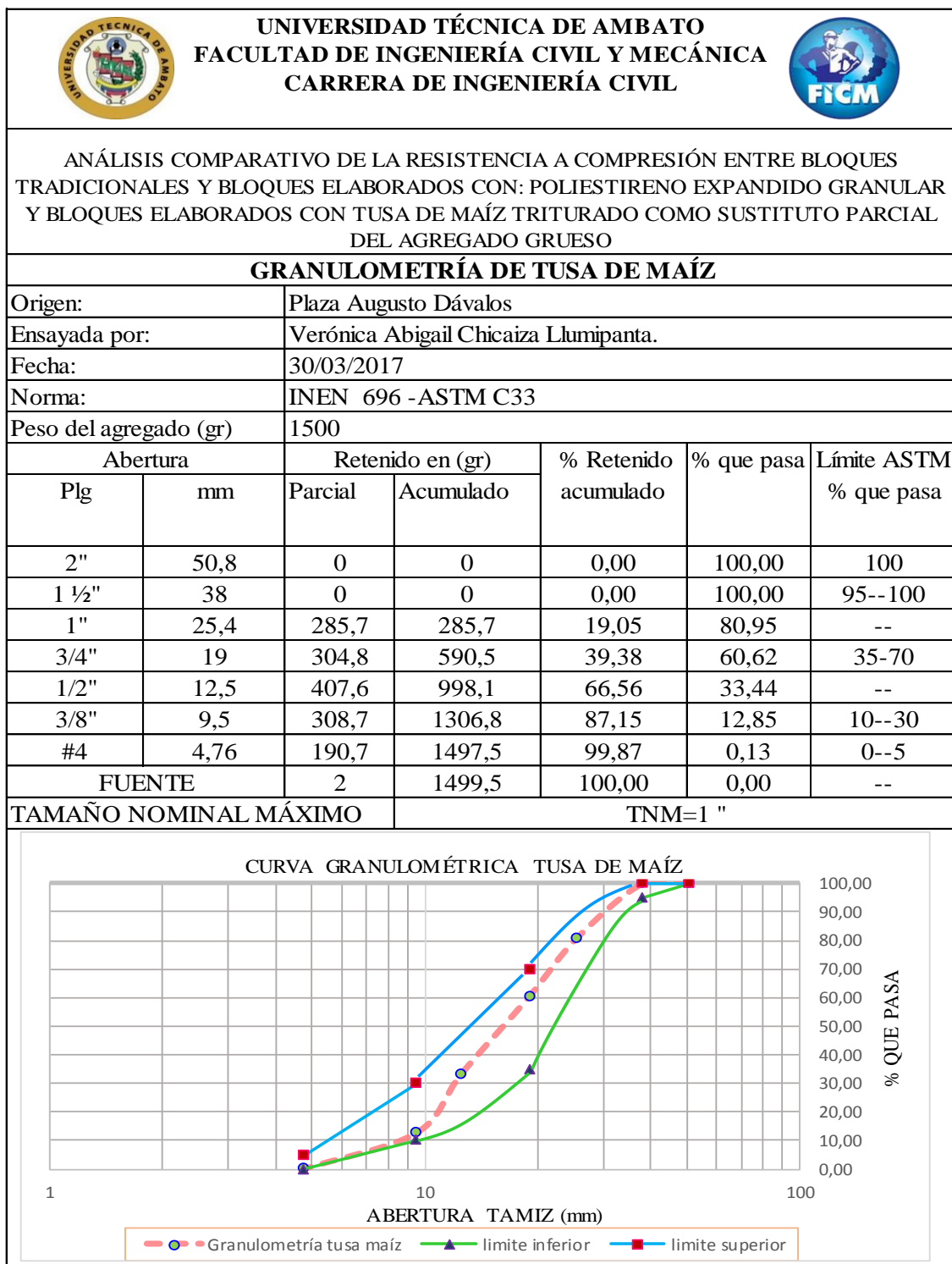
**Fuente:** Verónica A. Chicaiza LI

**Gráfico 24.** Tusa de maíz retenido en tamiz.



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza LI

**Tabla 31.** Granulometría de la tusa de maíz.



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza LI

#### **4.1.4.2 Tratamiento y capacidad de absorción de la tusa de maíz.**

La tusa de maíz por ser una fibra vegetal para curar y dar tratamiento de preservación, no se ha encontrado métodos, que nos faciliten el proceso de inmunización y cuidado de la tusa de maíz, se ha mencionado que parte de la estructura de la tusa de maíz está compuesta por la paja leñosa.

En este trabajo se realizará el tratamiento por inmersión química que es aplicada a la madera, bambú, guadua tratamiento que se aplica como insecticidas y preservación de fibras ante la humedad, por otra parte, se recomienda realizar un tratamiento con ácido bórico en la tusa de maíz ya que no es un contaminante para el medio ambiente ni peligroso para el ser humano, y por resultar económico. [7]

El ácido bórico es un compuesto químico que se presenta en forma sólida o polvos cristalinos y es soluble en agua fría es utilizado para la preservación de madera, como insecticida, evita la podredumbre también es utilizado en materiales cerámicos, azulejos, baldosas su fórmula es  $H_3 BO_3$ [41]

El bórax es un compuesto químico que se disuelve de mejor manera en agua caliente, es utilizado en la manufactura de vidrio, componentes de pintura, conservantes de madera su fórmula química es  $Na_2 B_4 O_7 \cdot 10 H_2 O$  [41]

Para el desarrollo de este trabajo se realizará según el procedimiento del “Manual de Construcción con Bambú” como se establece, la materia prima debe estar totalmente seca, por cada 100 litros de agua se debe utilizar entre 2 y 2,5 kg de ácido bórico y bórax de cada uno se debe curar por un mínimo de 24 horas hasta 5 días, luego dejar que se escurra el agua y secar en un ambiente amplio abierto y seco. [42]

El propósito del tratamiento químico es la protección de las fibras vegetales, contra el medio alcalino que se produce al entrar en contacto con la pasta cemento provocando degradación en las fibras, se recomienda utilizar tratamientos químicos o el empleo de cementos especiales para la reducción de dicho efecto [43]

### Capacidad de absorción tusa de maíz con tratamiento químico.

Para determinar la capacidad de absorción se realizó para 0,5 litros de agua caliente con 12,5 gr de ácido bórico y bórax de cada uno. Se tomó una cantidad de muestra de tusa de maíz considerable que sea representativos para el ensayo, se saturó por 48 horas, posteriormente se retiró del agua con ácido y bórax y se colocó en una malla para permitir el escurrimiento de agua, se dejó secar al ambiente durante 5 días.

$$\frac{100 \text{ lit}}{0,5 \text{ lit}} = \frac{2,5 \text{ kg}}{x}$$

$$x = \frac{0,5 \text{ lit} \times 2,5 \text{ kg}}{100 \text{ lit}}$$

$$x = 0,0125 \text{ kg} = 12,5 \text{ gr}$$

**Gráfico 25.** Solución para tratamiento químico.



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll



**Gráfico 26.** Tratamiento químico muestra



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza LI

A continuación, se pesaron 3 muestras cada una identificadas en una balanza de precisión de 0,01gr seguidamente se procede a un proceso de saturado, se sumergen en 1 litro de agua destilada durante 24 horas condición saturada superficie húmeda de la tusa de maíz SSHTM, posteriormente se escurre el agua y se seca las superficie de cada partícula de tusa de maíz con la ayuda de papel absorbente, así se obtiene la condición saturada superficie seca de la tusa de maíz (SSSTM) se pesa cada muestra y se coloca en un horno a 100 °C durante 24 horas el cual nos permite obtener el peso seco de tusa de maíz (PSTM).

**Gráfico 27.** Materiales para determinar capacidad de absorción.



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza LI

**Gráfico 28.** Muestras de tusa de maíz en estado S.S.S



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll

**Gráfico 29.** Muestras secas en el horno.



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll

La capacidad de absorción se obtiene mediante la aplicación de la siguiente ecuación

$$\% \text{ Absorción} = \frac{PSSS TM - PSTM}{PSTM} * 100$$

**Tabla 32.** Contenido de humedad y capacidad de absorción en tusa de maíz.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 				
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO				
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN</b>				
Origen:	Plaza Augusto Dávalos			
Ensayada por:	Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta.			
Fecha:	16/03/2017			
Norma:	INEN 856 -857			
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA TUSA DE MAÍZ</b>				
Descripción	Nomenclatura	Muestras tusa de maíz		
		1	2	3
Masa del recipiente (gr)	m1	32,5	30,4	33,4
Masa del recipiente + tusa húmeda(gr)	m2	52,3	50,5	53,5
Masa del recipiente + tusa seca(gr)	m3	48,9	47,0	50
Masa del agua	$m4=m2-m3$	3,4	3,5	3,5
Masa de tusa seca (gr)	$m5=m3-m1$	16,4	16,6	16,6
Contenido de humedad % C hum Tm	$C\text{ hum}=\frac{m4}{m5}$	0,2073	0,2108	0,2108
CONTENIDO DE HUMEDAD	CHum Tm %	21		
<b>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE LA TUSA DE MAÍZ</b>				
Descripción	Nomenclatura	Muestras tusa de maíz		
		1	2	3
Masa del recipiente (gr)	m1	32,6	31,9	31,1
Masa del recipiente + muestra sss (gr)	m2	72,5	71,9	71,0
Masa del recipiente + muestraseco (gr)	m3	46,3	44,4	44
Masa de a muestra sssTm (gr)	Mss	39,9	40	39,9
Masa de la muestra seco PsTm (gr)	Mseca	13,7	12,5	12,9
Capacidad de absorcion % CATm	Ca	1,9124	2,2000	2,09
CAPACIDAD DE ABSORCIÓN	CAbs Tm%	207		

**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll



#### 4.1.5 Obtención del poliestireno expandido.

El poliestireno expandido fue adquirido de la empresa GRAHAM la cual se dedica al reciclaje industrial de papel, cartón, plásticos, poliestireno, esta empresa se encuentra ubicada en la ciudad de Quito.

El poliestireno expandido en su forma original se puede encontrar en bloques de poliestireno y planchas posteriormente estas son colocadas en una máquina de trituración, la cual permite obtener poliestireno granulado fino y poliestireno granulado grueso.

**Gráfico 30.** Trituradora de poliestireno expandido.



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll

**Gráfico 31.** Poliestireno expandido granulado.



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll

#### 4.1.5.1 Granulometría del poliestireno expandido.

Para poder determinar el tamaño del poliestireno expandido sea apto para la elaboración de bloques se procedió a realizar el análisis granulométrico por tamices.

**Gráfico 32.** Peso del poliestireno



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza LI

**Gráfico 33.** Tamizado de poliestireno expandido.



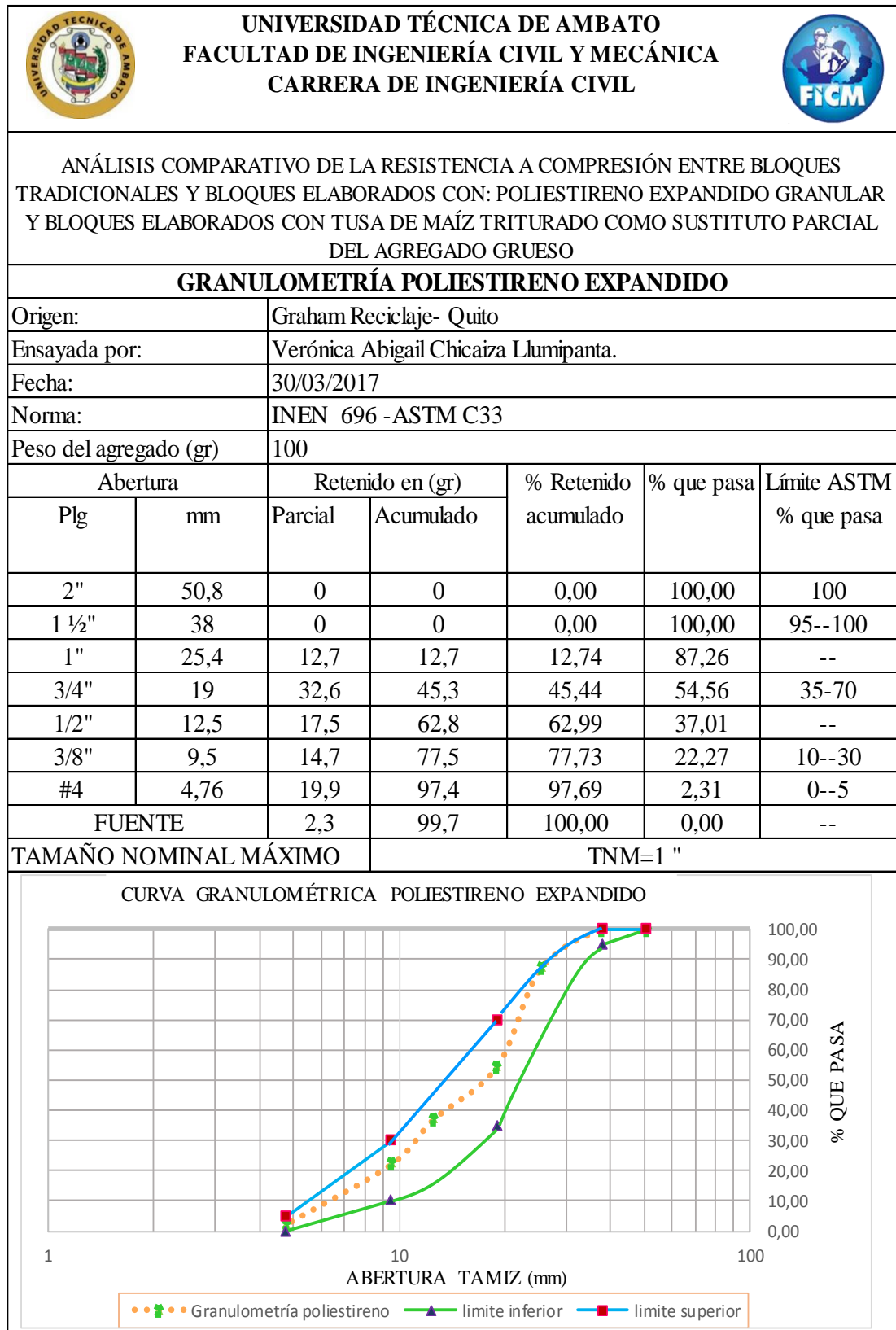
**Fuente:** Verónica A. Chicaiza LI

**Gráfico 34.** Poliestireno retenido en tamiz.



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza LI

**Tabla 33.** Granulometría poliestireno expandido.



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll

#### 4.1.6 Dosificación método de densidad óptima.

Para el desarrollo de este trabajo nos basaremos en estudios anteriores que consiste en encontrar el valor de la relación agua /cemento mediante la extrapolación de datos [44], ya que esta se encuentra en relación de la resistencia a compresión requerida al contar con la tabla de resistencia a compresión que va desde 45 Mpa hasta 15 Mpa para este caso se realizará para una resistencia a compresión de 2,5 MPa requerida a los 28 días de edad para bloques de hormigón.

Posteriormente la dosificación se realizará aplicando las ecuaciones del método de la densidad óptima.

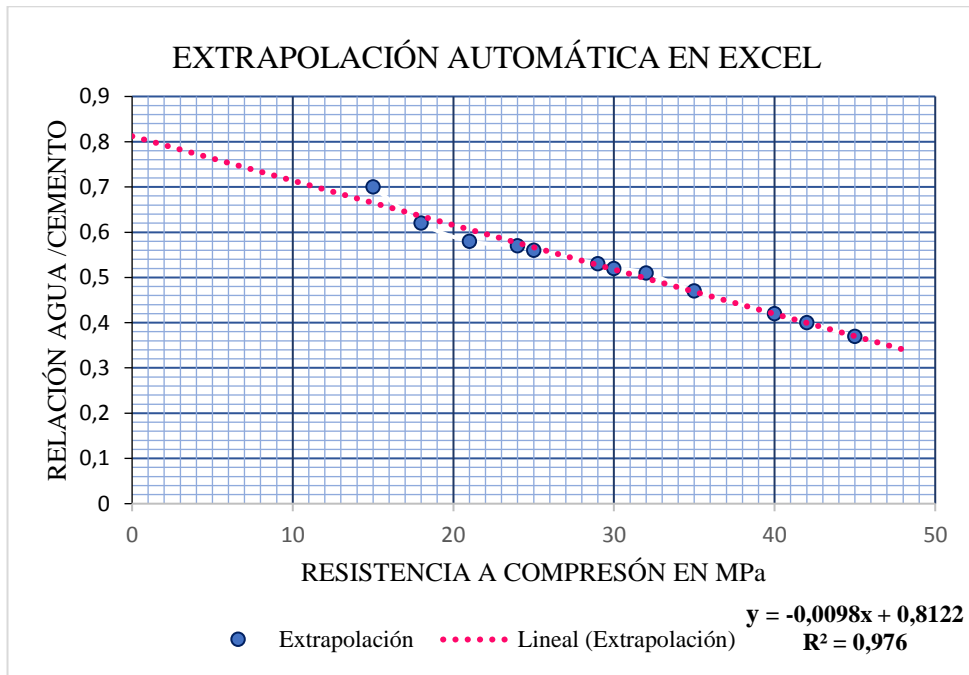
**Tabla 34.** Resistencia a la compresión del hormigón basada en la relación: agua /cemento.

Resistencia a la compresión a los 28 días en MPa	Relación agua/cemento
45	0,37
42	0,40
40	0,42
35	0,47
32	0,51
30	0,52
28	0,53
25	0,56
24	0,57
21	0,58
18	0,62
15	0,70

**Fuente** Garzón M. “Seminario de investigación sobre el módulo de elasticidad del hormigón” (2010) [ 45]

Se procede a determinar la relación agua /cemento utilizado la herramienta que nos ofrece el programa informático de Excel, mediante la extrapolación automática la cual nos indica la ecuación y se reemplaza por la resistencia requerida.

**Gráfico 35.** Extrapolación automática Excel



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll

**Método 1 relación W/C**

Resistencia requerida 2,5 Mpa reemplazar la ecuación obtenida de la gráfica de Excel.

$$y = -0,0098x + 0,8122$$

$$y = -0,0098(2,5) + 0,8122$$

$$y = 0,787$$

$$y \approx 0,79$$

Por lo tanto, la relación 1 =0,79

**Método 2 relación w/c**

Se realiza una extrapolación aplicando la siguiente ecuación

**Ecuación 1.** Extrapolación de datos.

$$(y_k) = y_i + \left( \frac{y_f - y_i}{x_f - x_i} \right) * (y_k - x_i) \quad [46]$$

**Donde**

$y_k$  = relación agua /cemento requerida

$y_f$  = relación agua /cemento final

$y_i$  = relación agua /cemento inicial

$x_f$  =resistencia a compresión final

$x_i$  =resistencia a compresión inicial

**Tabla 35.** Resistencia a la compresión basada en la relación agua /cemento extrapolada.

	Resistencia a la compresión a los 28 días en Mpa X	Relación agua/cemento Y
<b>Datos base</b>	<b>45</b>	<b>0,37</b>
	42	0,40
Datos extrapolados	40	0,42
	35	0,47
	32	0,50
	30	0,52
	29	0,53
	25	0,57
	24	0,58
	21	0,61
	18	0,64
	15	0,67
	12	0,70
	10	0,72
	8	0,74
	6	0,76
	4,5	0,77
2,5		

**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll

Resistencia requerida 2,5 Mpa

$$(y_{2,5}) = y_i + \left( \frac{y_f - y_i}{x_f - x_i} \right) * (y_k - x_i)$$

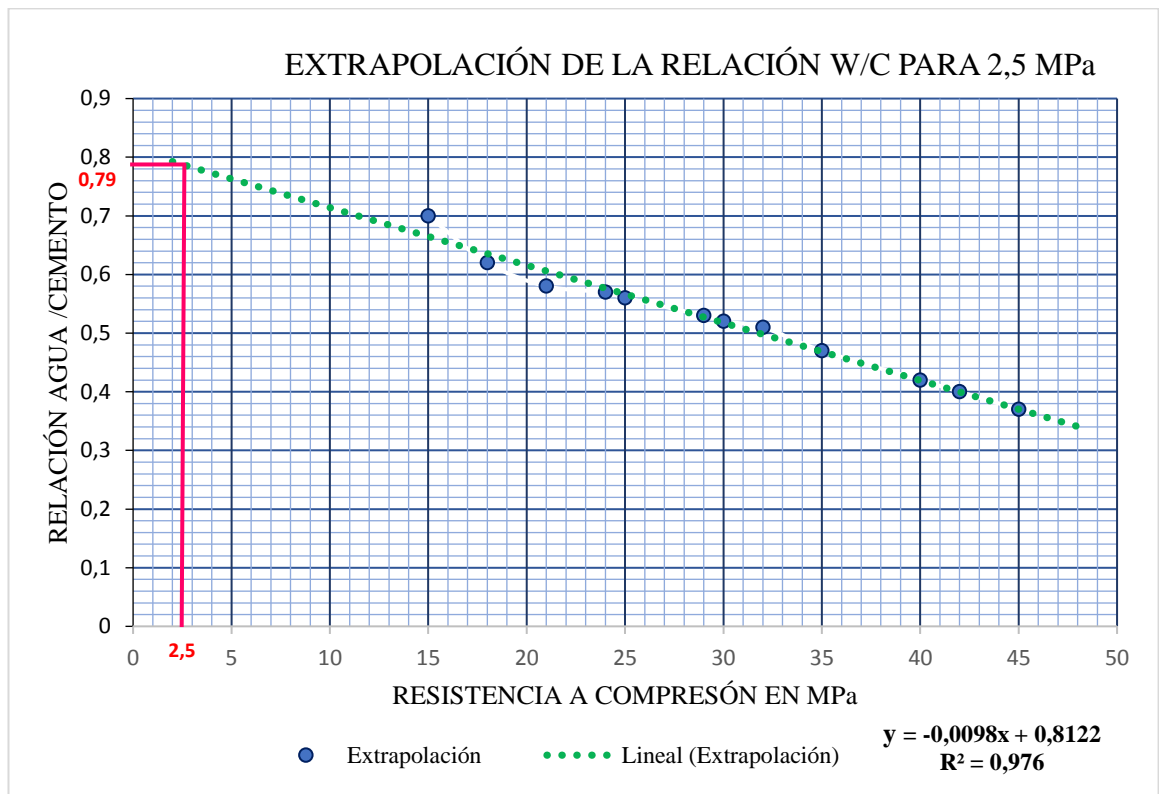
$$(y_{2,5}) = 0,37 + \left( \frac{0,77 - 0,37}{4,5 - 45} \right) * (2,5 - 45)$$

$$(y_{2,5}) = 0,789$$

$$y \approx 0,79$$

Los dos valores encontrados son los mismos obteniéndose un valor de relación agua cemento de 0,79 se procede a encontrar el valor en el gráfico de Excel.

**Gráfico 36.** Determinación de la relación W/C



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll

Datos obtenidos en los ensayos para la dosificación por la densidad óptima.

**Tabla 36.** Datos obtenidos en los ensayos

Densidad real del cemento	DRC	2,9	kg/cm <sup>3</sup>
Densidad real de la arena DRA	DRA	2,51	kg/cm <sup>3</sup>
Densidad real de la Chasqui DRCh	DRCh	2,2	kg/cm <sup>3</sup>
Porcentaje Óptimo Arena	POA	41	%
Porcentaje Óptimo Chasqui	POCh	59	%
Densidad Óptimo del agregado	DoAg	0,841	kg/dm <sup>3</sup>
Densidad Aparente suelta arena	DASA	1,66	kg/dm <sup>3</sup>
Densidad Aparente suelta Chasqui	DASCh	0,433	kg/dm <sup>3</sup>

**Fuente:** Verónica A. Chicaiza LI

Procediendo de cálculo.

**1. Densidad real de la de los agregados DRAg.**

$$DRAg = (DRA * POA) + (DRCh * POCh)$$

$$DRAg = (2,51 * 41\%) + (2,2 * 59\%)$$

$$DRAg = 2,33 \text{ kg/dm}^3$$

**2. Porcentaje óptimo de vacíos POV.**

$$POV\% = \frac{DRAg - DoAG}{DRAg} * 100$$

$$POV\% = \frac{2,33\text{kg/dm}^3 - 0,841\text{kg/dm}^3}{2,33 \text{ kg/dm}^3} * 100$$

$$POV\% = 63,86 \%$$

$$POV = \frac{POV\% * 1000 \text{ dm}^3}{100}$$

$$POV = \frac{63,86\% * 1000 \text{ dm}^3}{100}$$

$$POV = 638,6$$



### 3. Cantidad de pasta. CP.

$$CP = POV + 2\% + 3\%POV$$

$$CP = 638,6 + 2\% + 3\%(638,6 \text{ dm}^3)$$

$$CP = 657,7 \text{ dm}^3$$

La cantidad de pasta calculada no puede superar más del 30% es decir  $300 \text{ dm}^3$

Como la cantidad de pasta es mayor se asume  $CP = 300 \text{ dm}^3$

### 4. Cantidad de cemento.

$$C = \frac{CP}{\frac{W}{C} + \frac{1}{DRC}}$$

$$C = \frac{300 \text{ dm}^3}{0,79 + \frac{1}{2,90 \text{ Kg/dm}^3}}$$

$$C = 264,35 \text{ kg para } 1 \text{ m}^3 \text{ de H}^\circ$$

### 5. Cantidad de agua.

$$W = \frac{W}{C} * C$$

$$W = 0,79 * 264,35$$

$$W = 208,84 \text{ lts para } 1 \text{ m}^3 \text{ de H}^\circ$$

### 6. Cantidad de arena.

$$A = (1000 - CP - AIRE) * DRA * POA$$

$$A = (1000 - 300 - 0) * 2,51 * 41\%$$

$$A = 720,37 \text{ kg para } 1 \text{ m}^3 \text{ de H}^\circ$$



### 7. Cantidad de chasqui.

$$Ch = (1000 - CP - AIRE) * DRCh * POCh$$

$$Ch = (1000 - 300 - 0) * 2,20 * 59\%$$

$$Ch = 908,60 \text{ kg para } 1 \text{ m}^3 \text{ de H}^\circ$$

**Tabla 37.** Dosificación método de la densidad óptima.

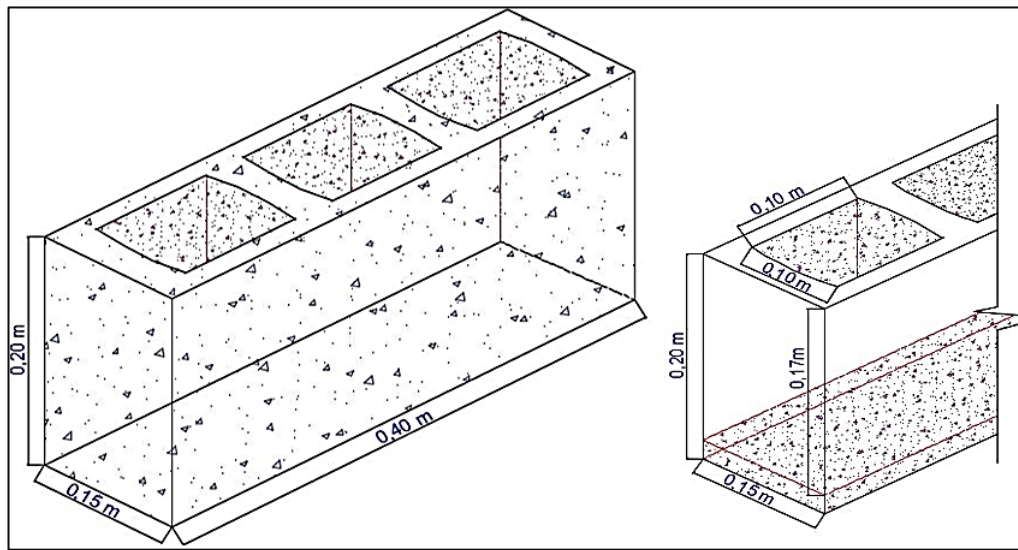
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 						
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO						
<b>DOSIFICACIÓN POR EL MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA</b>						
Ensayada por:	Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta.					
Fecha:	16/03/2017					
<b>REQUISITOS</b>						
Resistencia requerida a compresión a los 28 días				2,5 MPa		
<b>Volumen requerido de hormigón</b>			<b>100 dm<sup>3</sup></b>	<b>w/c</b>	<b>0,79</b>	
<b>DATOS OBTENIDOS</b>						
Densidad real del cemento	DRC	2,9	kg/cm <sup>3</sup>	DRM	2,33	kg/cm <sup>3</sup>
Densidad real de la arena DRA	DRA	2,51	kg/cm <sup>3</sup>	%POV	63,86	%
Densidad real de la Chasqui DRCh	DRCh	2,2	kg/cm <sup>3</sup>	CP	657,78	cm <sup>3</sup>
Porcentaje Óptimo Arena	POA	41	%	CP asum	300,00	cm <sup>3</sup>
Porcentaje Óptimo Chasqui	POCh	59	%	C	263,47	kg
Densidad Óptimo del agregado	DoAg	0,841	kg/cm <sup>3</sup>	W	208,14	kg
Densidad Aparente suelta arena	DASA	1,66	kg/dm <sup>3</sup>	A	720,37	kg
Densidad Aparente suelta Chasqui	DASCh	0,43	kg/cm <sup>3</sup>	Ch	908,60	kg
<b>Dosificación al peso</b>						
Material	Cantidad en kg por m <sup>3</sup> Hormigón	Dosificación al peso		Cantidad en kg por saco de cemento		
W	208,14	0,790		39,50		
C	263,47	1,000		50,00		
A	720,37	2,734		136,71		
Ch	908,60	3,449		172,43		
<b>Dosificación al volumen</b>						
Material	Cantidad en kg por saco de cemento	Peso unitario suelto kg/dm <sup>3</sup>	Volumen aparente suelto para cada saco	Dosis volumen en obra por saco 50 kg - Parihuela b=3dm a=3dm h=3dm		
W	39,50	-	39,50	39,5	lt	
C	50,00	1,00	50,00	50,0	saco	
A	136,71	1,66	82,36	3,1	Pariheula	
Ch	172,43	0,43	398,23	14,7	Pariheula	

**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll.

Las fábricas de bloques específicamente en la ciudad de Salcedo nos ofertan bloques de dimensiones comerciales como son 10 cm, 12cm, 15cm y 20 cm dimensión en ancho, en este caso se fabricarán bloques de 40 cm largo, 20 cm alto y 15 cm ancho, conforme a la NTE INEN 638. [10]

- **Cálculo de Volumen de bloque.**

**Gráfico 37.** Sección de bloque 40 x 20 x15



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll

**Cálculo del volumen – Bloque 40 x 20 x 15**

$$\text{Volumen bruto} = 0,40\text{m} * 0,20\text{m} * 0,15\text{m}$$

$$\text{Volumen bruto} = 0,012 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de perforaciones} = (0,10 \text{ m} * 0,10\text{m} * 0,17\text{m}) * 3$$

$$\text{Volumen de perforaciones} = 0,0051 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen neto} = \text{Volumen bruto} - \text{Volumen de perforaciones}$$

$$\text{Volumen neto} = 0,012 \text{ m}^3 - 0,0051 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen neto} = 0,0069\text{m}^3$$

**Volumen total para 75 bloques =  $0,0069 m^3 * 75$  bloques**

Volumen total =  $0,5175 m^3$

**Volumen total =  $517,5 dm^3$**

Basándonos en estudios de [22] calculamos el volumen de aire y el volumen de vibro-compactación para el número de muestras determinados, en este caso son para 75 bloques a los cuales se remplazará en un 5%, 10%, 15%, 25%, 50% al agregado grueso con tusa de maíz triturada y 75 bloques con poliestireno expandido.

**Volumen de aire.**

El porcentaje estimado es del cinco por ciento dejando espacios libres entre el chasqui, la tusa de maíz triturada y poliestireno expandido granular

Volumen de aire =  $517,5 m^3 * 5\%$

Volumen de aire =  $25,875 dm^3$

**Volumen por vibro-compactación.**

Es el volumen que se produce al ser colocados en los moldes y sus asentamientos por el movimiento y vibrado que posteriormente es comprimido por la prensa compactadora.

Volumen de compactación =  $517,5 dm^3 * 30\%$

Volumen de compactación =  $155,25 dm^3$ .

**Cálculo del peso real del cemento para 75 bloques**

Con los valores obtenidos en dosificación al peso de la **Tabla 39**

Dosificación al peso.

Material	Dosificación al peso
W	0,79
C	1,00
A	2,73
Ch	3,45

Suma = 7,97

$\Sigma$  Dosificación peso real + % aire = volumen total de bloques + % compactación

$$7,97 X + 25,875 dm^3 = 517,5 dm^3 + 155,25 dm^3$$

$$x = \frac{517,5 dm^3 + 155,25 dm^3 - 25,875 dm^3}{7,97}$$

$$x = 81,16 \text{ kg cemento}$$

**Dosificación real para 75 bloques.**

- **Cantidad de cemento.**

$$C = 81,16 \text{ kg}$$

- **Cantidad de agua.**

$$W = C * \frac{w}{c}$$

$$W = 81,16 * 0,79$$

$$W = 64,11 \text{ lts}$$

- **Cantidad de arena.**

$$A = C * \text{Dosificación al peso arena}$$

$$A = 81,16 * 2,73$$

$$A = 221,56 \text{ kg}$$

- **Cantidad de chasqui.**

$$Ch = C * \text{Dosificación al peso chasqui}$$

$$Ch = 81,16 * 3,45$$

$$Ch = 280,02 \text{ kg}$$

**Dosificación para cada parada o 15 unidades**

$$\frac{81,16 \text{ kg}}{x} = \frac{75 \text{ bloques}}{15 \text{ bloques}}$$



$$x = \frac{81,16 \text{ kg} \times 15 \text{ bloques}}{75 \text{ bloques}}$$

x = 16,23 cemento

x = 16,23 kg cemento

#### 4.1.6.1 Dosificación poliestireno expandido.

**Tabla 38.** Dosificación para cada parada o 15 unidades con poliestireno expandido.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 							
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO							
Dosificación para cada parada de 15 bloques por cada porcentaje							
Elaborado por : Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta.						Fecha :23/03/2017	
Material	Unidad	Base 0%	5%	10%	15%	25%	50%
W	lt	12,82	12,82	12,82	12,82	12,82	12,82
C	kg	16,23	16,23	16,23	16,23	16,23	16,23
A	kg	47,34	47,34	47,34	47,34	47,34	47,34
Ch	kg	59,71	56,72	53,74	50,75	44,78	29,86
<b>Poliestireno</b>	kg		2,99	5,97	8,96	14,93	29,86
Total		136,11	136,11	136,11	136,11	136,11	136,11

**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll

La dosificación en la fábrica se realiza al volumen en una parihuela cuyas dimensiones son los siguientes 30 cm x30cm x 30cm. Basándonos en la dosificación al volumen para 50 kg de cemento, para el poliestireno no se realiza corrección por capacidad de absorción, se ha mencionado que al ser sumergido en agua durante 28 días este apenas absorbe aproximadamente entre el 1% - 3% de agua.

#### Dosificación al volumen en fábrica.

$$\text{Volumen aparente suelto} = \frac{\text{cantidad por kg de cemento}}{\text{densidad suelta aparente}}$$

- Volumen en fábrica de la arena.

$$\text{Volumen aparente suelto} = \frac{47,34 \text{ kg}}{1,66 \text{ kg/dm}^3}$$

$$\text{Volumen aparente suelto} = 28,51 \text{ dm}^3$$

Dosis en fábrica parihuela de 3dm x 3dm x 3dm

$$\text{Volumen en obra} = \frac{\text{vol aparente suelto}}{\text{vol parihuela}}$$

$$\text{Volumen en obra} = \frac{28,51 \text{ dm}^3}{27 \text{ dm}^3}$$

$$\text{Volumen en obra Arena} = 1,1 \text{ parihuela}$$

- **Volumen en fábrica del chasqui**

$$\text{Volumen aparente suelto} = \frac{59,71 \text{ kg}}{0,433 \text{ kg/dm}^3}$$

$$\text{Volumen aparente suelto} = 137,89 \text{ dm}^3$$

$$\text{Volumen en obra} = \frac{\text{vol aparente suelto}}{\text{vol parihuela}}$$

$$\text{Volumen en obra} = \frac{137,89 \text{ dm}^3}{27 \text{ dm}^3}$$

$$\text{Volumen en obra chasqui} = 5,1 \text{ parihuela}$$

- **Volumen en fábrica del chasqui -poliestireno al 5%.**

$$\text{Volumen aparente suelto} = \frac{56,72 \text{ kg}}{0,43 \text{ kg/dm}^3}$$

$$\text{Volumen aparente suelto} = 131,91 \text{ dm}^3$$

$$\text{Volumen en obra} = \frac{\text{vol aparente suelto}}{\text{vol parihuela}}$$

$$\text{Volumen en obra} = \frac{131,90 \text{ dm}^3}{27 \text{ dm}^3}$$

$$\text{Volumen en obra chasqui} = 4,8 \text{ parihuela}$$

$$\text{Volumen en obra poliestireno 5\%} = 0,3 \text{ parihuela}$$

**Tabla 39.** Dosificación al volumen en fábrica para 15 bloques poliestireno expandido.

Material		Dosificación al volumen en obra para 15 bloques					
		Base 0%	5%	10%	15%	25%	50%
W	agua	12,82	12,82	12,82	12,82	12,82	12,82
C	cemento	16,23	16,23	16,23	16,23	16,23	16,23
A	arena	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1,
Ch	chasqui	5,1	4,8	4,6	4,3	3,8	2,5
Poliestireno		-	0,3	0,5	0,8	1,3	2,6

**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll

#### 4.1.6.2 Dosificación tusa de maíz

**Tabla 40.** Dosificación para cada parada o 15 unidades con tusa de maíz.

Material		Dosificación para cada parada de 15 bloques por cada porcentaje					
		Base 0%	5%	10%	15%	25%	50%
W	lt	12,82	12,82	12,82	12,82	12,82	12,82
C	kg	16,23	16,23	16,23	16,23	16,23	16,23
A	kg	47,34	47,34	47,34	47,34	47,34	47,34
Ch	kg	59,71	56,72	53,74	50,75	44,78	29,86
Tusa de maíz			2,99	5,97	8,96	14,93	29,86
Total		136,11	136,11	136,11	136,11	136,11	136,11

**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll

#### Corrección por humedad de tusa de maíz.



**C Hum Tusa Maíz = Capacidad de absorción – contenido de humedad**

$$C \text{ Hum Maíz} = 206,848 \% - 20,967\%$$

$$C \text{ Hum Maíz} = 185,881 \%$$

$$C \text{ Hum Tusa Maíz } 5\% = \frac{C \text{ Hum Maíz}}{100} * \text{ peso maíz}$$

$$C \text{ Hum Tusa Maíz } 5\% = \frac{185,881\%}{100} * 2,99$$



$$C \text{ Hum Tusa Maíz } 5\% = 5,55$$

$$\text{Corrección agua Tusa maíz } 5\% = W + C \text{ Hum Tusa Maíz } 5\%$$

$$\text{Corrección agua Tusa maíz } 5\% = 12,82 \text{ lts} + 5,55$$

$$\text{Corrección agua Tusa maíz } 5\% = 18,37 \text{ lts}$$

**Tabla 41.** Dosificación al volumen en fábrica para 15 bloques tusa de maíz

		 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 					
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO							
<b>Dosificación al volumen en obra para 15 bloques</b>							
Material		Base 0%	5%	10%	15%	25%	50%
W	agua	12,82	18,37	23,92	29,47	40,57	68,32
C	cemento	16,23	16,23	16,23	16,23	16,23	16,23
A	arena	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1,
Ch	chasqui	5,1	4,8	4,6	4,3	3,8	2,5
	Tusa de maíz	-	0,3	0,5	0,8	1,3	2,6

**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll

#### 4.1.7 Elaboración de bloques.

##### 4.1.7.1 Dosificación

La dosificación del chasqui, arena, poliestireno y tusa de maíz se realizó al volumen con la ayuda de una parihuela cuyas dimensiones son de 30cm x30cm x 30cm, con los datos de dosificación establecidos, la dosificación del agua se realizó en un recipiente previamente señalado por litros, el cemento realizo al peso con la ayuda de una balanza.

**Gráfico 38.** Dosificación de arena y chasqui.



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll

**Gráfico 39.** Dosificación poliestireno y tusa de maíz.



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll

#### 4.1.7.2 Mezclado.

##### Mezclado para bloques con poliestireno.

Se colocó los agregados previamente dosificados en la mezcladora giratoria, vaciando la arena y chasqui, dejar que se mezcle por 1 minuto, verter el agua medida en litros, mientras se sigue mezclado, vaciar el poliestireno de manera lenta evitando su desperdicio ya que por ser un material muy liviano tiende a esparciarse, por último, agregar el cemento ya pesado, todos los materiales se debe mezclar por aproximadamente 2 a 3 minutos.

**Gráfico 40.** Preparación de la mezcla con poliestireno expandido.



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza LI

### **Mezclado para bloques con tusa de maíz.**

Colocar los agregados previamente dosificados en la mezcladora giratoria vaciar el arena y chasqui dejar que se mezcle por 1 minuto, colocar la tusa de maíz ya dosificada para obtener una mezcla uniforme de los tres agregados, verter el agua en pocas proporciones mientras se sigue mezclado, agregar el cemento ya pesado, todos los materiales se debe mezclar por un lapso de tiempo más prolongado, conforme la tusa de maíz va absorbiendo agua en la mezcla, tiempo aproximando de mezclado de 4 a 5 minutos.

**Gráfico 41.** Preparación de la mezcla con tusa de maíz.



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza LI



### 4.1.7.3 Moldeado

Colocar el tablero que sirvan como base y soporte para el vibrado, el tablero debe estar cubierto de aceite para evitar la adherencia del bloque, palear el material hacia el molde hasta llenarlo completamente, conforme la máquina da su vibrado añadir la mezcla, dejar caer la prensa para vibro compactar el material por un lapso de 3 minutos, desmoldar cuidadosamente halando la barra o palanca, para subir la prensa.

**Gráfico 42.** Colocación tablero.



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza LI

**Gráfico 43.** Colocación de la mezcla en el molde.



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza LI

#### 4.1.7.4 Fraguado

Retirar cuidadosamente el bloque prensado con la ayuda de un coche colocar en un lugar plano evitando el contacto con agua o la exposición hacia al sol así evitar el fraguado forzoso.

**Gráfico 44.** Bloques moldeados de 40 x 20 x15



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll

**Gráfico 45.** Acarreo de bloques moldeados.



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll

#### 4.1.7.5 Curado

El curado del bloque se realizó al día siguiente de su elaboración, rociar con la ayuda de una bomba de agua, humedecer completamente por todos sus lados al bloque, el

proceso de curado se realiza tres veces al día por un lapso de una semana, para evitar el fraguado forzoso se cubrió con un plástico.

**Gráfico 46.** Curado del bloque



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll

**Gráfico 47.** Protección del bloque



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll

#### **4.1.8 Ensayo de compresión de bloques.**

Los ensayos a compresión se realizaron a los 7, 14 y 28 días de edad siguiendo el procedimiento conforme a lo establecido en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 640. Los bloques son colocados en la máquina el cual contiene una placa metálica como base y otra placa superior que se coloca sobre el bloque a realizar la compresión, la placa superior de transferencia de carga metálica debe estar apoyada sobre una esfera y debe estar firmemente unida al cabezal superior de la máquina. El bloque debe estar centrado entre las dos placas, superior e inferior estas deben estar perfectamente alineadas entre sí.

**Gráfico 48.** Medidas de bloques previas al ensayo



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza LI

**Gráfico 49.** Ensayo de compresión de bloques 15x20x40



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza LI



#### 4.1.9 Ensayo de capacidad de absorción en bloques.

La capacidad de absorción se realizó en bloques con mayor resistencia a compresión a los 28 días de edad. Para estos ensayos se tomaron tres muestras para cada porcentaje, es decir desde el bloque normal, bloque con el 5%, 10% de poliestireno del mismo modo para bloques con tusa de maíz con el 5%.

Se precedió a sumergir a los bloques durante 24 horas en el cuarto de curado, la temperatura debe estar entre los 16°C y 26°C, transcurrido las 24 horas se debe tomar la masa sumergida ( $M_i$ ) en el cual el bloque debe estar suspendida de un alambre, se debe esperar unos segundos hasta que la balanza se estabilice y marque su valor real, una vez tomada el peso se procede a sacar el bloque del agua y dejar unos minutos que se escurra el agua y con pañuelo o papel absorbente eliminar el exceso de agua, se procede a tomar la masa saturada ( $M_s$ ) del bloque, por último se colocó el bloque en el horno para su secado a una temperatura entre 100°C y 115°C durante no menos de 24 horas se procede a tomar su masa seca ( $M_d$ ) en la balanza, se aplicaran las siguientes ecuaciones.

$$\%Absorción = \frac{M_s - M_d}{M_d} [11]$$

**En donde:**

$M_s$ =masa saturada

$M_i$ = Masa sumergida

$M_d$ =masa seca en el horno

**Gráfico 50.** Bloques sumergidos en agua por 24 horas



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll

**Gráfico 51.** Masa sumergida del bloque *Mi*



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll

**Gráfico 52.** Masa de bloque seca en horno



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll.

## 4.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

### 4.2.1 Análisis las densidades de bloques a diferentes porcentajes.

#### 4.2.1.1 Densidades de bloques elaborados con poliestireno expandido.

**Tabla 42.** Densidad de bloques con Poliestireno expandido a los 7 días de edad.

 <div style="text-align: center;">                     UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO                      FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA                      CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL                 </div> 											
REALIZADO POR		Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta						FECHA		03/06/2017	
BLOQUE TIPO		Bloque 15x 20 x40									
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO											
<b>DENSIDAD DE BLOQUES CON POLIESTIRENO 7 DÍAS DE EDAD</b>											
% Sustitución	Muestra #	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Peso kg	Volumen bruto			Volumen Perforaciones m <sup>3</sup>	Volumen Total m <sup>3</sup>	Densidad bloque kg/m <sup>3</sup>	Densidad promedio kg/m <sup>3</sup>
					Largo cm	Alto cm	Ancho cm				
0% Bloque NORMAL	1	25/05/2017	01/06/2017	9,52	40	20	15	0,00561	0,00639	1489,83	1462,9
	2			9,67	40	20	15	0,00561	0,00639	1513,30	
	3			8,95	40	20	15	0,00561	0,00639	1400,63	
	4			9,35	40	20	15	0,00561	0,00639	1463,22	
	5			9,25	40	20	15	0,00561	0,00639	1447,57	
5% Poliestireno	1	25/05/2017	01/06/2017	9,15	40	20	15	0,00561	0,00639	1431,92	1410,0
	2			9,30	40	20	15	0,00561	0,00639	1455,40	
	3			9,10	40	20	15	0,00561	0,00639	1424,10	
	4			8,20	40	20	15	0,00561	0,00639	1283,26	
	5			9,30	40	20	15	0,00561	0,00639	1455,40	

Continúa →




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



REALIZADO POR	Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta			FECHA	03/06/2017						
BLOQUE TIPO	Bloque 15x 20 x40										
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO											
<b>DENSIDAD DE BLOQUES CON POLIESTIRENO 7 DÍAS DE EDAD</b>											
% Sustitución	Muestra #	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Peso kg	Volumen bruto			Volumen Perforaciones m <sup>3</sup>	Volumen Total m <sup>3</sup>	Densidad bloque kg/m <sup>3</sup>	Densidad promedio kg/m <sup>3</sup>
					Largo cm	Alto cm	Ancho cm				
10% Poliestireno	1	25/05/2017	01/06/2017	8,50	40	20	15	0,00561	0,00639	1330,20	1352,1
	2			8,60	40	20	15	0,00561	0,00639	1345,85	
	3			9,00	40	20	15	0,00561	0,00639	1408,45	
	4			8,30	40	20	15	0,00561	0,00639	1298,90	
	5			8,80	40	20	15	0,00561	0,00639	1377,15	
15% Poliestireno	1	25/05/2017	01/06/2017	8,00	40	20	15	0,00561	0,00639	1251,96	1345,9
	2			8,70	40	20	15	0,00561	0,00639	1361,50	
	3			9,20	40	20	15	0,00561	0,00639	1439,75	
	4			8,20	40	20	15	0,00561	0,00639	1283,26	
	5			8,90	40	20	15	0,00561	0,00639	1392,80	
25% Poliestireno	1	25/05/2017	01/06/2017	8,70	40	20	15	0,00561	0,00639	1361,50	1323,9
	2			8,50	40	20	15	0,00561	0,00639	1330,20	
	3			8,00	40	20	15	0,00561	0,00639	1251,96	
	4			8,20	40	20	15	0,00561	0,00639	1283,26	
	5			8,90	40	20	15	0,00561	0,00639	1392,80	
50% Poliestireno	1	25/05/2017	01/06/2017	8,30	40	20	15	0,00561	0,00639	1298,90	1270,7
	2			8,00	40	20	15	0,00561	0,00639	1251,96	
	3			8,50	40	20	15	0,00561	0,00639	1330,20	
	4			7,50	40	20	15	0,00561	0,00639	1173,71	
	5			8,30	40	20	15	0,00561	0,00639	1298,90	

Fuente: Verónica A. Chicaiza LI

**Tabla 43.** Densidad de bloques con Poliestireno expandido a los 14 días de edad.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 												
REALIZADO POR		Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta						FECHA		09/06/2017		
BLOQUE TIPO		Bloque 15x 20 x40										
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO												
<b>DENSIDAD DE BLOQUES CON POLIESTIRENO 14 DÍAS DE EDAD</b>												
% Sustitución	Muestra #	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Peso kg	Volumen bruto			Volumen Perforaciones m <sup>3</sup>	Volumen Total m <sup>3</sup>	Densidad bloque kg/m <sup>3</sup>	Densidad promedio kg/m <sup>3</sup>	
					Largo cm	Alto cm	Ancho cm					
0% Bloque NORMAL	1	25/05/2017	08/06/2017	8,92	40	20	15	0,00561	0,00639	1395,93	1394,7	
	2			8,89	40	20	15	0,00561	0,00639	1391,24		
	3			8,70	40	20	15	0,00561	0,00639	1361,50		
	4			8,90	40	20	15	0,00561	0,00639	1392,80		
	5			9,15	40	20	15	0,00561	0,00639	1431,92		
5% Poliestireno	1	25/05/2017	08/06/2017	7,68	40	20	15	0,00561	0,00639	1201,88	1279,2	
	2			8,72	40	20	15	0,00561	0,00639	1364,63		
	3			8,40	40	20	15	0,00561	0,00639	1314,55		
	4			7,55	40	20	15	0,00561	0,00639	1181,53		
	5			8,52	40	20	15	0,00561	0,00639	1333,33		
10% Poliestireno	1	25/05/2017	08/06/2017	7,52	40	20	15	0,00561	0,00639	1176,84	1252,3	
	2			8,08	40	20	15	0,00561	0,00639	1264,48		
	3			8,71	40	20	15	0,00561	0,00639	1363,07		
	4			8,40	40	20	15	0,00561	0,00639	1314,55		
	5			7,30	40	20	15	0,00561	0,00639	1142,41		

Continúa →




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



REALIZADO POR	Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta						FECHA	09/06/2017			
BLOQUE TIPO	Bloque 15x 20 x40										
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO											
<b>DENSIDAD DE BLOQUES CON POLIESTIRENO 14 DÍAS DE EDAD</b>											
% Sustitución	Muestra #	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Peso kg	Volumen bruto			Volumen Perforaciones m³	Volumen Total m³	Densidad bloque kg/m³	Densidad promedio kg/m³
					Largo cm	Alto cm	Ancho cm				
15% Poliestireno	1	25/05/2017	08/06/2017	7,22	40	20	15	0,00561	0,00639	1129,89	1228,2
	2			7,45	40	20	15	0,00561	0,00639	1165,88	
	3			8,15	40	20	15	0,00561	0,00639	1275,43	
	4			7,90	40	20	15	0,00561	0,00639	1236,31	
	5			8,52	40	20	15	0,00561	0,00639	1333,33	
25% Poliestireno	1	25/05/2017	08/06/2017	8,30	40	20	15	0,00561	0,00639	1298,90	1190,9
	2			7,80	40	20	15	0,00561	0,00639	1220,66	
	3			7,35	40	20	15	0,00561	0,00639	1150,23	
	4			7,45	40	20	15	0,00561	0,00639	1165,88	
	5			7,15	40	20	15	0,00561	0,00639	1118,94	
50% Poliestireno	1	25/05/2017	08/06/2017	6,25	40	20	15	0,00561	0,00639	978,09	1004,4
	2			6,35	40	20	15	0,00561	0,00639	993,74	
	3			7,10	40	20	15	0,00561	0,00639	1111,11	
	4			6,27	40	20	15	0,00561	0,00639	981,22	
	5			6,12	40	20	15	0,00561	0,00639	957,75	

**Fuente:** Verónica A. Chicaiza LI

**Tabla 44.** Densidad de bloques con Poliestireno expandido a los 28 días de edad.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
REALIZADO POR	Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta					FECHA	24/06/2017				
BLOQUE TIPO	Bloque 15x 20 x40										
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO											
<b>DENSIDAD DE BLOQUES CON POLIESTIRENO 28 DÍAS DE EDAD</b>											
% Sustitución	Muestra #	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Peso kg	Volumen bruto			Volumen Perforaciones m <sup>3</sup>	Volumen Total m <sup>3</sup>	Densidad bloque kg/m <sup>3</sup>	Densidad promedio kg/m <sup>3</sup>
					Largo cm	Alto cm	Ancho cm				
0% Bloque NORMAL	1	25/05/2017	22/06/2017	8,67	40	20	15	0,00561	0,00639	1356,81	1340,5
	2			8,48	40	20	15	0,00561	0,00639	1327,07	
	3			8,68	40	20	15	0,00561	0,00639	1358,37	
	4			8,60	40	20	15	0,00561	0,00639	1345,85	
	5			8,40	40	20	15	0,00561	0,00639	1314,55	
5% Poliestireno	1	25/05/2017	22/06/2017	8,17	40	20	15	0,00561	0,00639	1277,78	1261,2
	2			8,09	40	20	15	0,00561	0,00639	1265,26	
	3			7,82	40	20	15	0,00561	0,00639	1223,00	
	4			8,07	40	20	15	0,00561	0,00639	1262,13	
	5			8,17	40	20	15	0,00561	0,00639	1277,78	
10% Poliestireno	1	25/05/2017	22/06/2017	8,07	40	20	15	0,00561	0,00639	1262,13	1237,7
	2			7,82	40	20	15	0,00561	0,00639	1223,00	
	3			7,47	40	20	15	0,00561	0,00639	1168,23	
	4			8,42	40	20	15	0,00561	0,00639	1316,90	
	5			7,79	40	20	15	0,00561	0,00639	1218,31	

Continúa →



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



REALIZADO POR	Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta	FECHA	24/06/2017
BLOQUE TIPO	Bloque 15x 20 x40		

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO

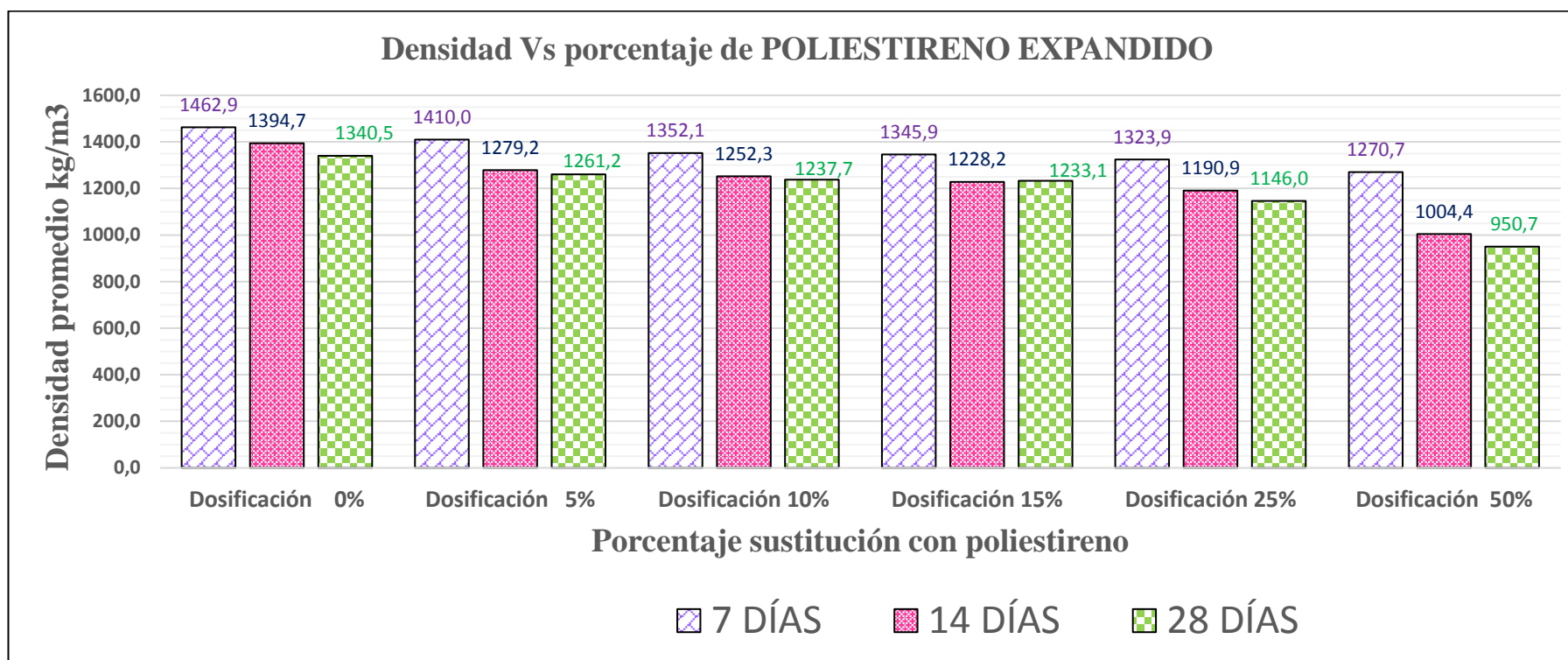
**DENSIDAD DE BLOQUES CON POLIESTIRENO 28 DÍAS DE EDAD**

% Sustitución	Muestra #	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Peso kg	Volumen bruto			Volumen Perforaciones m <sup>3</sup>	Volumen Total m <sup>3</sup>	Densidad bloque kg/m <sup>3</sup>	Densidad promedio kg/m <sup>3</sup>
					Largo cm	Alto cm	Ancho cm				
15% Poliestireno	1	25/05/2017	22/06/2017	7,55	40	20	15	0,00561	0,00639	1180,75	1233,1
	2			8,32	40	20	15	0,00561	0,00639	1301,25	
	3			7,89	40	20	15	0,00561	0,00639	1233,96	
	4			7,57	40	20	15	0,00561	0,00639	1183,88	
	5			8,09	40	20	15	0,00561	0,00639	1265,88	
25% Poliestireno	1	25/05/2017	22/06/2017	7,25	40	20	15	0,00561	0,00639	1133,80	1146,0
	2			7,12	40	20	15	0,00561	0,00639	1113,46	
	3			8,22	40	20	15	0,00561	0,00639	1285,60	
	4			7,23	40	20	15	0,00561	0,00639	1130,67	
	5			6,82	40	20	15	0,00561	0,00639	1066,51	
50% Poliestireno	1	25/05/2017	22/06/2017	5,82	40	20	15	0,00561	0,00639	910,02	950,7
	2			6,11	40	20	15	0,00561	0,00639	956,18	
	3			6,77	40	20	15	0,00561	0,00639	1058,69	
	4			6,54	40	20	15	0,00561	0,00639	1022,69	
	5			5,15	40	20	15	0,00561	0,00639	805,95	

Fuente: Verónica A. Chicaiza LI



**Gráfico 53.** Comparación de densidades de bloques con diferentes porcentajes de poliestireno a los 7, 14 y 28 días de edad




**Fuente:** Verónica A. Chicaiza LI

**Interpretación:**

Mediante el gráfico de las densidades se puede verificar que, a mayor porcentaje de poliestireno añadido a la mezcla para bloques, la densidad disminuye. Los boques sin ninguna adición de poliestireno tienen una densidad de 1462,9 kg/m<sup>3</sup> a los 7 días, a los 14 días la densidad es de 1394,7 kg/m<sup>3</sup> y a los 28 días nos da un valor de 1340,5 kg/m<sup>3</sup> lo cual lo define como un bloque tipo liviano ya que es menor a 1680 kg/m<sup>3</sup> según la clasificación de bloques por densidad, a sí mismo la menor densidad se da al 50% de sustitución parcial del agregado grueso teniendo como resultado de 1270,7 kg/m<sup>3</sup> en los 7 días, a los 14 días se obtiene una densidad de 1004,4 kg/m<sup>3</sup> y 950,7 kg/m<sup>3</sup> a los 28 días.

#### 4.2.1.2 Densidades de bloques elaborados con poliestireno tusa de maíz.

**Tabla 45.** Densidad de bloques con Tusa de maíz a los 7 días de edad.

REALIZADO POR		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						FECHA		03/06/2017	
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
BLOQUE TIPO		CARRERA DE INGENIERIA CIVIL						 			
		Bloque 15x 20 x40									
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO											
<b>DENSIDAD DE BLOQUES CON TUSA DE MAÍZ 7 DÍAS DE EDAD</b>											
% Sustitución	Muestra #	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Peso kg	Volumen bruto			Volumen Perforaciones m³	Volumen Total m³	Densidad bloque kg/m³	Densidad promedio kg/m³
					Largo cm	Alto cm	Ancho cm				
0% Bloque NORMAL	1	25/05/2017	31/05/2017	9,52	40	20	15	0,00561	0,00639	1489,83	1462,9
	2			9,67	40	20	15	0,00561	0,00639	1513,30	
	3			8,95	40	20	15	0,00561	0,00639	1400,63	
	4			9,35	40	20	15	0,00561	0,00639	1463,22	
	5			9,25	40	20	15	0,00561	0,00639	1447,57	
5% Tusa de maíz	1	26/05/2017	31/05/2017	8,75	40	20	15	0,00561	0,00639	1369,33	1423,2
	2			9,40	40	20	15	0,00561	0,00639	1471,05	
	3			9,30	40	20	15	0,00561	0,00639	1455,40	
	4			9,20	40	20	15	0,00561	0,00639	1439,75	
	5			8,82	40	20	15	0,00561	0,00639	1380,28	
10% Tusa de maíz	1	26/05/2017	01/06/2017	9,20	40	20	15	0,00561	0,00639	1439,75	1394,4
	2			8,80	40	20	15	0,00561	0,00639	1377,15	
	3			9,10	40	20	15	0,00561	0,00639	1424,10	
	4			8,95	40	20	15	0,00561	0,00639	1400,63	
	5			8,50	40	20	15	0,00561	0,00639	1330,20	

Continúa →



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



REALIZADO POR	Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta	FECHA	03/06/2017
---------------	--------------------------------------	-------	------------

BLOQUE TIPO	Bloque 15x 20 x40		
-------------	-------------------	--	--



ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO

**DENSIDAD DE BLOQUES CON TUSA DE MAÍZ 7 DÍAS DE EDAD**

% Sustitución	Muestra #	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Peso kg	Volumen bruto			Volumen Perforaciones m <sup>3</sup>	Volumen Total m <sup>3</sup>	Densidad bloque kg/m <sup>3</sup>	Densidad promedio kg/m <sup>3</sup>
					Largo cm	Alto cm	Ancho cm				
15% Tusa de maíz	1	26/05/2017	02/06/2017	8,50	40	20	15	0,00561	0,00639	1330,20	1365,3
	2			9,00	40	20	15	0,00561	0,00639	1408,45	
	3			8,40	40	20	15	0,00561	0,00639	1314,55	
	4			9,12	40	20	15	0,00561	0,00639	1427,23	
	5			8,60	40	20	15	0,00561	0,00639	1345,85	
25% Tusa de maíz	1	26/05/2017	02/06/2017	8,30	40	20	15	0,00561	0,00639	1298,90	1320,8
	2			8,10	40	20	15	0,00561	0,00639	1267,61	
	3			8,20	40	20	15	0,00561	0,00639	1283,26	
	4			9,10	40	20	15	0,00561	0,00639	1424,10	
	5			8,50	40	20	15	0,00561	0,00639	1330,20	
50% Tusa de maíz	1	26/05/2017	02/06/2017	7,50	40	20	15	0,00561	0,00639	1173,71	1220,7
	2			8,20	40	20	15	0,00561	0,00639	1283,26	
	3			7,80	40	20	15	0,00561	0,00639	1220,66	
	4			8,10	40	20	15	0,00561	0,00639	1267,61	
	5			7,40	40	20	15	0,00561	0,00639	1158,06	

**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll

**Tabla 46.** Densidad de bloques con Tusa de maíz a los 14 días de edad.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 											
REALIZADO POR		Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta						FECHA		09/06/2017	
BLOQUE TIPO		Bloque 15x 20 x40									
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO											
<b>DENSIDAD DE BLOQUES CON TUSA DE MAÍZ 14 DÍAS DE EDAD</b>											
% Sustitución	Muestra #	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Peso kg	Volumen bruto			Volumen Perforaciones m <sup>3</sup>	Volumen Total m <sup>3</sup>	Densidad bloque kg/m <sup>3</sup>	Densidad promedio kg/m <sup>3</sup>
					Largo cm	Alto cm	Ancho cm				
0% Bloque NORMAL	1	25/05/2017	08/06/2017	8,92	40	20	15	0,00561	0,00639	1395,93	1394,7
	2			8,89	40	20	15	0,00561	0,00639	1391,24	
	3			8,70	40	20	15	0,00561	0,00639	1361,50	
	4			8,90	40	20	15	0,00561	0,00639	1392,80	
	5			9,15	40	20	15	0,00561	0,00639	1431,92	
5% Tusa de maíz	1	26/05/2017	09/06/2017	8,50	40	20	15	0,00561	0,00639	1330,20	1302,0
	2			8,30	40	20	15	0,00561	0,00639	1298,90	
	3			8,15	40	20	15	0,00561	0,00639	1275,43	
	4			8,40	40	20	15	0,00561	0,00639	1314,55	
	5			8,25	40	20	15	0,00561	0,00639	1291,08	
10% Tusa de maíz	1	26/05/2017	09/06/2017	8,40	40	20	15	0,00561	0,00639	1314,55	1271,4
	2			8,15	40	20	15	0,00561	0,00639	1275,43	
	3			7,80	40	20	15	0,00561	0,00639	1220,66	
	4			8,15	40	20	15	0,00561	0,00639	1275,43	
	5			8,12	40	20	15	0,00561	0,00639	1270,74	

Continúa →





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



REALIZADO POR	Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta				FECHA	09/06/2017					
BLOQUE TIPO	Bloque 15x 20 x40										
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO											
<b>DENSIDAD DE BLOQUES CON TUSA DE MAÍZ 14 DÍAS DE EDAD</b>											
15% Tusa de maíz	1	26/05/2017	09/06/2017	8,30	40	20	15	0,00561	0,00639	1298,90	1289,5
	2			7,30	40	20	15	0,00561	0,00639	1142,41	
	3			8,70	40	20	15	0,00561	0,00639	1361,50	
	4			8,50	40	20	15	0,00561	0,00639	1330,20	
	5			8,40	40	20	15	0,00561	0,00639	1314,55	
25% Tusa de maíz	1	26/05/2017	09/06/2017	7,80	40	20	15	0,00561	0,00639	1220,66	1300,2
	2			8,19	40	20	15	0,00561	0,00639	1281,69	
	3			8,30	40	20	15	0,00561	0,00639	1298,90	
	4			8,70	40	20	15	0,00561	0,00639	1361,50	
	5			8,55	40	20	15	0,00561	0,00639	1338,03	
50% Tusa de maíz	1	26/05/2017	09/06/2017	6,52	40	20	15	0,00561	0,00639	1020,34	1102,0
	2			7,12	40	20	15	0,00561	0,00639	1114,24	
	3			7,20	40	20	15	0,00561	0,00639	1126,76	
	4			6,52	40	20	15	0,00561	0,00639	1020,34	
	5			7,85	40	20	15	0,00561	0,00639	1228,48	

**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll

**Tabla 47.** Densidad de bloques con Tusa de maíz a los 28 días de edad.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 											
REALIZADO POR		Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta						FECHA		24/06/2017	
BLOQUE TIPO		Bloque 15x 20 x40									
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO											
<b>DENSIDAD DE BLOQUES CON TUSA DE MAÍZ 28 DÍAS DE EDAD</b>											
% Sustitución	Muestra #	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Peso kg	Volumen bruto			Volumen Perforaciones m <sup>3</sup>	Volumen Total m <sup>3</sup>	Densidad bloque kg/m <sup>3</sup>	Densidad promedio kg/m <sup>3</sup>
					Largo cm	Alto cm	Ancho cm				
0% Bloque NORMAL	1	25/05/2017	23/06/2017	8,67	40	20	15	0,00561	0,00639	1356,81	1340,5
	2			8,48	40	20	15	0,00561	0,00639	1327,07	
	3			8,68	40	20	15	0,00561	0,00639	1358,37	
	4			8,60	40	20	15	0,00561	0,00639	1345,85	
	5			8,40	40	20	15	0,00561	0,00639	1314,55	
5% Tusa de maíz	1	26/05/2017	23/06/2017	8,20	40	20	15	0,00561	0,00639	1283,26	1266,7
	2			8,12	40	20	15	0,00561	0,00639	1270,74	
	3			7,85	40	20	15	0,00561	0,00639	1228,48	
	4			8,10	40	20	15	0,00561	0,00639	1267,61	
	5			8,20	40	20	15	0,00561	0,00639	1283,26	
10% Tusa de maíz	1	26/05/2017	23/06/2017	8,10	40	20	15	0,00561	0,00639	1267,61	1274,5
	2			7,85	40	20	15	0,00561	0,00639	1228,48	
	3			8,50	40	20	15	0,00561	0,00639	1330,20	
	4			8,45	40	20	15	0,00561	0,00639	1322,38	
	5			7,82	40	20	15	0,00561	0,00639	1223,79	

Continúa →



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



<b>REALIZADO POR</b>	Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta	<b>FECHA</b>	24/06/2017
----------------------	--------------------------------------	--------------	------------

<b>BLOQUE TIPO</b>	Bloque 15x 20 x40
--------------------	-------------------

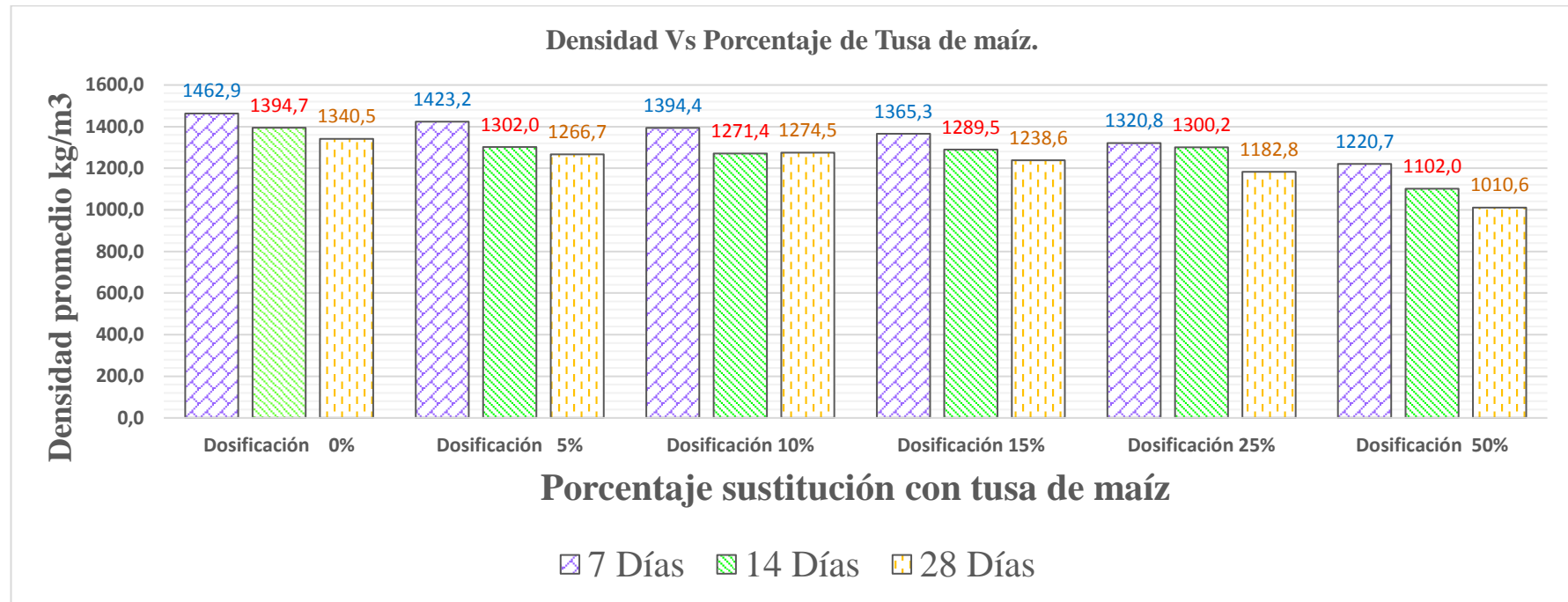
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO

***DENSIDAD DE BLOQUES CON TUSA DE MAÍZ 28 DÍAS DE EDAD***

% Sustitución	Muestra #	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Peso kg	Volumen bruto			Volumen Perforaciones m³	Volumen Total m³	Densidad bloque kg/m³	Densidad promedio kg/m³
					Largo cm	Alto cm	Ancho cm				
15% Tusa de maíz	1	26/05/2017	23/06/2017	7,58	40	20	15	0,00561	0,00639	1186,23	1238,6
	2			8,35	40	20	15	0,00561	0,00639	1306,73	
	3			7,92	40	20	15	0,00561	0,00639	1239,44	
	4			7,60	40	20	15	0,00561	0,00639	1189,36	
	5			8,12	40	20	15	0,00561	0,00639	1271,36	
25% Tusa de maíz	1	26/05/2017	23/06/2017	7,28	40	20	15	0,00561	0,00639	1139,28	1182,8
	2			7,15	40	20	15	0,00561	0,00639	1118,94	
	3			8,25	40	20	15	0,00561	0,00639	1291,08	
	4			8,26	40	20	15	0,00561	0,00639	1292,64	
	5			6,85	40	20	15	0,00561	0,00639	1071,99	
50% Tusa de maíz	1	26/05/2017	23/06/2017	5,85	40	20	15	0,00561	0,00639	915,49	1010,6
	2			6,15	40	20	15	0,00561	0,00639	962,44	
	3			6,80	40	20	15	0,00561	0,00639	1064,16	
	4			6,57	40	20	15	0,00561	0,00639	1028,17	
	5			6,92	40	20	15	0,00561	0,00639	1082,94	

**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll

**Gráfico 54.** Comparación de densidades de bloques con diferentes porcentajes de tusa de maíz a los 7, 14 y 28 días de edad



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza LI

**Interpretación:**

El gráfico nos muestra la disminución de las densidades conforme se sustituye en porcentajes al agregado grueso, la densidad en el bloque normal a los 28 días de edad resulta con un valor de 1340,5 kg/m<sup>3</sup>, el bloque con de tusa al 5% resulta de 1266,7 kg/m<sup>3</sup> y el bloque al 10% en este caso resulta un poco mayor con 1274,5 kg/m<sup>3</sup>, todo depende de las condiciones de almacenamiento del bloque pese a estar en un lugar cubierto este tuvo mayor contenido de humedad por ende su peso aumenta, con la dosificación al 15% se obtiene 1238,6 kg/m<sup>3</sup> y con el 25% un valor de 1182,8 kg/m<sup>3</sup> siendo el valor más bajo al 50 % con 1010,6 kg/m<sup>3</sup> todos estos bloques se clasifican como bloque Tipo liviano



## 4.2.2 Resultados de ensayos de resistencia a compresión.

### 4.2.2.1 Ensayo a compresión de bloques elaborados con poliestireno expandido.

**Tabla 48.** Resistencia a compresión bloques con poliestireno expandido a los 7 días edad.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 											
REALIZADO POR		Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta					FECHA		05/06/2017		
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO											
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES CON POLIESTIRENO A LOS 7 DÍAS DE EDAD</b>											
% Sustitución	Muestra #	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Peso kg	Largo cm	Ancho cm	Área cm <sup>2</sup>	Carga máxima kN	Carga máxima kg	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia promedio kg/cm <sup>2</sup>
0% Bloque NORMAL	1	25/05/2017	01/06/2017	9,52	40	15	600	116,98	11936,73	19,9	19,94
	2			9,67	40	15	600	106,14	10830,61	18,1	
	3			8,95	40	15	600	119,04	12146,53	20,2	
	4			9,35	40	15	600	114,22	11654,80	19,4	
	5			9,25	40	15	600	129,76	13240,71	22,1	
5% Poliestireno	1	25/05/2017	01/06/2017	9,15	40	15	600	118,35	12076,02	20,1	19,18
	2			9,30	40	15	600	104,60	10673,47	17,8	
	3			9,10	40	15	600	111,40	11367,35	18,9	
	4			8,20	40	15	600	109,75	11198,98	18,7	
	5			9,30	40	15	600	119,94	12238,78	20,4	
10% Poliestireno	1	25/05/2017	01/06/2017	8,00	40	15	600	52,65	5372,55	9,0	14,35
	2			8,70	40	15	600	93,14	9503,88	15,8	
	3			9,20	40	15	600	90,36	9220,51	15,4	
	4			8,20	40	15	600	115,54	11790,00	19,7	
	5			8,90	40	15	600	70,24	7167,45	11,9	

Continúa →




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



REALIZADO POR	Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta						FECHA	05/06/2017			
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO											
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES CON POLIESTIRENO A LOS 7 DÍAS DE EDAD</b>											
% Sustitución	Muestra #	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Peso kg	Largo cm	Ancho cm	Área cm <sup>2</sup>	Carga máxima kN	Carga máxima kg	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia promedio kg/cm <sup>2</sup>
15% Poliestireno	1	25/05/2017	01/06/2017	8,50	40	15	600	75,54	7708,37	12,8	12,53
	2			8,60	40	15	600	72,17	7364,18	12,3	
	3			9,00	40	15	600	68,07	6946,12	11,6	
	4			8,30	40	15	600	89,76	9159,08	15,3	
	5			8,80	40	15	600	62,89	6417,35	10,7	
25% Poliestireno	1	25/05/2017	01/06/2017	8,70	40	15	600	46,76	4771,43	8,0	9,01
	2			8,50	40	15	600	56,99	5815,10	9,7	
	3			8,00	40	15	600	50,96	5200,41	8,7	
	4			8,20	40	15	600	45,82	4675,41	7,8	
	5			8,90	40	15	600	64,22	6552,76	10,9	
50% Poliestireno	1	25/05/2017	01/06/2017	8,30	40	15	600	23,86	2434,18	4,1	4,30
	2			8,00	40	15	600	26,74	2728,37	4,5	
	3			8,50	40	15	600	25,40	2591,84	4,3	
	4			7,50	40	15	600	24,76	2526,53	4,2	
	5			8,30	40	15	600	25,53	2605,51	4,3	

Fuente: Verónica A. Chicaiza LI

**Tabla 49** Resistencia a compresión bloques con poliestireno expandido a los 14 días edad.

 <div style="text-align: center;">                     UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO                      FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA                      CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL                 </div> 												
REALIZADO POR		Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta						FECHA		09/06/2017		
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO												
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES CON POLIESTIRENO A LOS 14 DÍAS DE EDAD</b>												
% Sustitución	Muestra #	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Peso kg	Largo cm	Ancho cm	Área cm <sup>2</sup>	Carga máxima kN	Carga máxima kg	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia promedio kg/cm <sup>2</sup>	
0% Bloque NORMAL	1	25/05/2017	08/06/2017	8,92	40	15	600	122,21	12469,90	20,8	20,66	
	2			8,89	40	15	600	128,78	13140,82	21,9		
	3			8,70	40	15	600	112,66	11495,41	19,2		
	4			8,90	40	15	600	114,22	11654,80	19,4		
	5			9,15	40	15	600	129,40	13204,08	22,0		
5% Poliestireno	1	25/05/2017	08/06/2017	7,68	40	15	600	138,19	14101,33	23,5	20,68	
	2			8,72	40	15	600	110,00	11224,49	18,7		
	3			8,40	40	15	600	128,31	13093,16	21,8		
	4			7,55	40	15	600	121,57	12404,69	20,7		
	5			8,52	40	15	600	109,94	11218,37	18,7		
10% Poliestireno	1	25/05/2017	08/06/2017	7,52	40	15	600	89,76	9159,08	15,3	15,09	
	2			8,08	40	15	600	80,36	8200,10	13,7		
	3			8,71	40	15	600	90,64	9248,98	15,4		
	4			8,40	40	15	600	97,71	9970,51	16,6		
	5			7,30	40	15	600	85,30	8704,18	14,5		

Continúa →



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



REALIZADO POR	Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta	FECHA	09/06/2017
---------------	--------------------------------------	-------	------------



ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO

***RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES CON POLIESTIRENO A LOS 14 DÍAS DE EDAD***

% Sustitución	Muestra #	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Peso kg	Largo cm	Ancho cm	Área cm <sup>2</sup>	Carga máxima kN	Carga máxima kg	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia promedio kg/cm <sup>2</sup>
15% Poliestireno	2	25/05/2017	08/06/2017	7,45	40	15	600	93,74	9564,80	15,9	13,47
	3			8,15	40	15	600	60,36	6159,29	10,3	
	4			7,90	40	15	600	85,66	8741,12	14,6	
	5			8,52	40	15	600	74,82	7634,59	12,7	
25% Poliestireno	1	25/05/2017	08/06/2017	8,30	40	15	600	48,68	4966,84	8,3	9,32
	2			7,80	40	15	600	47,46	4842,76	8,1	
	3			7,35	40	15	600	51,81	5286,43	8,8	
	4			7,45	40	15	600	58,92	6011,84	10,0	
	5			7,15	40	15	600	67,11	6847,76	11,4	
50% Poliestireno	1	25/05/2017	08/06/2017	6,25	40	15	600	28,43	2901,43	4,8	4,83
	2			6,35	40	15	600	33,61	3430,00	5,7	
	3			7,10	40	15	600	23,33	2380,61	4,0	
	4			6,27	40	15	600	31,57	3221,02	5,4	
	5			6,12	40	15	600	25,00	2551,02	4,3	

**Fuente:** Verónica A. Chicaiza LI

**Tabla 50.** Resistencia a compresión bloques con poliestireno expandido a los 28 días edad.

 <div style="text-align: center;">                     UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO                      FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA                      CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL                 </div> 											
REALIZADO POR		Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta					FECHA		24/06/2017		
NORMA		NTE INEN -640, NTE INEN 3066					Resistencia a compresión requerida		25,5 kg/cm <sup>2</sup>		
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO											
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES CON POLIESTIRENO A LOS 14 DÍAS DE EDAD</b>											
% Sustitución	Muestra #	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Peso kg	Largo cm	Ancho cm	Área de carga cm <sup>2</sup>	Carga máxima kN	Carga máxima kg	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia promedio kg/cm <sup>2</sup>
0% Bloque NORMAL	1	25/05/2017	22/06/2017	8,67	40	15	600	157,44	16065,61	26,8	26,57
	2			8,48	40	15	600	144,67	14761,94	24,6	
	3			8,68	40	15	600	153,66	15679,39	26,1	
	4			8,60	40	15	600	168,05	17147,96	28,6	
	5			8,40	40	15	600	157,35	16055,61	26,8	
5% Poliestireno	1	25/05/2017	22/06/2017	8,17	40	15	600	152,74	15585,71	26,0	24,22
	2			8,09	40	15	600	123,51	12603,27	21,0	
	3			7,82	40	15	600	147,44	15044,59	25,1	
	4			8,07	40	15	600	164,88	16824,08	28,0	
	5			8,17	40	15	600	123,45	12596,43	21,0	
10% Poliestireno	1	25/05/2017	22/06/2017	8,07	40	15	600	106,95	10913,57	18,2	18,23
	2			7,82	40	15	600	108,51	11072,35	18,5	
	3			7,47	40	15	600	113,67	11599,08	19,3	
	4			8,42	40	15	600	102,05	10413,47	17,4	
	5			7,79	40	15	600	104,77	10690,31	17,8	

Continúa →



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



REALIZADO POR	Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta	FECHA	24/06/2017
NORMA	NTE INEN -640, NTE INEN 3066	Resistencia a compresión requerida	25,5 kg/cm <sup>2</sup>

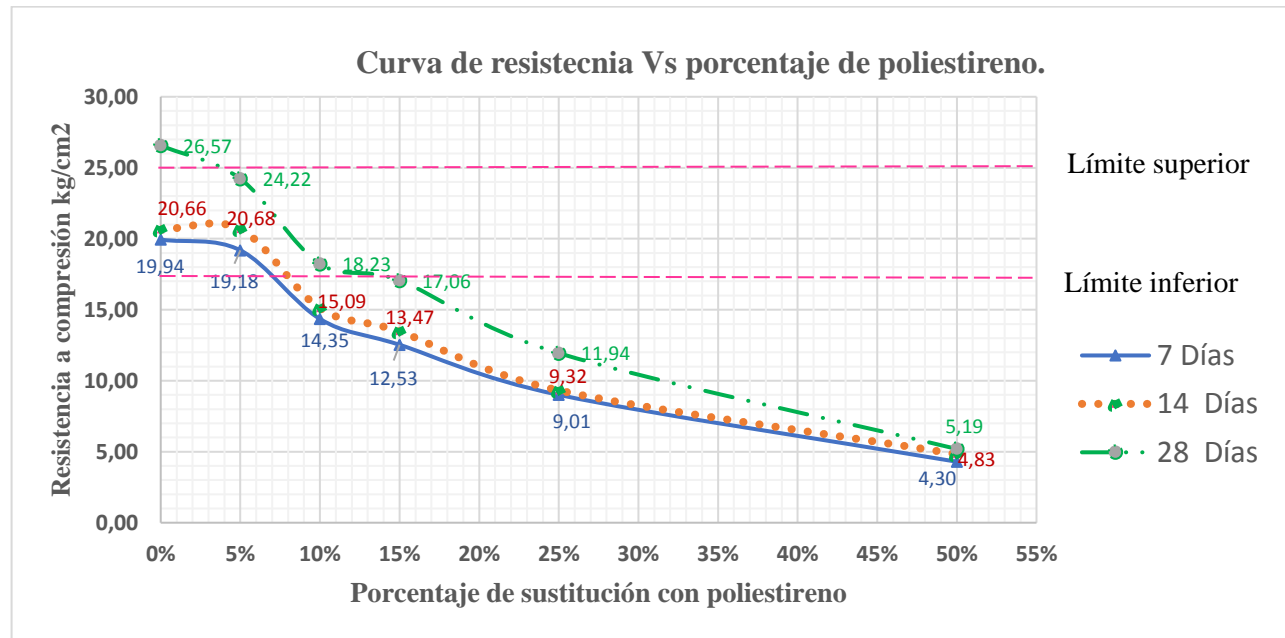
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES CON POLIESTIRENO A LOS 14 DÍAS DE EDAD**

% Sustitución	Muestra #	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Peso kg	Largo cm	Ancho cm	Área de carga cm <sup>2</sup>	Carga máxima kN	Carga máxima kg	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia promedio kg/cm <sup>2</sup>
15% Poliestireno	1	25/05/2017	22/06/2017	7,55	40	15	600	99,42	10144,69	16,9	17,06
	2			8,32	40	15	600	102,35	10444,23	17,4	
	3			7,89	40	15	600	104,34	10646,94	17,7	
	4			7,57	40	15	600	98,77	10078,27	16,8	
	5			8,09	40	15	600	96,70	9867,35	16,4	
25% Poliestireno	1	25/05/2017	22/06/2017	7,25	40	15	600	70,42	7185,51	12,0	11,94
	2			7,12	40	15	600	61,31	6256,12	10,4	
	3			8,22	40	15	600	87,57	8935,41	14,9	
	4			7,23	40	15	600	76,35	7790,31	13,0	
	5			6,82	40	15	600	55,46	5658,78	9,4	
50% Poliestireno	1	25/05/2017	22/06/2017	5,82	40	15	600	29,24	2984,08	5,0	5,19
	2			6,11	40	15	600	35,43	3615,61	6,0	
	3			6,77	40	15	600	25,54	2606,12	4,3	
	4			6,54	40	15	600	28,27	2884,69	4,8	
	5			5,15	40	15	600	34,18	3487,76	5,8	

**Fuente:** Verónica A. Chicaiza LI

**Gráfico 55.** Curva de resistencia a compresión Vs Porcentaje de poliestireno a los 7;14;28 días de edad

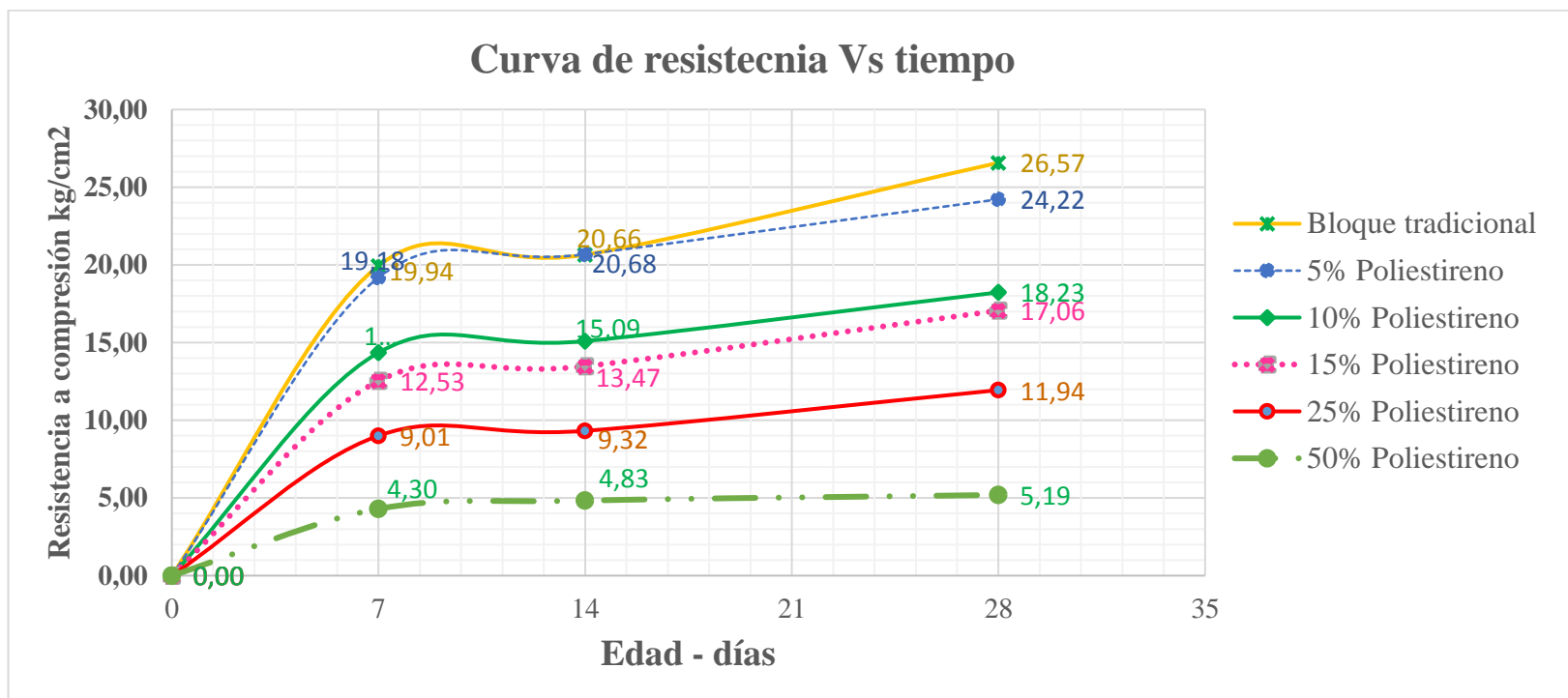


Fuente: Verónica A. Chicaiza LI

### Interpretación:

Para poder determinar los porcentajes óptimos para la elaboración de bloques se ha establecido dos límites, el superior que es el límite de diseño requerido 25,5 kg/cm<sup>2</sup> de la NTE INEN 638 y el límite inferior para este trabajo se han establecido conforme a la norma INEN 3066 es 17,34 kg/cm<sup>2</sup> para bloques Tipo C (Alivianamiento en losas). El gráfico de resistencia a compresión nos indica que la tendencia es de disminución, conforme se aumenta el porcentaje la resistencia baja, cabe recalcar que es en sustitución parcial del agregado grueso. Teniendo mayor resistencia a los 28 días de edad en bloques tradicionales un valor de 26,57 kg/cm<sup>2</sup>, al 5% se obtiene una resistencia de 24,22 kg/cm<sup>2</sup>, con el 10% una resistencia de 18,23 kg/cm<sup>2</sup> y con el 15% una resistencia de 17,06 kg/cm<sup>2</sup> siendo la menor resistencia se da al 50% con 5,19 kg/cm<sup>2</sup>

**Gráfico 56.** Curva de resistencia a compresión en bloques con poliestireno Vs Tiempo(7,14,28días)



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll



**Interpretación:**

El gráfico nos muestra el comportamiento de la resistencia a compresión con respecto a los 7, 14, 28 días de edad en el cual se puede verificar el aumento de la resistencia en cada porcentaje, el bloque tradicional a los 7 días es de 19,94 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días 20,66 kg/cm<sup>2</sup> y en 28 días de 26,57 kg/cm<sup>2</sup>



#### 4.2.2.2 Ensayo a compresión de bloques elaborados con tusa de maíz.

**Tabla 51.** Resistencia a compresión bloques con tusa de maíz a los 7 días edad.

 <div style="text-align: center;">                     UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO                      FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA                      CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL                 </div> 											
REALIZADO POR		Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta					FECHA		06/06/2017		
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO											
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES CON TUSA DE MAÍZ A LOS 7 DÍAS DE EDAD</b>											
% Sustitución	Muestra #	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Peso kg	Largo cm	Ancho cm	Área cm <sup>2</sup>	Carga máxima kN	Carga máxima kg	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia promedio kg/cm <sup>2</sup>
0% Bloque NORMAL	1	25/05/2017	01/06/2017	9,52	40	15	600	116,98	11936,73	19,895	19,94
	2			9,67	40	15	600	106,14	10830,61	18,051	
	3			8,95	40	15	600	119,04	12146,53	20,244	
	4			9,35	40	15	600	114,22	11654,80	19,425	
	5			9,25	40	15	600	129,76	13240,71	22,068	
5% Tusa de maíz	1	26/05/2017	02/06/2017	8,75	40	15	600	138,31	14113,57	23,523	20,54
	2			9,40	40	15	600	127,23	12982,55	21,638	
	3			9,30	40	15	600	45,53	4645,92	7,743	
	4			9,20	40	15	600	140,72	14359,49	23,932	
	5			8,82	40	15	600	152,05	15515,10	25,859	
10% Tusa de maíz	1	26/05/2017	02/06/2017	9,20	40	15	600	93,13	9503,37	15,839	14,03
	2			8,80	40	15	600	76,88	7844,49	13,074	
	3			9,10	40	15	600	116,31	11867,96	19,780	
	4			8,95	40	15	600	61,69	6294,59	10,491	
	5			8,50	40	15	600	64,46	6577,35	10,962	

Continúa →



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA





CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

REALIZADO POR		Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta						FECHA		06/06/2017		
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO												
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES CON TUSA DE MAÍZ A LOS 7 DÍAS DE EDAD</b>												
% Sustitución	Muestra #	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Peso kg	Largo cm	Ancho cm	Área cm <sup>2</sup>	Carga máxima kN	Carga máxima kg	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia promedio kg/cm <sup>2</sup>	
15% Tusa de maíz	1	26/05/2017	02/06/2017	8,50	40	15	600	67,47	6884,69	11,474	10,54	
	2			9,00	40	15	600	52,89	5397,14	8,995		
	3			8,40	40	15	600	73,86	7536,22	12,560		
	4			9,12	40	15	600	58,80	5999,49	9,999		
	5			8,60	40	15	600	56,87	5802,76	9,671		
25% Tusa de maíz	1	26/05/2017	02/06/2017	8,30	40	15	600	60,36	6159,29	10,265	7,97	
	2			8,10	40	15	600	33,74	3442,35	5,737		
	3			8,20	40	15	600	34,58	3528,37	5,881		
	4			9,10	40	15	600	38,55	3933,27	6,555		
	5			8,50	40	15	600	67,11	6847,76	11,413		
50% Tusa de maíz	1	26/05/2017	02/06/2017	7,50	40	15	600	17,45	1780,61	2,968	2,76	
	2			8,20	40	15	600	11,69	1192,55	1,988		
	3			7,80	40	15	600	13,14	1340,51	2,234		
	4			8,10	40	15	600	25,67	2619,08	4,365		
	5			7,40	40	15	600	13,13	1340,00	2,233		

Fuente: Verónica A. Chicaiza LI

**Tabla 52.** Resistencia a compresión bloques con tusa de maíz a los 14 días edad.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 											
REALIZADO POR		Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta					FECHA		11/06/2017		
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO											
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES CON TUSA DE MAÍZ A LOS 7 DÍAS DE EDAD</b>											
% Sustitución	Muestra #	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Peso kg	Largo cm	Ancho cm	Área cm <sup>2</sup>	Carga máxima kN	Carga máxima kg	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia promedio kg/cm <sup>2</sup>
0% Bloque NORMAL	1	25/05/2017	08/06/2017	8,92	40	15	600	122,21	12469,90	20,783	20,66
	2			8,89	40	15	600	128,78	13140,82	21,901	
	3			8,70	40	15	600	112,66	11495,41	19,159	
	4			8,90	40	15	600	114,22	11654,80	19,425	
	5			9,15	40	15	600	129,40	13204,08	22,007	
5% Tusa de maíz	1	26/05/2017	09/06/2017	8,50	40	15	600	122,29	12478,47	20,797	20,14
	2			8,30	40	15	600	130,06	13271,84	22,120	
	3			8,15	40	15	600	95,18	9712,35	16,187	
	4			8,40	40	15	600	103,70	10581,53	17,636	
	5			8,25	40	15	600	140,84	14371,73	23,953	
10% Tusa de maíz	1	26/05/2017	09/06/2017	8,40	40	15	600	64,94	6626,53	11,044	13,92
	2			8,15	40	15	600	93,01	9491,02	15,818	
	3			7,80	40	15	600	80,08	8171,43	13,619	
	4			8,15	40	15	600	85,65	8739,80	14,566	
	5			8,12	40	15	600	85,67	8741,84	14,570	

Continúa →



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



REALIZADO POR	Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta	FECHA	11/06/2017
---------------	--------------------------------------	-------	------------



ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON:  
POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL  
DEL AGREGADO GRUESO

***RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES CON TUSA DE MAÍZ A LOS 7 DÍAS DE EDAD***

% Sustitución	Muestra #	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Peso kg	Largo cm	Ancho cm	Área cm <sup>2</sup>	Carga máxima kN	Carga máxima kg	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia promedio kg/cm <sup>2</sup>
15% Tusa de maíz	1	26/05/2017	09/06/2017	8,30	40	15	600	59,39	6060,10	10,100	10,37
	2			7,30	40	15	600	55,67	5680,61	9,468	
	3			8,70	40	15	600	65,70	6704,08	11,173	
	4			8,50	40	15	600	61,35	6260,20	10,434	
	5			8,40	40	15	600	62,88	6416,10	10,694	
25% Tusa de maíz	1	26/05/2017	09/06/2017	7,80	40	15	600	46,02	4696,33	7,827	7,92
	2			8,19	40	15	600	56,15	5729,08	9,548	
	3			8,30	40	15	600	41,68	4252,55	7,088	
	4			8,70	40	15	600	43,56	4444,90	7,408	
	5			8,55	40	15	600	45,56	4648,98	7,748	
50% Tusa de maíz	1	26/05/2017	09/06/2017	6,52	40	15	600	22,66	2311,94	3,853	3,26
	2			7,12	40	15	600	27,45	2801,02	4,668	
	3			7,20	40	15	600	21,87	2231,63	3,719	
	4			6,52	40	15	600	12,78	1304,08	2,173	
	5			7,85	40	15	600	11,08	1130,61	1,884	

**Fuente:** Verónica A. Chicaiza LI

**Tabla 53.** Resistencia a compresión bloques con tusa de maíz a los 28 días edad.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 											
REALIZADO POR	Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta						FECHA	24/06/2017			
NORMA	NTE INEN -640, NTE INEN 3066						Resistencia a compresión requerida	25,5 kg/cm <sup>2</sup>			
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO											
<b>ENSAYO A COMPRESIÓN DE BLOQUES CON TUSA DE MAÍZ A LOS 28 DÍAS DE EDAD</b>											
% Sustitución	Muestra #	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Peso kg	Largo cm	Ancho cm	Área cm <sup>2</sup>	Carga máxima kN	Carga máxima kg	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia promedio kg/cm <sup>2</sup>
0% Bloque NORMAL	1	25/05/2017	23/06/2017	8,67	40	15	600	157,44	16065,61	26,776	26,57
	2			8,48	40	15	600	144,67	14761,94	24,603	
	3			8,68	40	15	600	153,66	15679,39	26,132	
	4			8,60	40	15	600	168,05	17147,96	28,580	
	5			8,40	40	15	600	157,35	16055,61	26,759	
5% Tusa de maíz	1	26/05/2017	23/06/2017	8,20	40	15	600	102,11	10419,18	17,365	20,76
	2			8,12	40	15	600	138,89	14172,65	23,621	
	3			7,85	40	15	600	132,53	13522,96	22,538	
	4			8,10	40	15	600	89,26	9108,47	15,181	
	5			8,20	40	15	600	147,59	15060,20	25,100	
10% Tusa de maíz	1	26/05/2017	23/06/2017	8,10	40	15	600	107,57	10976,43	18,294	17,27
	2			7,85	40	15	600	98,07	10006,84	16,678	
	3			8,50	40	15	600	102,10	10418,78	17,365	
	4			8,45	40	15	600	99,70	10173,47	16,956	
	5			7,82	40	15	600	100,20	10224,69	17,041	

Continúa →



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



REALIZADO POR	Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta	FECHA	24/06/2017
NORMA	NTE INEN -640, NTE INEN 3066	Resistencia a compresión requerida	25,5 kg/cm <sup>2</sup>

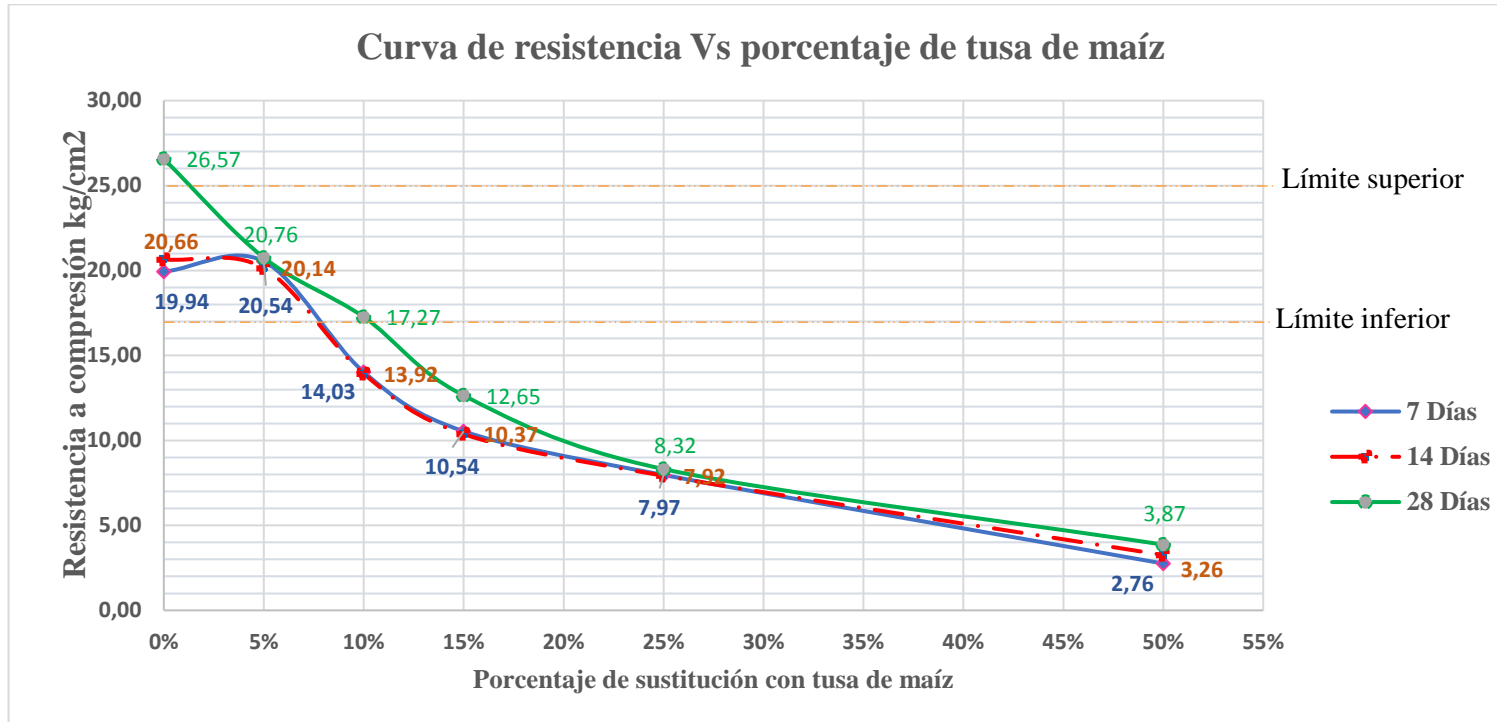
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON:  
POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL  
AGREGADO GRUESO

***ENSAYO A COMPRESIÓN DE BLOQUES CON TUSA DE MAÍZ A LOS 28 DÍAS DE EDAD***

% Sustitución	Muestra #	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Peso kg	Largo cm	Ancho cm	Área cm <sup>2</sup>	Carga máxima kN	Carga máxima kg	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia promedio kg/cm <sup>2</sup>
15% Tusa de maíz	1	26/05/2017	23/06/2017	7,58	40	15	600	79,23	8085,10	13,475	12,65
	2			8,35	40	15	600	71,56	7302,04	12,170	
	3			7,92	40	15	600	76,13	7768,57	12,948	
	4			7,60	40	15	600	69,46	7087,35	11,812	
	5			8,12	40	15	600	75,46	7699,62	12,833	
25% Tusa de maíz	1	26/05/2017	23/06/2017	7,28	40	15	600	49,13	5012,86	8,355	8,32
	2			7,15	40	15	600	51,24	5228,47	8,714	
	3			8,25	40	15	600	43,61	4449,59	7,416	
	4			8,26	40	15	600	48,78	4977,55	8,296	
	5			6,85	40	15	600	51,77	5282,14	8,804	
50% Tusa de maíz	1	26/05/2017	23/06/2017	5,85	40	15	600	26,65	2719,69	4,533	3,87
	2			6,15	40	15	600	25,27	2578,57	4,298	
	3			6,80	40	15	600	23,82	2430,31	4,051	
	4			6,57	40	15	600	14,44	1472,96	2,455	
	5			6,92	40	15	600	23,57	2404,80	4,008	

**Fuente:** Verónica A. Chicaiza LI

**Gráfico 57.** Curva de resistencia a compresión Vs Porcentaje de tusa de maíz a los 7;14;28 días de edad

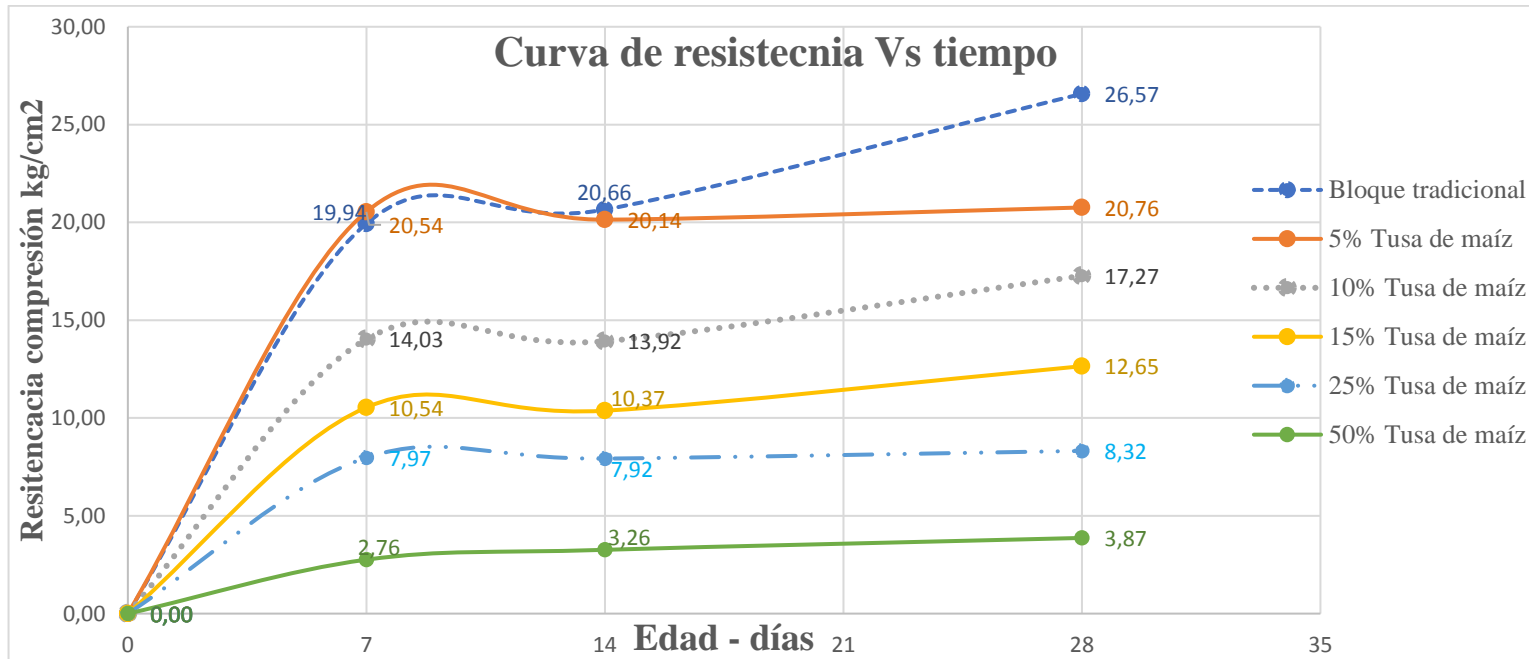


**Fuente:** Verónica A. Chicaiza LI

**Interpretación:**

Del mismo modo se tiene límite superior de diseño requerido 25,5 kg/cm<sup>2</sup> de la NTEINEN 638 y el límite inferior para este trabajo se han establecido conforme a la norma INEN 3066 es de 17,34 kg/cm<sup>2</sup> para bloques Tipo C. El gráfico de resistencia a compresión nos indica que la tendencia es de disminución. Teniendo mayor resistencia del bloque tradicional un valor de 26,57 kg/cm<sup>2</sup>, al 5% se obtiene una resistencia de 20,76 kg/cm<sup>2</sup>, con el 10% la resistencia es 17,27 kg/cm<sup>2</sup> y la menor resistencia se da al 50% con 3,87 kg/cm<sup>2</sup>

**Gráfico 58.** Curva de resistencia a compresión en bloques con tusa de maíz Vs Tiempo(7,14,28días)





**Fuente:** Verónica A. Chicaiza LI

**Interpretación.**

El gráfico nos muestra el comportamiento de la resistencia a compresión con respecto a los 7, 14, 28 días de edad en el cual se puede verificar el aumento de la resistencia en cada porcentaje, el bloque tradicional a los 7 días es de 19,94 kg/cm<sup>2</sup> siendo superado por el bloque con tusa de maíz de 20,54 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días 20,66kg/cm<sup>2</sup> y en 28 días de 26,57kg/cm<sup>2</sup>, con el 5% de tusa de maíz en 28 días igual a 20,76 kg/cm<sup>2</sup> y al 10% la resistencia es de 17,27 kg/cm<sup>2</sup>



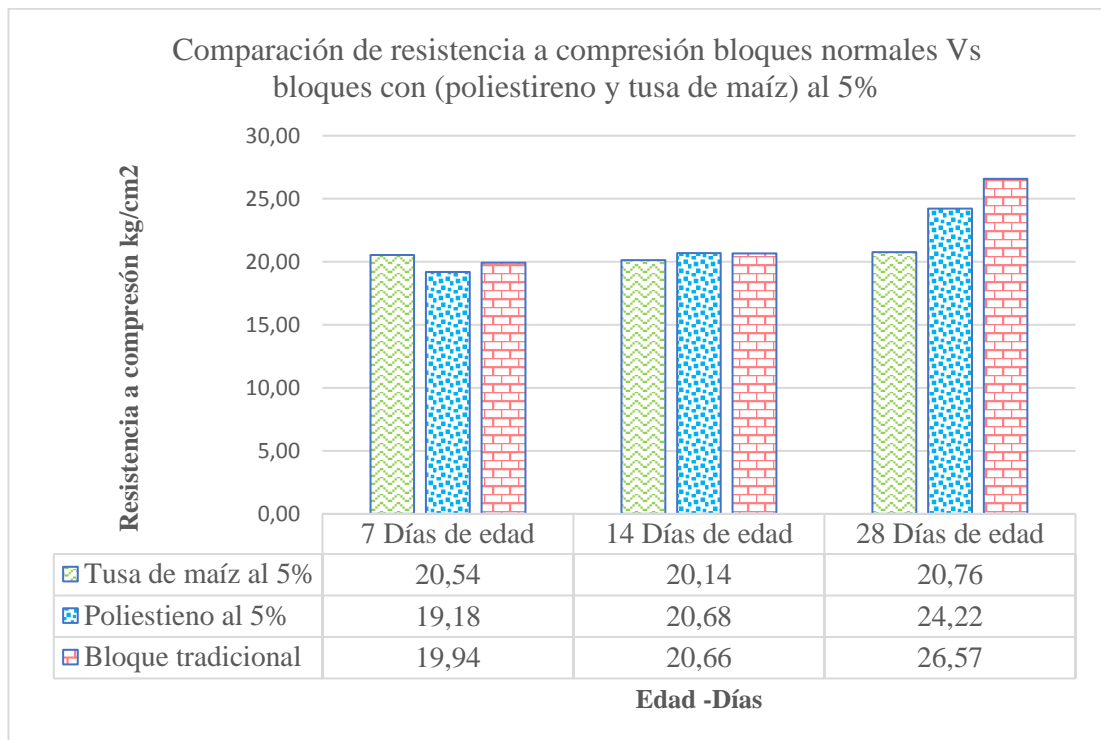
**Tabla 54.** Densidades y resistencia a compresión con diferentes porcentajes a los 7, 14, 28 días de edad.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 						
REALIZADO POR	Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta			FECHA	05/06/2017	
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO						
<b>DENSIDAD MEDIA DE BLOQUES</b>						
Porcentaje de sustitución parcial del agregado grueso	Densidad media Bloques con Poliestireno			Densidad media Bloque con tusa maíz		
	7 Días kg/m <sup>3</sup>	14 Días kg/m <sup>3</sup>	28 Días kg/m <sup>3</sup>	7 Días kg/m <sup>3</sup>	14 Días kg/m <sup>3</sup>	28 Días kg/m <sup>3</sup>
0%	1462,9	1394,7	1340,5	1462,9	1394,7	1340,5
5%	1410,0	1279,2	1261,2	1423,2	1302,0	1266,7
10%	1352,1	1252,3	1237,7	1394,4	1271,4	1274,5
15%	1345,9	1228,2	1233,1	1365,3	1289,5	1238,6
25%	1323,9	1190,9	1146,0	1320,8	1300,2	1182,8
50%	1270,7	1004,4	950,7	1220,7	1102,0	1010,6
<b>RESISTENCIA MEDIA A COMPRESIÓN DE BLOQUES</b>						
Porcentaje de sustitución parcial del agregado grueso	Resistencia media Bloques con Poliestireno			Resistencia media Bloque con tusa maíz		
	7 Días kg/cm <sup>2</sup>	14 Días kg/cm <sup>2</sup>	28 Días kg/cm <sup>2</sup>	7 Días kg/cm <sup>2</sup>	14 Días kg/cm <sup>2</sup>	28 Días kg/cm <sup>2</sup>
0%	19,94	20,66	26,57	19,94	20,66	26,57
5%	19,18	20,68	24,22	20,54	20,14	20,76
10%	14,35	15,09	18,23	14,03	13,92	17,27
15%	12,53	13,47	17,06	10,54	10,37	12,65
25%	9,01	9,32	11,94	7,97	7,92	8,32
50%	4,30	4,83	5,19	2,76	3,26	3,87

Fuente: Verónica A. Chicaiza LI

### 4.2.3 Comparación de resistencia a compresión bloques normales y bloques con poliestireno y tusa de maíz

**Gráfico 59.** Diagrama de barras Comparación de resistencia a compresión bloques normales Vs bloques con (poliestireno y tusa de maíz) al 5%

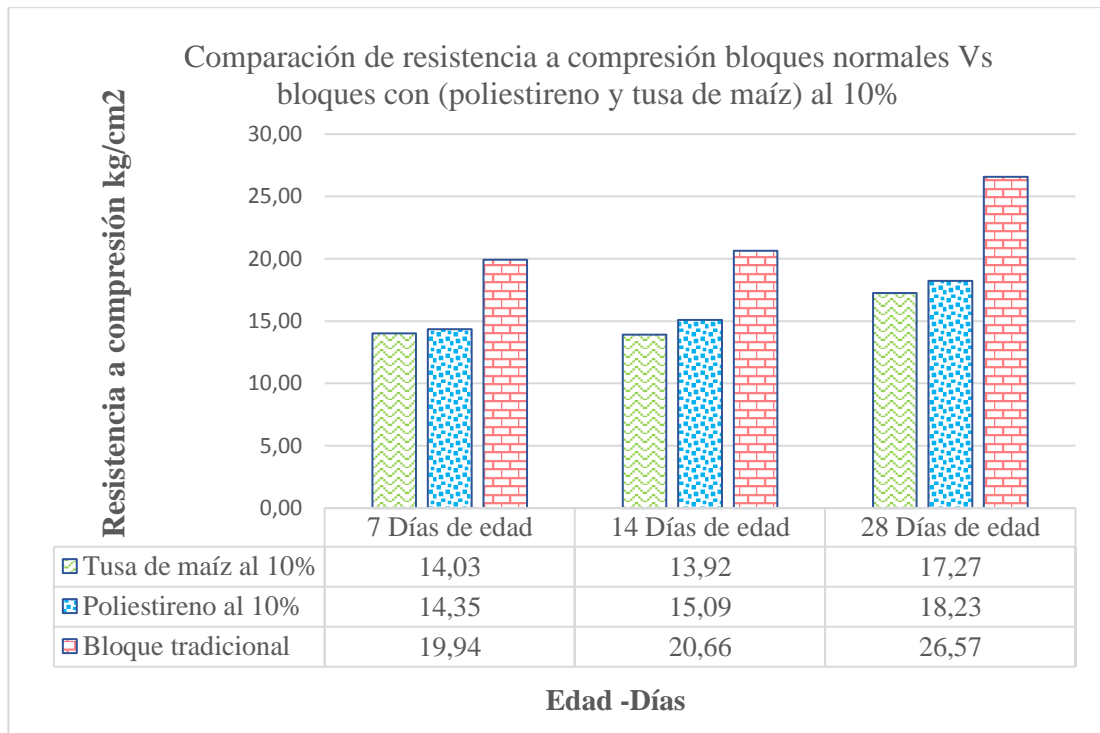


**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll

#### Interpretación:

El siguiente grafico nos presenta la comparación de resistencia que se obtuvo entre el bloque normal, bloques con poliestireno y bloques con tusa de maíz: con el 5% a los 7 días, el bloque con tusa de maíz supera con una resistencia de 20,54 kg/cm<sup>2</sup>, en 14 días el bloque con poliestireno es mayor con 20,68 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días el bloque normal resulta de 26,57 kg/cm<sup>2</sup> seguido de 24,22kg/cm<sup>2</sup> bloque elaborado con poliestireno.

**Gráfico 60.** Diagrama de barras Comparación de resistencia a compresión bloques normales Vs bloques con (poliestireno y tusa de maíz) al 10%

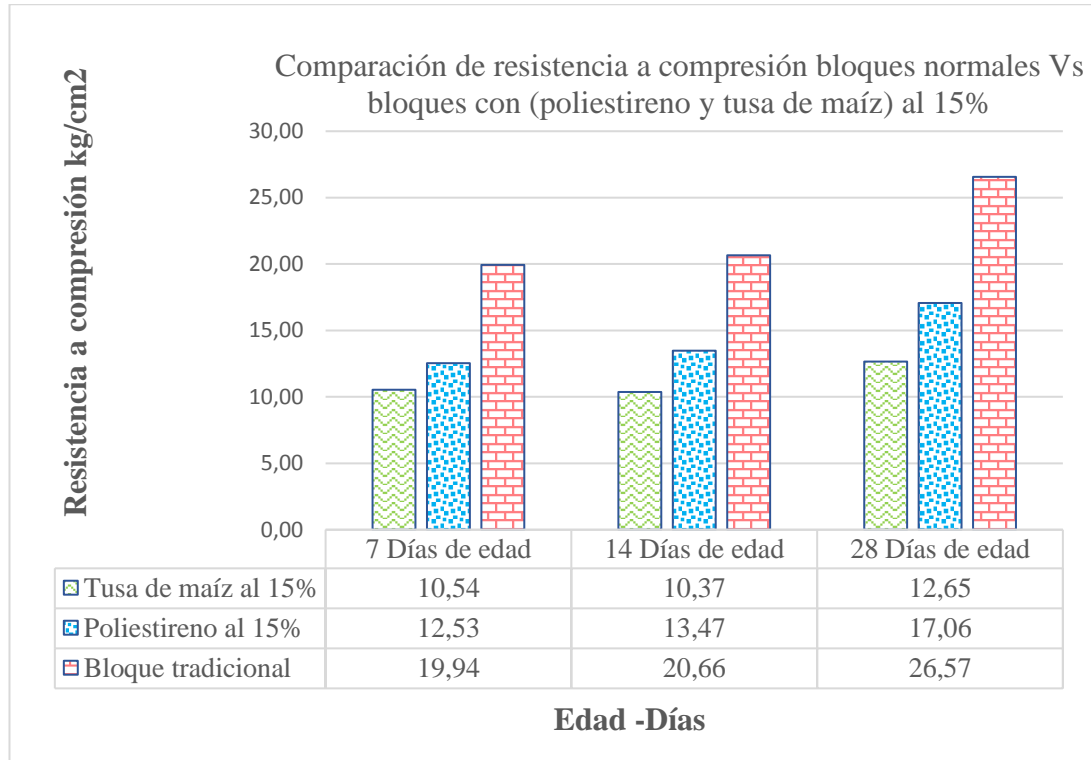


**Fuente:** Verónica A. Chicaiza LI

### Interpretación

El siguiente grafico nos presenta la comparación de resistencia que se obtuvo entre el bloque normal, bloques con poliestireno y bloques con tusa de maíz: con el **10%** a los 7 días el bloque tradicional tiene una resistencia de 19,94 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días el bloque tradicional adquiere una resistencia de 20,66kg/cm<sup>2</sup> seguido del poliestireno 15,09 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días el bloque normal resulta de 26,57 kg/cm<sup>2</sup> y el bloque elaborado con poliestireno de 18,23 kg/cm<sup>2</sup>.

**Gráfico 61.** Diagrama de barras Comparación de resistencia a compresión bloques normales Vs bloques con (poliestireno y tusa de maíz) al 15%

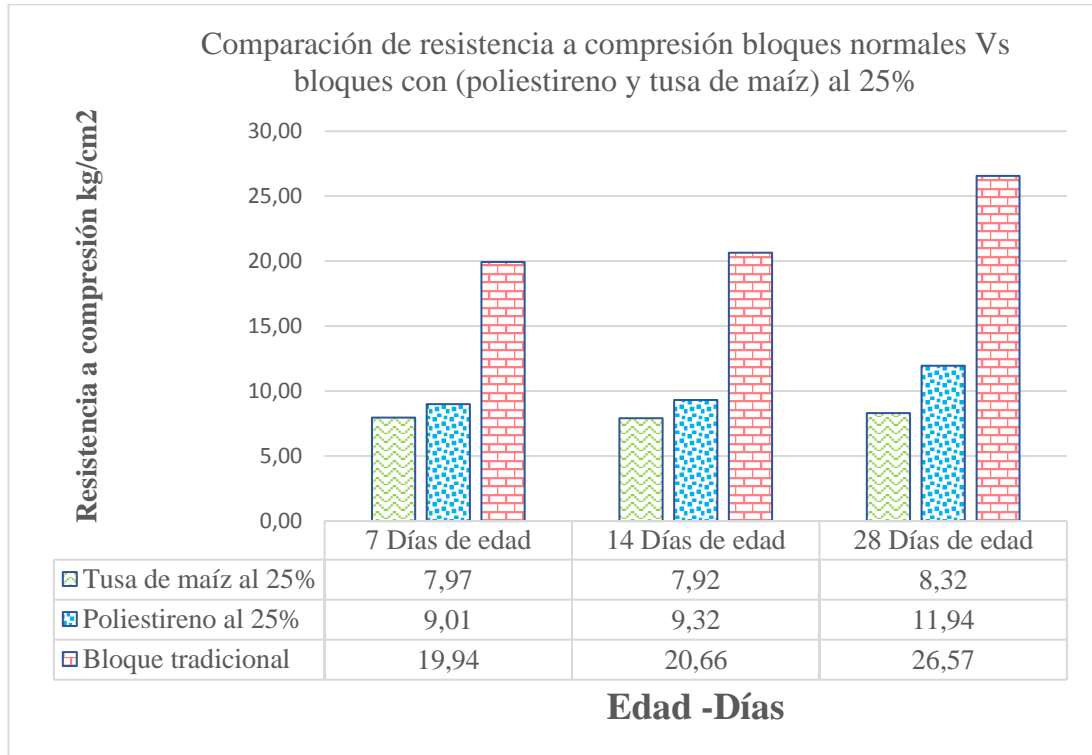


**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll

### Interpretación

Los resultados obtenidos mediante los ensayos a compresión con el **15 %** de poliestireno a los 7 días es de 12,53 kg/cm<sup>2</sup>, por otro lado, a los 14 días es de 13,47 kg/cm<sup>2</sup> por último a los 28 días es de 17,06 kg/cm<sup>2</sup>.

**Gráfico 62.** Diagrama de barras Comparación de resistencia a compresión bloques normales Vs bloques con (poliestireno y tusa de maíz) al 25%

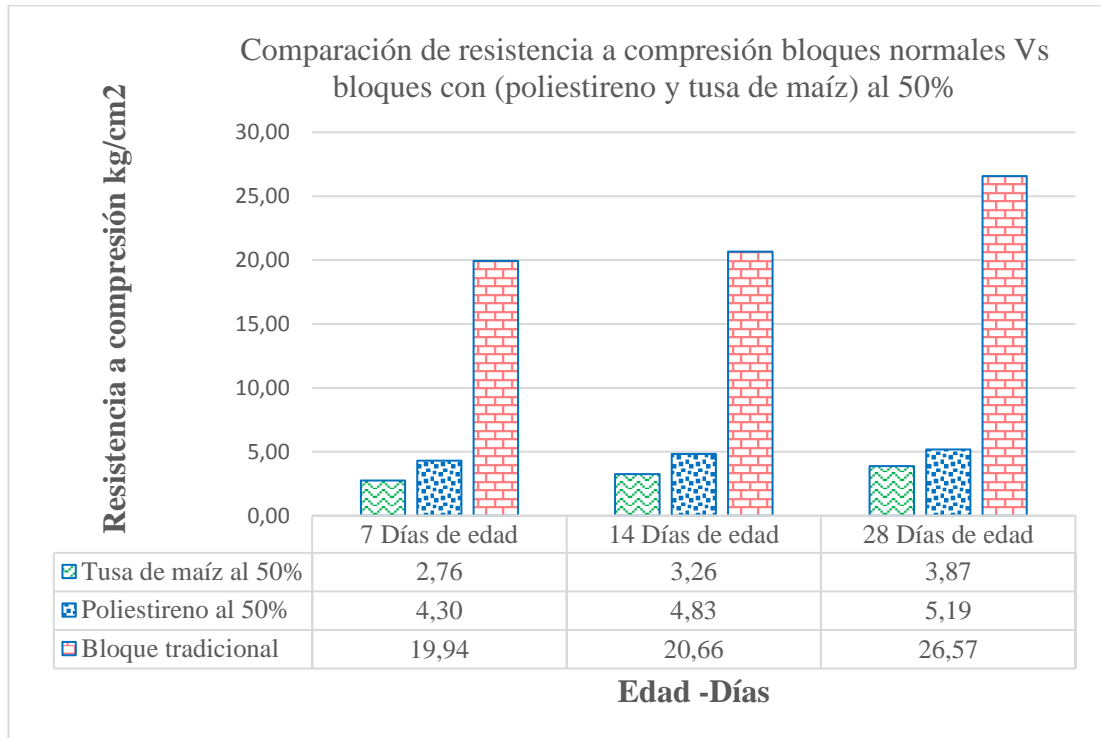


**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll

### Interpretación

Los resultados obtenidos mediante los ensayos a compresión con el **25 %** sea de bloques con poliestireno o tusa de maíz son bajos con respecto a valores del bloque tradicional, se verificar que el bloque con poliestireno a los 7,14, 28 días de edad supera su resistencia de los bloques con tusa de maíz obteniéndose a los 28 días un valor de 11,94 kg/cm<sup>2</sup>.

**Gráfico 63.** Diagrama de barras Comparación de resistencia a compresión bloques normales Vs bloques con (poliestireno y tusa de maíz) al 50%

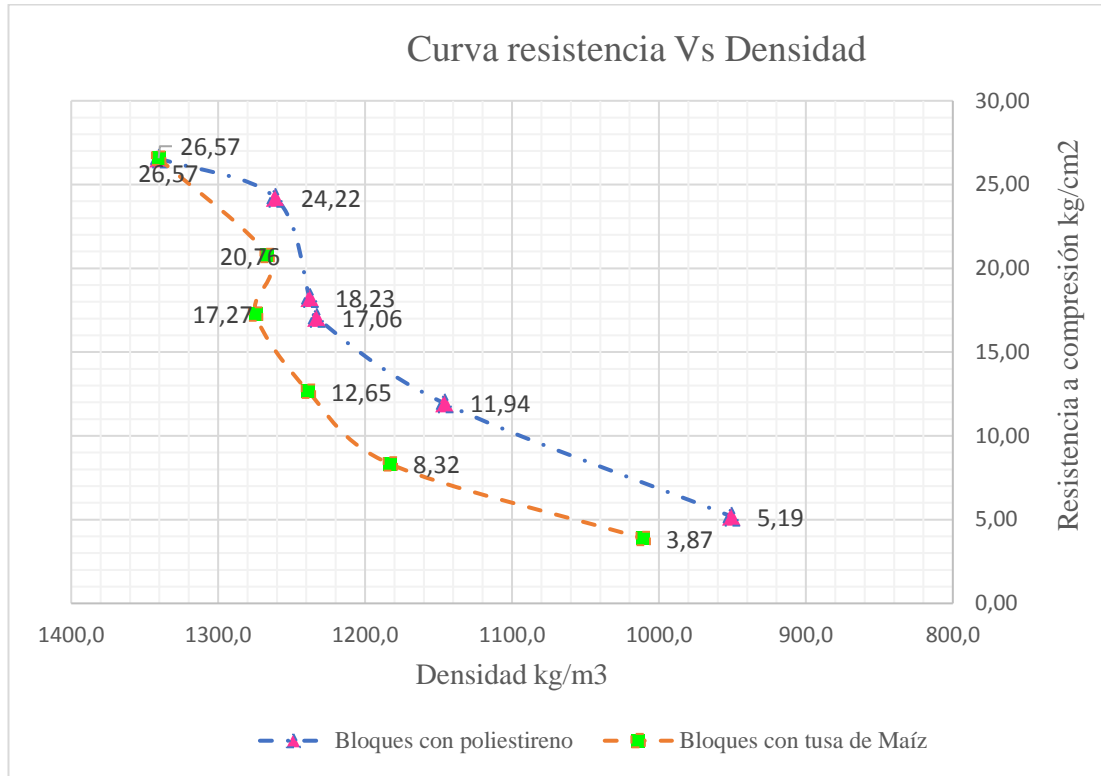


**Fuente:** Verónica A. Chicaiza LI

### Interpretación

Los resultados obtenidos mediante los ensayos a compresión al **50%** de bloques con poliestireno o tusa de maíz son bajos con respecto a valores del bloque normal, el bloque con poliestireno a los 7,14, 28 días de edad supera su resistencia de bloques elaborados con tusa de maíz, obteniéndose a los 28 días un valor de 5,19 kg/cm<sup>2</sup>.

**Gráfico 64.** Curva de resistencia a compresión vs las densidades.



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza LI

### Interpretación

La siguiente gráfica nos indica la curva de las densidades con respecto a la resistencia a compresión obtenida, se observa que a medida que la densidad disminuye de igual manera la resistencia, se puede notar que la curva de bloques elaborados con poliestireno está por encima de la curva de bloques elaborados con tusa de maíz.

#### 4.2.4 Ensayo de absorción de agua.

**Tabla 55.** Absorción de agua en bloques elaborados con poliestireno

<b>NTE INEN 642 porcentaje de absorción &lt; 15%</b>				
<b>Bloque Tradicional</b>				
Muestra #	Masa saturada <i>Ms</i>	Masa sumergida <i>Mi</i>	Masa seca horno <i>Md</i>	Absorción
				%
1	9,84	3,86	8,71	13,0
2	9,51	3,59	8,67	9,7
3	9,65	3,41	8,11	19,0
Promedio	<b>9,67</b>	<b>3,62</b>	<b>8,50</b>	<b>13,9</b>
<b>Bloque con 5% Poliestireno</b>				
Muestra #	Masa saturada <i>Ms</i>	Masa sumergida <i>Mi</i>	Masa seca horno <i>Md</i>	Absorción
				%
1	9,42	3,24	8,21	14,2
2	9,85	3,71	8,53	15,5
3	9,32	3,28	8,61	8,2
Promedio	<b>9,53</b>	<b>3,41</b>	<b>8,45</b>	<b>12,8</b>
<b>Bloque con 10% Poliestireno</b>				
Muestra #	Masa saturada <i>Ms</i>	Masa sumergida <i>Mi</i>	Masa seca horno <i>Md</i>	Absorción
				%
1	9,42	3,38	8,29	13,6
2	9,34	3,27	8,17	14,3
3	9,38	3,16	8,85	6,0
Promedio	<b>9,38</b>	<b>3,27</b>	<b>8,44</b>	<b>11,3</b>

**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll.

**Tabla 56.** Absorción de agua y densidad en bloques elaborados con tusa de maíz

<b>Bloque con 5% Tusa de maíz</b>				
Muestra #	Masa saturada <i>Ms</i>	Masa sumergida <i>Mi</i>	Masa seca horno <i>Md</i>	Absorción
				%
1	9,77	3,41	8,52	14,7
2	9,65	3,56	8,55	12,9
3	9,68	3,35	8,41	15,1
Promedio	<b>9,70</b>	<b>3,44</b>	<b>8,49</b>	<b>14,2</b>

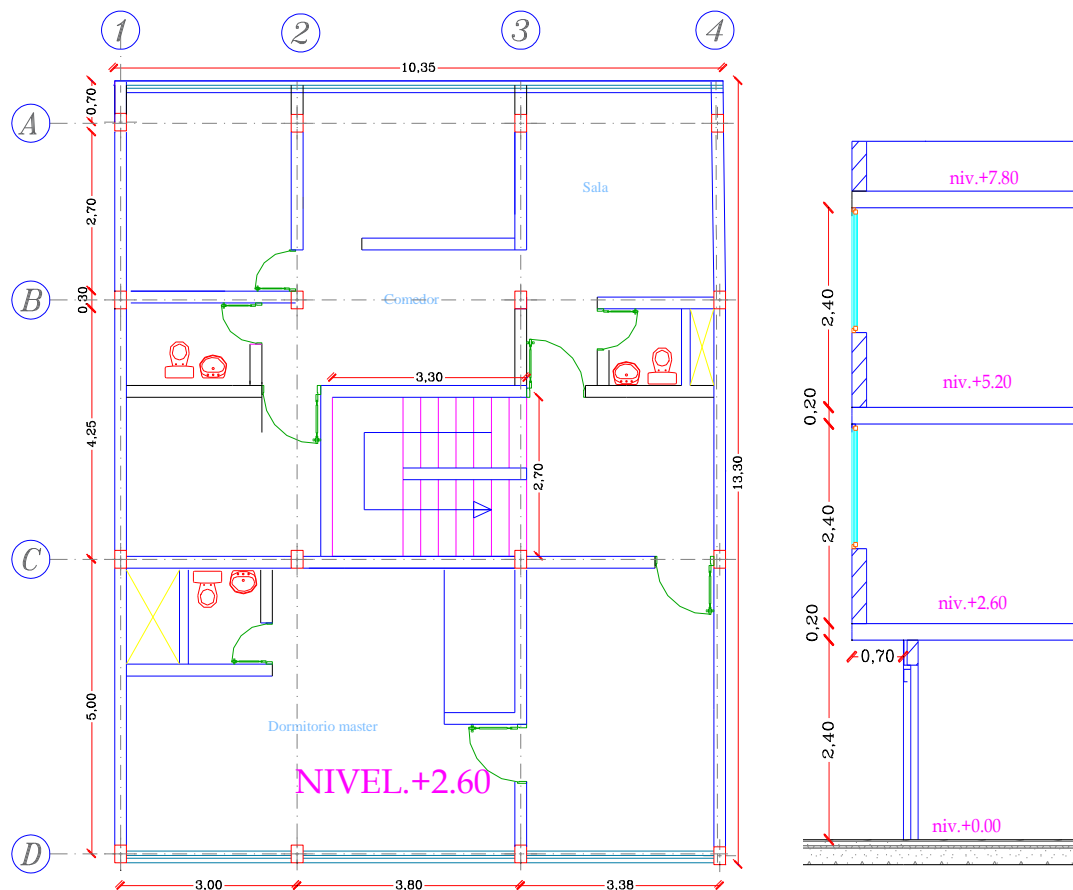
**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll



#### 4.2.5 Comparación práctica de bloques tradicionales, con poliestireno y bloques con tusa de maíz en su incidencia en el peso de una losa.

Mediante la resistencia a compresión se ha determinado que el bloque es para aliviamiento de losas, los porcentajes que cumplen con la resistencia mayor a 17,34 kg/cm<sup>2</sup> de la NTE INEN 3066, son para el poliestireno con el 5% y el 10% mientras que para bloques con tusa de maíz es el 5%. Para determinar la influencia de peso de bloques en una losa se realizará el análisis de uso de aliviamiento para losa en una construcción de 10,35 m x 13,30.



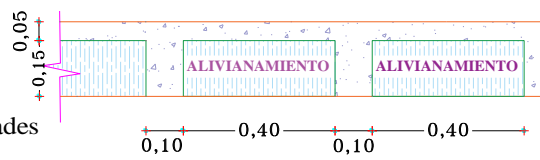
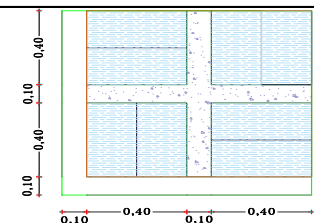
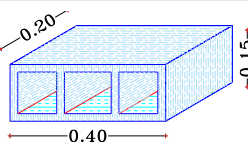
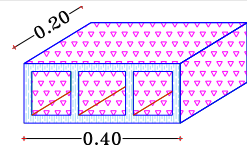
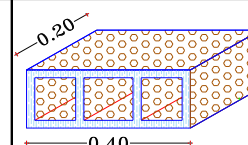
**Gráfico 65.** Plano arquitectónico modelo para comparación de peso en losa con diferentes bloques.



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza LI

En este trabajo se asume una losa de 20 cm para los bloques diseñados con las siguientes dimensiones. 15cm x 20cm x 40cm como bloque de CLASE C de aliviamiento en losas.

**Tabla 57.** Cuantificación de cargas de losa con los diferentes bloques.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
REALIZADO POR	Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta		04/07/2017	
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO				
Área neta de losa con alivianamiento	395,15	m <sup>2</sup>	Número pisos 3	
Peso específico del hormigón	2400 kg/m <sup>3</sup>			
<b>Cuantificación de cargas</b>				
<p>Peso loseta = 0,05 m*1m*2400 kg/m<sup>3</sup></p> <p>Peso nervio = 0,10 m*0,15m*3,6m *2400 kg/m<sup>3</sup></p> <p>Peso alivianamie = peso unitario bloque(kg)*8 unidades</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>				
TIPO DE BLOQUES	Bloque Normal	Bloque con poliestireno		Bloque con tusa de maíz
BLOQUE PARA ALIVIANAMIENTO EN LOSAS				
<b>Porcentaje de sustitución parcial</b>	<b>0%</b>	<b>5%</b>	<b>10%</b>	<b>5%</b>
Peso promedio de bloque 28 días (kg)	8,57	8,06	7,91	8,09
PESO LOSETA( kg/m <sup>2</sup> ) =	120,00	120,00	120,00	120,00
PESO NERVIO( kg/m <sup>2</sup> ) =	129,60	129,60	129,60	129,60
PESO ALIVIANAMIENTO kg/m <sup>2</sup> =	68,53	64,47	63,27	64,75
Carga muerta losa ( kg/m <sup>2</sup> )	318,13	314,07	312,87	314,35
Peso Total losa kg	125706,69	124103,98	123629,81	124214,62
<b>Peso Total losa Tn</b>	<b>125,71</b>	<b>124,10</b>	<b>123,63</b>	<b>124,21</b>

Fuente: Verónica A. Chicaiza LI

### **4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS.**

Los análisis de los resultados de ensayos en bloques nos permiten comprobar que la sustitución parcial del agregado grueso (chasqui), sea por el poliestireno o la tusa de maíz influyen en la resistencia a compresión, conforme se aumenta el porcentaje la resistencia disminuye, también se define los límites considerable de aceptación de la resistencia, con el 5% y el 10% de poliestireno y para la tusa de maíz con el 5% ya que alcanzan la resistencia para bloques de alivianamiento en losas mayores a 17,34 kg/cm<sup>2</sup>, resistencia requerida por la NTE INEN 3066, además se definen como bloque liviano ya que son menores a 1680 kg/m<sup>3</sup>.

## CAPÍTULO.V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

#### 5.1 CONCLUSIONES.

- El bloque tradicional adquiere una resistencia de  $26.57 \text{ kg/cm}^2$ , al sustituir en un 5% y 10% de chasqui por poliestireno adquieren resistencias a compresión de  $24.22 \text{ kg/cm}^2$  y  $18.23 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente, resistencias mayores a  $17.34 \text{ kg/cm}^2$  de la NTE INEN 3066 para uso en alivianamiento de losa.
- En cuanto al bloque con tusa de maíz al sustituirse parcialmente en un 5% se obtiene una resistencia a compresión de  $20.76 \text{ kg/cm}^2$  resistencia mayor a  $17.34 \text{ kg/cm}^2$  de la NTE INEN 3066 para uso en alivianamiento de losa.
- Al sustituir parcialmente el 5% de chasqui por poliestireno, se reduce la resistencia a compresión en un 8.84% es decir de  $26.57 \text{ kg/cm}^2$  a  $24.22 \text{ kg/cm}^2$ .
- Al sustituir parcialmente el 10% de chasqui por poliestireno, se reduce la resistencia a compresión en un 31.38% de  $26.57 \text{ kg/cm}^2$  a  $18.23 \text{ kg/cm}^2$ .
- Al sustituir parcialmente el 5% de chasqui por tusa de maíz, se reduce la resistencia a compresión en un 21.88% es decir de  $26.57 \text{ kg/cm}^2$  a  $20.76 \text{ kg/cm}^2$ .
- La densidad del bloque tradicional a los 28 días es  $1340.5 \text{ kg/m}^3$ , al sustituir parcialmente el 5%, 10% de chasqui por poliestireno presenta una densidad de  $1261.2 \text{ kg/m}^3$  y  $1237.7 \text{ kg/m}^3$  respectivamente, definiéndolos como bloques livianos por ser menor a  $1680 \text{ kg/m}^3$  según la NTE INEN 3066.
- Al sustituirse parcialmente con el 5% de chasqui por poliestireno, disminuye su densidad en un 5.92% es decir  $1340.5 \text{ kg/m}^3$  a  $1261.2 \text{ kg/m}^3$ .

- Al sustituirse parcialmente con el 10 % de chasqui por poliestireno, disminuye su densidad en un 7.66% es decir  $1340.5 \text{ kg/m}^3$  a  $1237.7 \text{ kg/m}^3$ .
- La densidad del bloque tradicional es  $1340.5 \text{ kg/m}^3$  al sustituirse, parcialmente con el 5% de chasqui por tusa de maíz la densidad resulta  $1266.7 \text{ kg/m}^3$  clasificándose como bloques livianos por ser menor  $1680 \text{ kg/m}^3$  según la NTE INEN 3066.
- Al sustituirse parcialmente con el 5% de chasqui por tusa de maíz, disminuye su densidad en un 5.51% es decir  $1340.5 \text{ kg/m}^3$  a  $1266.7 \text{ kg/m}^3$ .
- El bloque tradicional tiene un porcentaje de absorción de agua de 13.9%, cumple con porcentaje menor al 15% de la NTE INEN 642.
- El bloque con poliestireno al 5% y 10% tiene un porcentaje de absorción de agua de 12.8% y 11.3% respectivamente, cumple con porcentaje menor al 15% de la NTE INEN 642.
- El bloque con tusa de maíz al 5% tiene porcentaje de absorción de agua 14.2%, cumple con porcentaje menor al 15% de la NTE INEN 642.
- Resulta ventajoso el uso del poliestireno en la elaboración de bloques ya que el material no tiene la capacidad de absorción de agua, además por ser un material plástico rígido sellado favorece en la durabilidad.
- Siendo la tusa de maíz un material orgánico en la dosificación se realizó la corrección por contenido de humedad de 21% y capacidad de absorción de 207%.
- No se evidenció deterioro de partículas de tusa de maíz en los bloques, hasta los 28 días de edad.
- Es ventajoso la reutilización del poliestireno y tusa de maíz en la elaboración de bloques puesto que se da iniciativa al reciclaje para el cuidado y conservación del medio ambiente.

- Analizando el peso de una losa de 137.65m<sup>2</sup> en una construcción de tres niveles el peso de la losa con bloques tradicionales es 125.71Tn en cambio, el peso de una losa con bloques al 10 % de poliestireno es igual a 123.63 Tn, verificándose la disminución favorablemente en 2.08 Tn con respecto peso del bloque tradicional.
- Se concluye que al utilizar bloques con 10% de poliestireno disminuye la influencia de peso de cargas muertas de una losa, posibilitando la reducción de secciones estructurales.

## **5.2 RECOMENDACIONES.**

- Es necesario que la arena y chasqui se encuentren en lugares secos para conservar las condiciones de humedad de este modo garantizar la dosificación y obtener una buena mezcla.
- Se debe determinar la capacidad de absorción de los agregados finos (arena) y agregado grueso (chasqui), del mismo modo de la tusa de maíz para determinar los valores reales necesarios de agua para su dosificación.
- En base a lo experimentado se recomienda realizar la trituración de la tusa de maíz de forma manual, ya que al realizarlo de manera mecánica no se obtuvo partículas uniformes para la sustitución del agregado grueso.
- Es muy necesario realizar un tamizado del poliestireno y de la tusa de maíz a si se verificó el cumplimiento de la granulometría.
- Buscar un tratamiento químico para la tusa de maíz bajo la supervisión de un profesional con conocimiento a ingeniería química, con el fin tratar de disminuir la capacidad de absorción, proteger contra la humedad y lograr la durabilidad.
- Para futuras investigaciones se recomienda utilizar entre el 5%, 10% de poliestireno, para la tusa de maíz se debe realizar una sustitución parcial del

agregado grueso del 5 % ya que con estos porcentajes las resistencias a compresión son mayores a 17.34 kg/cm<sup>2</sup>.

- En la etapa de fraguado colocar plásticos que cubran al bloque así se evita que el bloque se seque al estar expuestos el sol, se recomienda también en la etapa de curado mojar los bloques con agua, tres veces al día por un mínimo de una semana.
- Al elaborar las muestras de bloques se recomienda utilizar equipos de protección personal como guantes, gafas y orejeras o tapones, ya que en el sitio de trabajo se expone a la manipulación maquinaria y equipo.

## MATERIALES DE REFERENCIA.

### 1. BIBLIOGRAFÍA.

- [1] HONRA2 “Historia y Evolución del ladrillo” [On-line]. Available: <http://www.honra2.com/la-historia-del-ladrillo>. [Accessed Enero. 04, 2017].
- [2] J. Flores, J. Rada, D. Gámez, “Elaboración y uso de bloques de hormigón y bloques de arcilla en mampostería” Tesis de Ingeniería, Facultad Ingeniería Ciencias de la Tierra, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador, 2011.
- [3] J. Faustino, E. Silva, J. Pinto, E. Soares, (2015), “Lightweight concrete masonry units based on processed granulate of corn cob as aggregate.” Construction and Building Materials. [On-line], 65, pp. 1-11 Available: [https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/38205/1/2015\\_Faustino\\_etal\\_MATER\\_CONSTR.pdf](https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/38205/1/2015_Faustino_etal_MATER_CONSTR.pdf) [Accessed Enero. 04, 2017].
- [4] D. Carrera., D Cevallos. “Bases de Diseño Para la Construcción Sostenible con Bloque Alivianado con Poliestireno” Tesis de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Ciencias Físicas y Matemáticas., Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador, 2016.
- [5] Columbia “Una Ilustre Historia de Innovación y Liderazgo” (pp 1) [On-line]. Available: <http://www.columbiamachine.com/es/acerca-de-nosotros/historia>. [Accessed Enero. 04, 2017].
- [6] G. Suarez, L Valdez “Hormigones livianos” Tesis de Ingeniería, F.I.C.T., Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador, 2010.
- [7] Refugio Antártico Ecuatoriano "Seguimiento y evaluación del proyecto Ecuatoriano" [On-line]. Available: [http://www.inae.gob.ec/wp-content/uploads/DT-11-Seguim-y-evaluacio%CC%81n-REA\\_Ec.pdf](http://www.inae.gob.ec/wp-content/uploads/DT-11-Seguim-y-evaluacio%CC%81n-REA_Ec.pdf) [Accessed enero. 04, 2017].
- [8] Instituto Ecuatoriano de Normalización “Encuesta de Edificaciones (Permisos de Construcción) ”(pp 19) [On-line]. Available: [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas\\_Economicas/Encuesta\\_Edificaciones/2015/2015\\_EDIFICACIONES\\_PRESENTACION.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_Economicas/Encuesta_Edificaciones/2015/2015_EDIFICACIONES_PRESENTACION.pdf)
- [9] Instituto Boliviano del Cemento y del Hormigón (2010, Abril )“Diseño y construcción de viviendas de bloques de hormigón”. [On-line]. Available: <http://www.ibch.com/> [Accessed Enero. 04, 2017].
- [10] INEN 638, 2014 “Bloques de hormigón. Definiciones, Clasificación y Condiciones generales. ” Quito -Ecuador, 2014.
- [11] INEN 3066, 2016 “Bloques de hormigón, requisitos y métodos de ensayo”, Quito -Ecuador, 2016.



- [12] G. Valdés, J. Rapimán “Propiedades Físicas y Mecánicas de Bloques de Hormigón Compuestos con Áridos Reciclados” Ingeniería de Obras Civiles, Universidad de la Frontera [On-line]. Available: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07642007000300010](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642007000300010) [Accessed Enero. 04, 2017].
- [13] COVELO “Derivados del cemento” [On-line]. Available: [http://www.covelo.cc/covelo\\_derivados\\_empresa.html](http://www.covelo.cc/covelo_derivados_empresa.html). [Accessed Enero. 24, 2017].
- [14] Aceros Arequipa “Manual de construcción para propietarios” [On-line]. Available: <http://www.acerosarequipa.com/manual-para-propietarios.html> [Accessed Enero. 24, 2017].
- [15] Instituto Colombiano Productores de Cemento IPC "Fabricación de bloques de concreto"
- [16] INEN 642, “Bloques huecos de hormigón determinación de la absorción de agua ” Quito -Ecuador.
- [17] C. Rodas, J. Ordoñez “Desarrollo tecnológico, investigativo, experimental, de eco- bloques de hormigón en base a vidrio y polietileno tereftalato(PET) reciclado, como alternativa sustentable al bloque tradicional.” Tesis de Ingeniería, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador,2016.
- [18] "Piedra pómez y escoria" [On-line]. Available: <http://documentslide.com/documents/piedra-pomez-y-escoria-ppt-1.html#> [Accessed Enero. 22, 2017].
- [19] UNACEM "Ficha técnica de Armaduro granel” [On-line]. Available: <http://www.unacem.com.ec/> [Accessed Enero. 22, 2017].
- [20] Medina, S. Ensayo de materiales II. UTA. Tesis de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- [21] F. Tomeo "Materiales alternativos" [On-line]. Available: [www.fundacionrural.org.ar/filefield-private/files/215/field\\_material\\_privado/490,2008](http://www.fundacionrural.org.ar/filefield-private/files/215/field_material_privado/490,2008). [Accessed Enero. 12, 2017]
- [22] C. Pozo. “Aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar en la fabricación de bloques ecológicos para mampostería liviana” Tesis de Ingeniería, Facultad de Ciencias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador,2011.
- [23] N. Almeida. (2011) “Utilización de fibras de caucho de neumáticos reciclados en la elaboración de bloques de mampostería para mitigar el impacto ambiental en el cantón Ambato ” Tesis de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador, 2011.
- [24] R. Moreno,F. Cañizares “Agregado alternativo para fabricación de bloques y adoquines en base a polietileno tereftalato ” Tesis de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental., Escuela Superior Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, 2011.

- [25] Polinorte. “EPS Poliestireno expandido -telgopor” [On-line]. Available: <http://www.polinorte.com/eps/>. [Último acceso Enero. 12, 2017]
- [26] POLIEXPANDIDOS CIA. LTDA “Alivianamiento en Poliestireno Expandible” [On-line]. . <http://www.poliex.com.ec>. [Último acceso Enero. 12, 2017] Quito- Ecuador
- [27] Styropor® “Información técnica EPS”[On-line]. Available:: <https://epsfoamprodotcom.sharepoint.com>).pdf. Jun 2001 [Último acceso Enero. 12, 2017]
- [28] ECOTEC “Losas aligeradas” [On-line]. Available: <http://www.ecotecpanama.com/losas-aligeradas2/>
- [29] Asociación Nacional de Poliestireno Expandido . “ Propiedades del EPS” [On-line]. Available: <http://www.anape.es>. 2015.[Último acceso Enero. 12, 2017] España
- [30] N. Torres, K Gaibor “Estudio de la aplicación del olote o tusa de maíz para la reducción del color en aguas residuales de la hilandería Guijarro cantón Guano” Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, 2015
- [31] Follador. “Corn cob abrasive granulates for the vibratory finishing and sifting of metal surfaces” [En línea]. Available: <http://www.lavorazionetutolofollador.it/en/Applications/corn-cob-abrasive-granulates-for-the-vibratory-finishing-and-sifting-of-metal-surfaces.html>. , .[Último acceso Enero. 14, 2017]
- [32] Chigbo “Feasibility study on the production of particleboard from maize cobs, rice husks, and groundnut shells using acacia mimosa tannin extract as the bonding adhesive.” [On-line]. Available: <https://www.academia.edu/>, 2014.[Último acceso Enero. 12, 2017]
- [33] J. León“ Botánica de los cultivos tropicales” [On-line]. Available: <https://books.google.com.ec/> 2000.[Último acceso Enero. 15, 2017]
- [34] J. Pinto “Characterization of corn cob as a possible raw building material ” [On-line]. Available: [www.elsevier.com/locate/conbuildmat](http://www.elsevier.com/locate/conbuildmat), [Último acceso Enero. 12, 2017]
- [35] Greentru “ Corn cob products ” [On-line]. Available: <http://www.greenproducts.com/greentru/why-corncob.aspx>
- [36] MAGAP “ Rendimiento del maíz duro seco en invierno 2016 ” [En línea]. Available: [http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios\\_agroeconomicos/rendimiento\\_maiz\\_duro\\_seco\\_invierno2016.pdf](http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_maiz_duro_seco_invierno2016.pdf). [Último acceso Enero. 22, 2017]
- [37] L.Velasco, L. Goyos Dic, 2015 [On-line]. Available: "Potencial de aprovechamiento de la biomasa vegetal como aislamiento en climas extremos del

Ecuador"<http://www.ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/index.php/revista/article/view/>, Dic 2015.[Último acceso Enero. 15, 2017] Quito- Ecuador

[38] M. Borja (2012) “Metodología de la investigación científica para ingenieros” [On-line]. Available : <http://es.slideshare.net/manborja/metodologia-de-inv-cientifica-para-ing-civil>.[Último acceso Febrero. 11, 2017]

[39] R. Hernández, C. Fernadéz, M. Baptista, “Metodología de la investigación” [On-line]. Available : <http://www.freelibros.org/> .[Último acceso Febrero. 11, 2017]

[40] NEN 639 “Bloques huecos de hormigón, muestreo, inspección y recepción” Quito -Ecuador.

[41] ECUARED [https://www.ecured.cu/%C3%81cido\\_b%C3%B3rico](https://www.ecured.cu/%C3%81cido_b%C3%B3rico)

[42] J. Morán U. (2015) "Manual de construcción del Bambú”

[43] ACI, (2002)544, State -of- the -Art on Fiber reforced Concrete, Part 5

[44] A. Fonseca (2015) “El hormigón de baja densidad y su a aplicación en bloques para la construcción de viviendas” Tesis de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador, 2015.

[45] Garzón M. “Seminario de investigación sobre el módulo de elasticidad del hormigón” (2010) [ 46]

[46] A. Franco, “Análisis de datos MATLAB ” [On-line]. Available: <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/intro.html> .[Último acceso Abril , 04, 2017]

## 2. ANEXOS.

### 2.1 Ensayos en los agregados.



Granulometría agregado grueso tamices



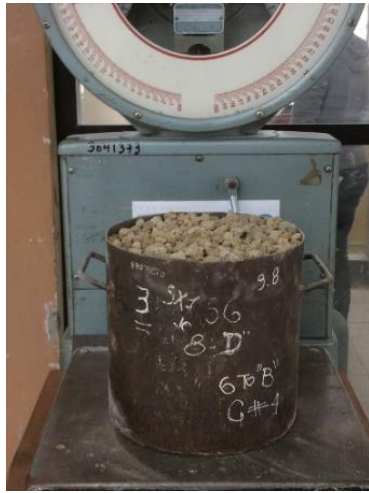
Agregado retenido en tamiz



Granulometría agregado fino tamices



Agregado retenido en tamiz - finura



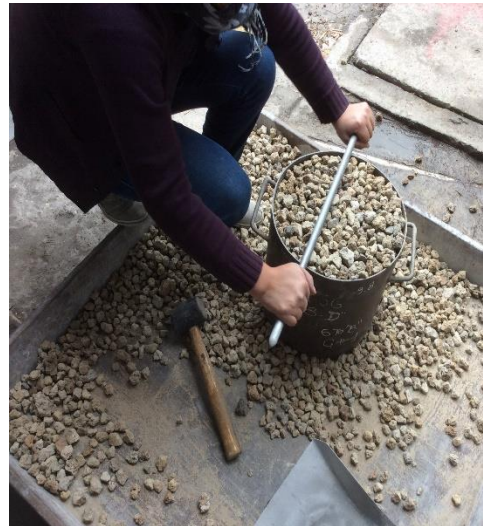
Densidad aparente suelta agregado grueso



Densidad aparente suelta agregado fino



Densidad aparente compactada arena



Densidad aparente compactada chasqui



Densidad aparente compactada de la mezcla



Compactación de la mezcla





Densidad real – chasqui masa en el aire



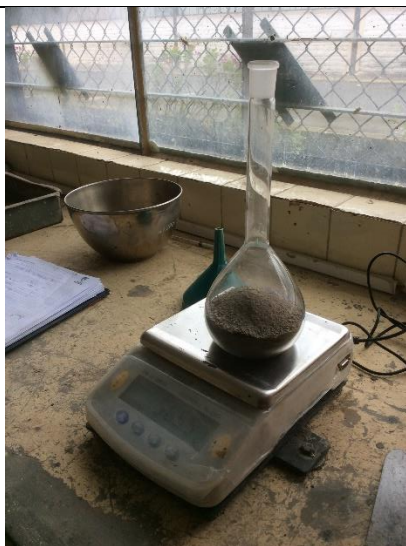
Densidad real –masa sumergido



Arena condición S.S.H



Arena condición S.S.S



Densidad real arena -frasco + arena



DRA-frasco + arena+500cc agua



Muestras en horno-capacidad de absorción



Muestras secas

## 2.2 Ensayo en el cemento.



Materiales para densidad real cemento



Frasco +500cc gasolina cemento

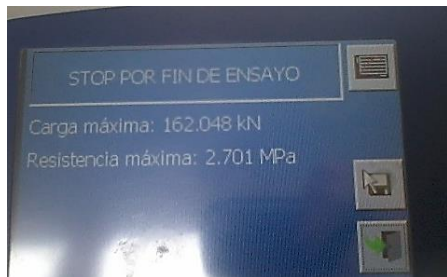
### 2.3 Ensayo a compresión.



Ensayo de bloques a compresión



Resistencia a compresión bloque 25%



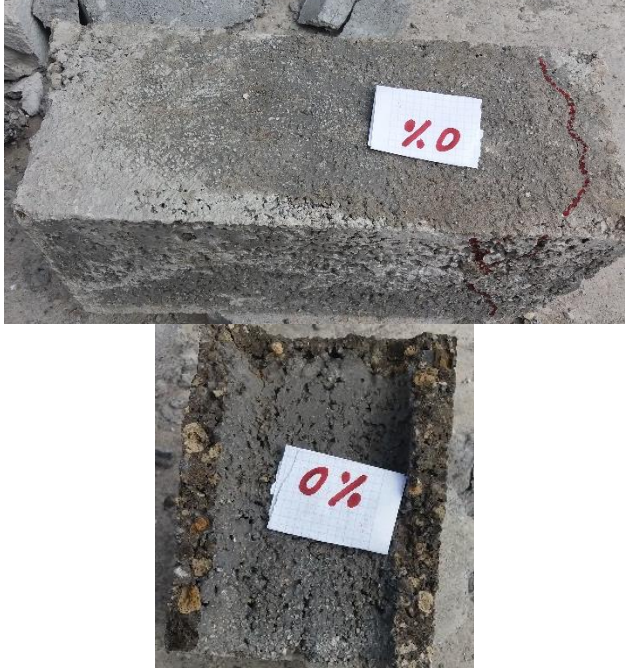

Carga máxima obtenida en bloque tradicional.



Fisura de bloques con el 5% de poliestireno



## 2.4 Anexos ensayo bloques a diferentes porcentajes con poliestireno

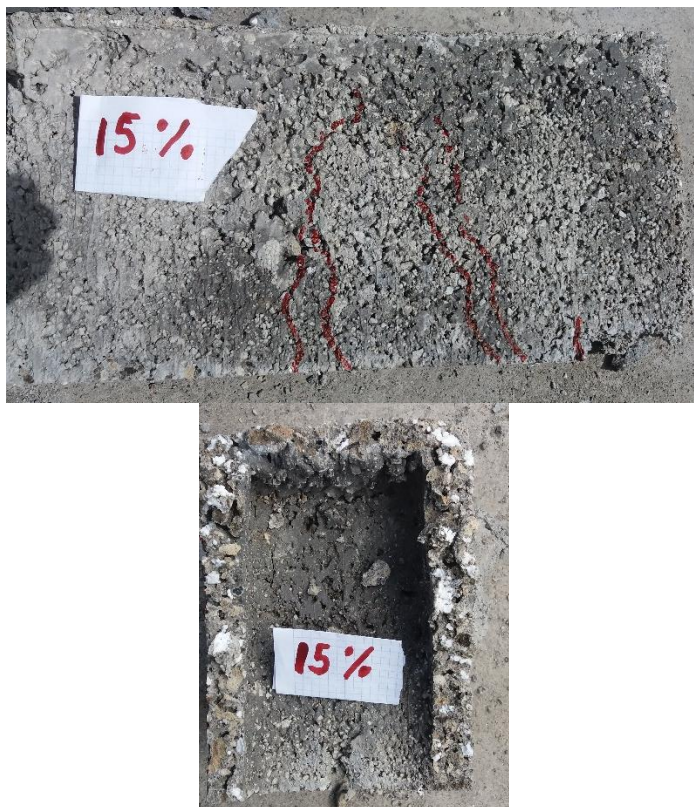
	<p><b>Bloque normal.</b></p> <p>Las fisuras se presentaron en el área de aplicación de carga directa.</p>
	<p><b>Bloque 5% poliestireno</b></p> <p>Se observan pequeñas fisuras en el área de aplicación de carga y en paredes laterales</p> <p>También se puede apreciar en el bloque partículas de poliestireno en la sección de corte del bloque</p>



**Bloque 10%  
poliestireno.**

Se puede visualizar las fisuras se dan en toda el área de ampliación de carga y también una en la cara frontal.

También se aprecia las partículas de poliestireno en el interior del bloque

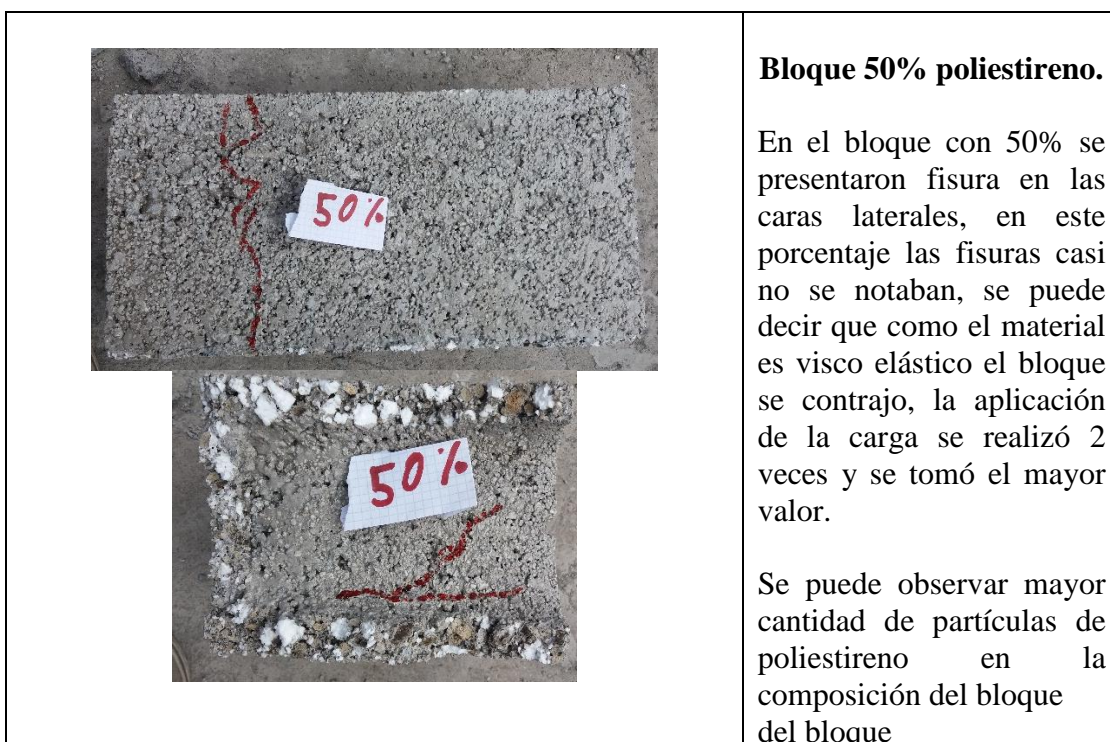
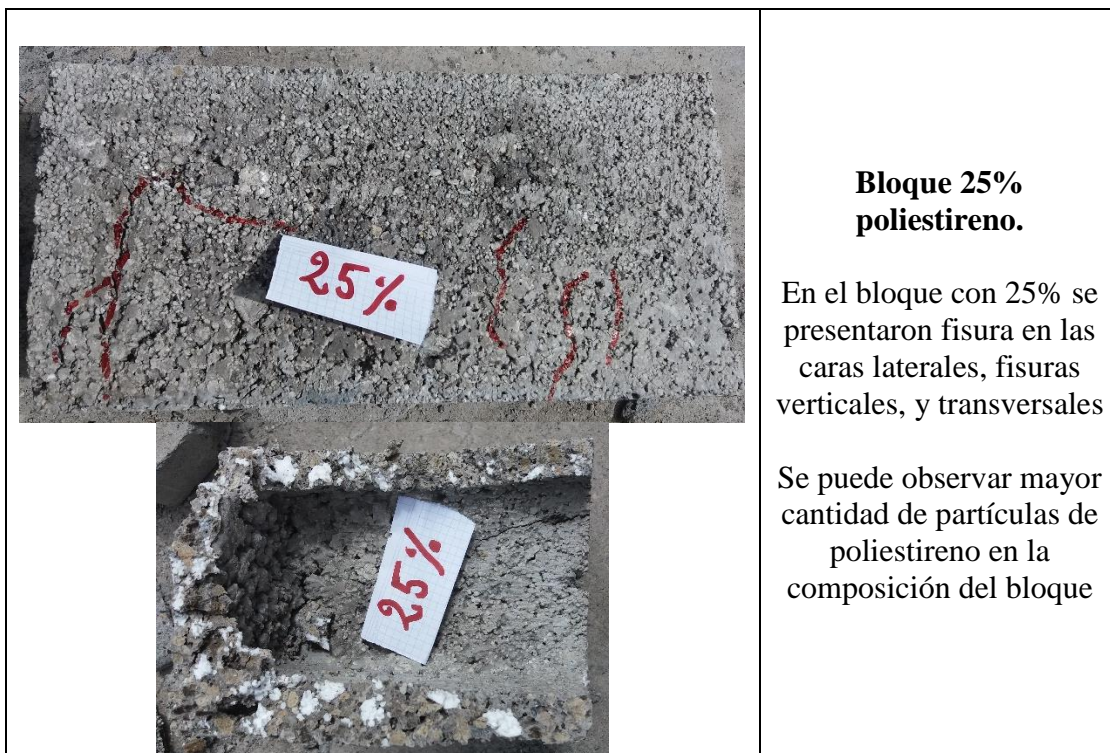


**Bloque 15%  
poliestireno.**

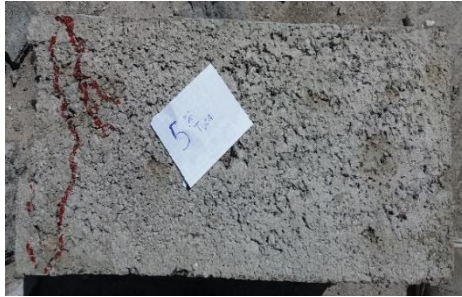
Presenta fisuras verticales en las caras laterales, mas no en área de carga

Se puede observar en mayor cantidad las partículas de poliestireno en la composición del bloque





Resultados fotográficos de bloques a diferentes porcentajes de tusa de maíz.



**Bloque 5% tusa de maíz**

En el bloque con tusa de maíz las fisuras fueron en los lados laterales del bloque. Se aprecia también las partículas de tusa de maíz en la sección del bloque.

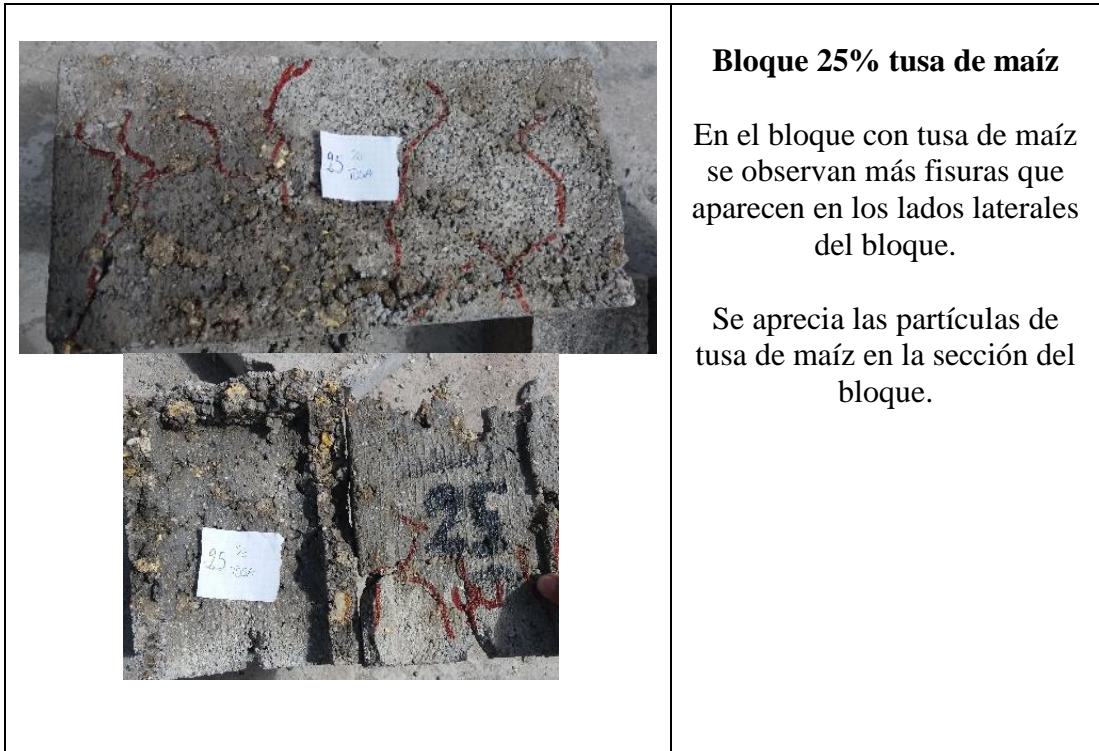
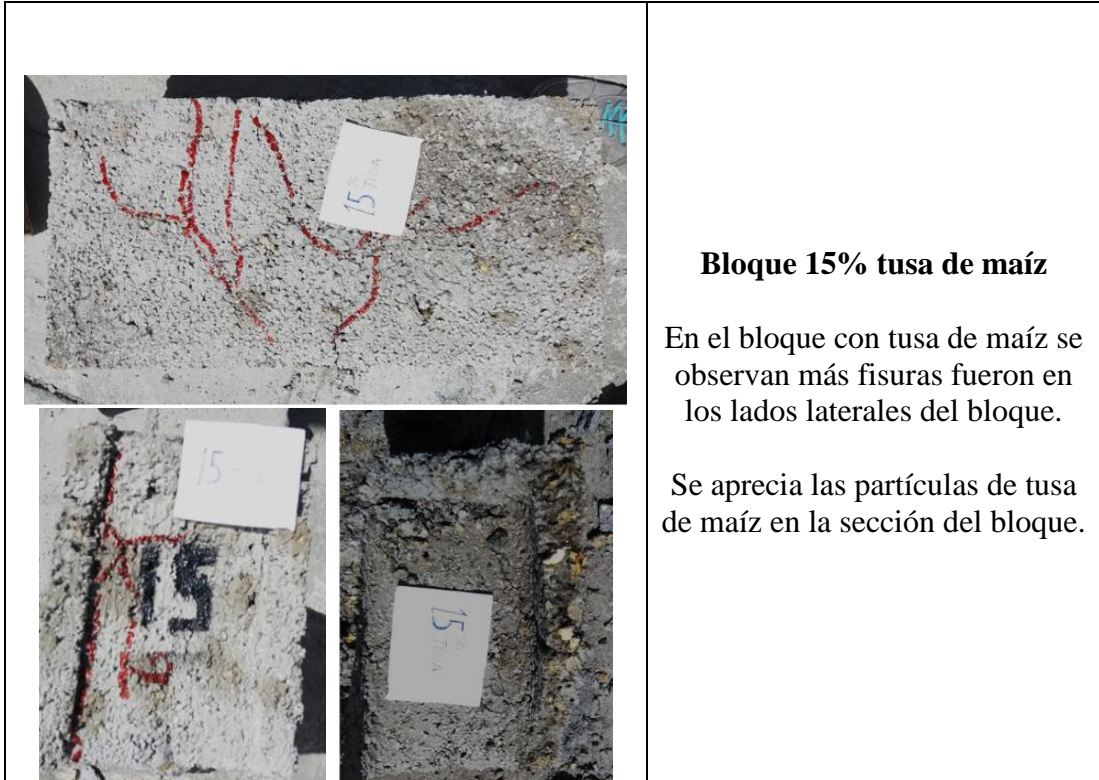


**Bloque 10% tusa de maíz**

En el bloque con tusa maíz al 10% se observan las fisuras fueron en los lados laterales del bloque.

Se aprecia también las partículas de tusa de maíz en la sección del bloque.







### **Bloque 50% tusa de maíz**

En el bloque con tusa de maíz se observan más fisuras que se presentaron en las caras laterales y también el desprendimiento de las esquinas del bloque.

Se aprecia mayor cantidad de las partículas de tusa de maíz en la sección del bloque.

## 2.5 Ensayo de absorción



Curado de bloques 24 horas



Masa de bloque sumergida  $M_i$



Masa de bloque saturada  $M_s$



Muestras secas en horno





Masa seca en horno Md



Masa de bloques secos por 24 horas



Muestras secas en horno



Muestras secas en horno







Masa seca en horno Md



Medidas de bloques secos por 24 horas



### Bloques secados en horno por 24 horas

	<p>Bloque con el 5% de poliestireno no presenta daños o anomalía que afecten a la pieza de bloque</p>
	<p>Bloque con el 10% de poliestireno presenta manchas amarillentas poco notorias en las paredes del bloque.</p>
	<p>Bloque con el 15% de poliestireno se aprecia mancha amarillenta más intensa en las paredes del bloque</p>
	<p>Bloques con tusa de maíz con el 5% y 10% no presenta ninguna anomalía que afecte o distorsione las piezas del bloque</p>

## 2.6 Análisis de precios unitarios .

### EQUIPO

1 volquete 8 m<sup>3</sup> de chasqui = 45\$

1 volquete 8 m<sup>3</sup> de arena = 50\$

1 saco cemento 50kg= 8\$

#### ▪ Precio de chasqui

$$\frac{45\$}{x} = \frac{8 \text{ m}^3}{0,027\text{m}^3}$$
$$x = \frac{45\$ \times 0,027\text{m}^3}{8 \text{ m}^3}$$
$$x = 0,152 \$$$

#### ▪ Precio de arena

$$\frac{50\$}{x} = \frac{8 \text{ m}^3}{0,027\text{m}^3}$$
$$x = \frac{50\$ \times 0,027\text{m}^3}{8 \text{ m}^3}$$
$$x = 0,168\$$$

#### - Rendimiento

$$\text{Rendimiento} = \frac{13,8 \text{ m}^3 / \text{ dia}}{8 \text{ horas}}$$



$$\text{Rendimiento} = 1,725$$

$$\frac{1}{1,725} = 0,57$$

$$\text{Jornal hora} = \frac{3,75 \$ \text{ por quintal}}{100 \text{ bloques}}$$



$$\text{Jornal hora} = 0,0375$$

**Tabla 58.** Análisis de precios unitario bloque tradicional

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
REALIZADO POR	Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta	FECHA	04/07/2017		
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO					
<b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO BLOQUE TRADICIONAL</b>					
<b>A. EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B		D=C*R
Herramienta menor		5% M O	0,062	*5%	0,003075
Mezcladora	1	0,09375	0,09375	0,57	0,053438
Bloquera	1	0,09375	0,09375	0,57	0,053438
Sub-Total					0,11
<b>B. MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/Hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	2	0,0375	0,075	0,82	0,062
Sub-Total					0,062
<b>C. MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Agua	lt	0,855	0,001	0,00085	
Cemento	kg	1,082	0,172	0,18610	
Arena	m3	0,0019	0,168	0,00032	
Chasqui	m3	0,0092	0,152	0,00139	
Sub-Total					0,19
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O)					0,36
COSTO INDIRECTO(5%)					0,01
<b>VALOR TOTAL UNITARIO</b>					<b>0,37</b>



**Fuente:** Verónica A. Chicaiza Ll

**Tabla 59.** Análisis de precios unitario bloque con poliestireno.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 					
REALIZADO POR	Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta			FECHA	04/07/2017
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO					
<b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO BLOQUE 5% POLIESTIRENO</b>					
<b>A. EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B		D=C*R
Herramienta menor		5% M O	0,062	*5%	0,0031
Mezcladora	1	0,09375	0,09375	0,57	0,0534
Bloquera	1	0,09375	0,09375	0,57	0,0534
Sub-Total				0,11	
<b>B. MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/Hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	2	0,0375	0,075	0,82	0,062
Sub-Total				0,062	
<b>C. MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Agua	lt	0,855	0,001	0,00085	
Cemento	kg	1,082	0,172	0,18610	
Arena	m <sup>3</sup>	0,0019	0,168	0,00032	
Chasqui	m <sup>3</sup>	0,0086	0,152	0,00131	
Poliestireno	m <sup>3</sup>	0,0005	0,0018	0,0000010	
Sub-Total				0,189	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O)				0,36	
COSTO INDIRECTO(5%)				0,01	
VALOR TOTAL UNITARIO				0,360	

Fuente: Verónica A. Chicaiza LI

**Tabla 60.** Análisis de precios unitario bloque con tusa de maíz.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
REALIZADO POR	Verónica Abigail Chicaiza Llumipanta		FECHA	04/07/2017	
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE BLOQUES TRADICIONALES Y BLOQUES ELABORADOS CON: POLIESTIRENO EXPANDIDO GRANULAR Y BLOQUES ELABORADOS CON TUSA DE MAÍZ TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO					
<b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO BLOQUE 5% TUSA DE MAÍZ</b>					
<b>A. EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa/Hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B		D=C*R
Herramienta menor		5% M O	0,062 *5%		0,0031
Mezcladora	1	0,09375	0,09375	0,57	0,0534
Bloquera	1	0,09375	0,09375	0,57	0,0534
Sub-Total				0,11	
<b>B. MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/Hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	2	0,0375	0,075	0,82	0,062
Sub-Total				0,062	
<b>C. MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Agua	lt	2,819	0,001	0,0028	
Cemento	kg	1,082	0,172	0,1861	
Arena	m <sup>3</sup>	0,0019	0,168	0,0003	
Chasqui	m <sup>3</sup>	0,0086	0,152	0,0013	
Tusa de maíz	m <sup>3</sup>	0,0005	0,000	0,0	
Tratamiento químico	kg	0,05	0,098	0,0049	
Sub-Total				0,195	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O)				0,37	
COSTO INDIRECTO(5%)				0,01	
<b>VALOR TOTAL UNITARIO</b>				<b>0,38</b>	

**Fuente:** Verónica A. Chicaiza LI