



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

TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

TEMA:

LA ADICIÓN DE BOTTELLAS PLÁSTICAS PET EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES ALIVIANADOS PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y SU EFECTO EN LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

AUTOR:

EDISON ANDRÉS PAGUAY CÓRDOVA

TUTOR:

ING. Mg. JORGE GUEVARA

Ambato – Ecuador


2019

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. Mg JORGE GUEVARA, certifico que el presente Trabajo Experimental bajo el tema “LA ADICIÓN DE BOTELLAS PLÁSTICAS PET EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES ALIVIANADOS PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y SU EFECTO EN LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”, es de autoría del Sr. Edison Andrés Paguay Córdova, el mismo que ha sido realizado bajo mi supervisión y tutoría.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ambato, julio del 2019



Ing. Mg. Jorge Guevara

AUTORÍA

Yo, Edison Andrés Paguay Córdova con C.I: 160058200-9, Egresado 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: “LA ADICIÓN DE BOTELLAS PLÁSTICAS PET EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES ALIVIANADOS PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y SU EFECTO EN LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”, es de mi completa autoría.

Ambato, julio del 2019



Edison Andrés Paguay Córdova

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo de Titulación bajo la modalidad de 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 Experimental con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando ésta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, julio del 2019



Edison Andrés Paguay Córdova

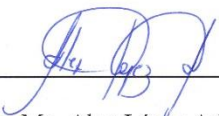
AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO


Los miembros del tribunal examinador aprueban el informe de investigación, sobre el tema: “LA ADICIÓN DE BOTELLAS PLÁSTICAS PET EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES ALIVIANADOS PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y SU EFECTO EN LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”, del egresado Edison Andrés Paguay Córdova, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Ambato, julio del 2019

Para constancia firman:



Ing. Mg. Alex López Arboleda



Ing. Mg. Galo Núñez Aldás

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a:

A mis padres Edison y Mónica quienes con su inmenso amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy una meta más; gracias por levantarme del suelo una y otra vez y enseñarme que de los fracasos y errores se toma fuerza y coraje para vencerlo todo. Gracias confiar en mí.

A mi hermano Alex, mi mejor amigo, que ha estado siempre ahí para apoyarme, darme una sonrisa cuando más lo necesitaba y festejar cada uno de mis logros. Gracias por ser el motivo de seguir viviendo.

Mi hermano Ramiro, que desde el cielo siempre me da la seguridad que todo va a salir bien.

Al resto de mi familia, abuelos, tíos y primos que de una u otra forma han contribuido para el logro de mis objetivos.

Edison Andrés Paguay Córdova

AGRADECIMIENTO

A Dios, por la vida que me dio y por la vida de las personas que amo y me aman.

A toda mi familia que estuvo presta a apoyarme en cualquier eventualidad presente en mi camino.

A mis compañeros y ahora colegas profesionales con quienes compartí la vida universitaria.

A la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato por abrirme las puertas y poder desarrollar mi camino profesional.

A mi tutor de tesis, Ing. Jorge Guevara por permitirme demostrarle que estoy preparado para llevar el título de Ingeniero Civil.

Y de forma especial a mis amigos de fórmula: Gabriel, Fernando y Sandra con quienes empecé esta carrera, luché codo a codo y en varias ocasiones los enfrente como rival.

Andrés “PSY” Paguay

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

A.- PÁGINAS PRELIMINARES

PORTADA	I
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	II
AUTORÍA.....	III
DERECHOS DE AUTOR	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	V
DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTO	VII
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIII
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XVI
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XVII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIX
RESUMEN EJECUTIVO	XX
ABSTRACT	XXI

B.- CONTENIDO

CAPÍTULO I.....	1
1.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	1
1.2. OBJETIVOS	3
1.2.1. Objetivo General	3
1.2.2. Objetivos Específicos.....	3
CAPÍTULO II	4
2.1. MATERIALES	4
2.1.1. Agregado grueso (Chasqui).....	4

2.1.2.	Agregado fino (Polvo).....	5
2.1.3.	Cemento	5
2.1.4.	Agua	6
2.1.5.	Plástico PET triturado	7
2.2.	MÉTODOS	9
2.2.1.	Obtención de los materiales	9
2.2.1.1.	Obtención del agregado grueso.....	9
2.2.1.2.	Obtención del agregado fino.....	9
2.2.1.3.	Obtención del plástico triturado PET.....	10
2.2.2.	Dosificación para elaboración de bloques.....	12
2.2.2.1.	Granulometría del Agregado Fino	13
2.2.2.2.	Granulometría del Agregado Grueso.....	15
2.2.2.3.	Densidad aparente suelta o masa unitaria del agregado grueso y fino.....	16
2.2.2.4.	Densidad real, densidad relativa o gravedad específica y absorción del agregado grueso.....	19
2.2.2.5.	Densidad real, densidad relativa o gravedad específica y absorción del agregado fino.....	20
2.2.2.6.	Densidad real del cemento	21
2.2.2.7.	Contenido de humedad del agregado fino y grueso.....	22
2.2.2.8.	Método de las Densidades Óptimas.....	23
2.2.2.9.	Dosificación con adición de plástico PET	25
2.2.3.	Elaboración de los bloques.....	26
2.2.3.1.	Almacenamiento de material pétreo	26
2.2.3.2.	Dosificación	27
2.2.3.3.	Mezcla de los materiales.....	28
2.2.3.4.	Moldeo de los bloques	29

2.2.3.5.	Secado y curado de los bloques	30
2.2.4.	Ensayos realizados a los bloques según la norma INEN 3066	32
2.2.4.1.	Ensayo de absorción, densidad y otros	32
2.2.4.2.	Resistencia a compresión simple	33
2.2.5.	Elaboración de la cámara hermética o de ensayo.....	33
2.2.6.	Elaboración de paredes con diferentes tipos de bloques.....	36
2.2.7.	Ensayo térmico según la norma NCh 849 y NCh 851	37
2.2.7.1.	Aislación térmica	37
2.2.7.2.	Transmitancia térmica.....	37
2.2.7.3.	Conductividad térmica.....	37
2.2.7.4.	Confort térmico.....	38
2.2.7.5.	Equipos para ensayo térmico	39
2.2.7.6.	Procedimiento del ensayo	41
2.2.8.	Ensayo acústico según la Norma NCh 2786 y NCh 2864.	42
2.2.8.1.	Confort acústico.....	42
2.2.8.2.	Aislamiento acústico.....	42
2.2.8.3.	Acondicionamiento acústico.....	42
2.2.8.4.	Ruido.....	42
2.2.8.5.	Niveles permisibles de ruido.....	43
2.2.8.6.	Equipos para ensayo acústico	45
2.2.8.7.	Procedimiento	46
CAPÍTULO III.....		47
3.1.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	47
3.1.1.	Dosificación Método de Densidad Óptima.....	47
3.1.1.1.	Dosificación inicial para bloques de 4 MPa.	47
3.1.1.2.	Reajuste de dosificación con POV del 15%.	49

3.1.1.3.	Reajuste de dosificación con POV del 20% (Bloque INEN 3066).....	51
3.1.1.4.	Dosificación final con 15% PET – 85% Chasqui.....	53
3.1.1.5.	Dosificación final con 25% PET – 75% Chasqui.....	55
3.1.1.6.	Dosificación final con 50% PET – 50% Chasqui.....	57
3.1.1.7.	Dosificación final con 75% PET – 25% Chasqui.....	59
3.1.1.8.	Resistencia a la compresión de Bloque de elaboración artesanal.	61
3.1.1.9.	Resumen de la resistencia a compresión de los tipos de bloque...	62
3.1.1.10.	Resumen de los pesos de los tipos de bloque.....	63
3.1.2.	Ensayos de Variación Térmica.....	64
3.1.2.1.	Ensayo térmico pared bloque Norma INEN 3066.....	64
3.1.2.2.	Ensayo térmico pared bloque artesanal.....	67
3.1.2.3.	Ensayo térmico pared bloque 15% PET.....	70
3.1.2.4.	Ensayo térmico pared bloque 25% PET.....	73
3.1.2.5.	Ensayo térmico pared bloque 50% PET.....	76
3.1.2.6.	Ensayo térmico pared bloque 75% PET.....	79
3.1.2.7.	Resumen de ensayo de variación térmica.....	82
3.1.2.8.	Elección del mejor espécimen del ensayo térmico.....	88
3.1.3.	Ensayos de Acondicionamiento acústico.....	89
3.1.3.1.	Ensayo acústico con pared de bloque Norma INEN 3066.....	89
3.1.3.2.	Ensayo acústico con pared de bloque artesanal.....	91
3.1.3.3.	Ensayo acústico con pared de bloque 15% PET.....	92
3.1.3.4.	Ensayo acústico con pared de bloque 25% PET.....	94
3.1.3.5.	Ensayo acústico con pared de bloque 50% PET.....	95
3.1.3.6.	Ensayo acústico con pared de bloque 75% PET.....	97
3.1.3.7.	Resumen de ensayo acústico.....	98
3.1.3.8.	Elección del mejor espécimen del ensayo acústico.....	102

3.2.	VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS	103
CAPÍTULO IV		104
4.1.	CONCLUSIONES	104
4.2.	RECOMENDACIONES	106

C.- MATERIAL BIBLIOGRÁFICO

BIBLIOGRAFÍA		107
ANEXOS		111
A 1.	Manual Xplorer GLX PASCO	111
A 2.	Ensayos a los materiales pétreos.	114
A 3.	Dosificación inicial al peso y volumen	136
A 4.	Reajuste de dosificación con POV del 15%	137
A 5.	Reajuste de dosificación con POV del 20%	138
A 6.	Valores del ensayo térmico de pared bloque INEN 3066.	139
A 7.	Valores del ensayo térmico de pared bloque artesanal.	141
A 8.	Valores del ensayo térmico de pared bloque 15% PET.	143
A 9.	Valores del ensayo térmico de pared bloque 25% PET.	145
A 10.	Valores del ensayo térmico de pared bloque 50% PET.	147
A 11.	Valores del ensayo térmico de pared bloque 75% PET.	149
A 12.	Elaboración de los mampuestos.	151
A 13.	Ensayos a los mampuestos según la norma INEN 3066.	152
A 14.	Elaboración de la cámara de ensayo térmico y acústico.	154
A 15.	Ensayo térmico y acústico.	155

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades físicas y químicas del PET	8
Tabla 2. Serie de Tyler y Límites especificados para agregado fino.	13
Tabla 3. Serie de Tyler y Límites especificados para agregado grueso.	15
Tabla 4. Resistencia a la compresión del Hormigón basado en la relación agua/cemento.....	23
Tabla 5. Cantidad de Pasta en función del asentamiento requerido.....	24
Tabla 6. Adición / Sustitución del plástico PET	26
Tabla 7. Dosificación artesanal al volumen.	27
Tabla 8. Absorción máxima de agua para bloques Clase A.....	32
Tabla 9. Resistencia neta mínima a compresión simple	33
Tabla 10. Niveles sonoros y tiempos de exposición.	44
Tabla 11. Valores límites permisibles de presión sonora.....	44
Tabla 12. Dosificación inicial para bloques de 4 MPa.....	47
Tabla 13. Resistencia a la compresión dosificación inicial.....	48
Tabla 14. Dosificación con reajuste de 15% de POV.	49
Tabla 15. Resistencia a la compresión de Dosificación con reajuste de 15% de POV.	50
Tabla 16. Dosificación con reajuste de 20% de POV.	51
Tabla 17. Resistencia a la compresión de Dosificación con reajuste de 20% de POV.	52
Tabla 18. Dosificación final con 15% PET – 85% Chasqui.	53
Tabla 19. Resistencia a la compresión Bloque 15% PET.	54
Tabla 20. Dosificación final con 25% PET – 75% Chasqui.	55
Tabla 21. Resistencia a la compresión Bloque 25% PET	56
Tabla 22. Dosificación final con 50% PET – 50% Chasqui.	57
Tabla 23. Resistencia a la compresión Bloque 50% PET	58
Tabla 24. Dosificación final con 75% PET – 25% Chasqui.	59
Tabla 25. Resistencia a la compresión Bloque 75% PET.	60
Tabla 26. Resistencia a la compresión Bloque elaboración artesanal.....	61
Tabla 27. Pérdida de resistencia en relación al porcentaje de PET adicionado.	62
Tabla 28. Pérdida de peso en relación al porcentaje de PET adicionado.....	63

Tabla 29. Análisis térmico en las caras de la pared Bloque Norma INEN 3066.	65
Tabla 30. Coeficiente de conductividad térmica Bloque INEN 3066.....	65
Tabla 31. Análisis térmico en los ambientes de la cámara con Bloque Norma INEN 3066.....	66
Tabla 32. Análisis térmico en las caras de la pared Bloque Artesanal.	67
Tabla 33. Coeficiente de conductividad térmica Bloque Artesanal.....	68
Tabla 34. Análisis térmico en los ambientes de la cámara con Bloque Artesanal....	69
Tabla 35. Análisis térmico en las caras de la pared Bloque 15% PET.	70
Tabla 36. Coeficiente de conductividad térmica Bloque 15% PET.....	71
Tabla 37. Análisis térmico en los ambientes de la cámara con Bloque 15% PET....	72
Tabla 38. Análisis térmico en las caras de la pared Bloque 25% PET	73
Tabla 39. Coeficiente de conductividad térmica Bloque 25% PET.....	74
Tabla 40. Análisis térmico en los ambientes de la cámara con Bloque 25% PET....	75
Tabla 41. Análisis térmico en las caras de la pared Bloque 50% PET.	76
Tabla 42. Coeficiente de conductividad térmica Bloque 50% PET.....	77
Tabla 43. Análisis térmico en los ambientes de la cámara con Bloque 50% PET....	78
Tabla 44. Análisis térmico en las caras de la pared Bloque 75% PET.	79
Tabla 45. Coeficiente de conductividad térmica Bloque 75% PET.....	80
Tabla 46. Análisis térmico en los ambientes de la cámara con Bloque 75% PET....	81
Tabla 47. Resumen del análisis térmico en las caras de las paredes y coeficientes de conductividad térmica.	83
Tabla 48. Resumen del análisis térmico en los ambientes de la cámara de ensayo. ...	86
Tabla 49. Elección del mejor espécimen del ensayo térmico.	88
Tabla 50. Niveles de sonido (dBA), pared bloque INEN 3066.	90
Tabla 51. Niveles de sonido (dBA), pared bloque artesanal.....	91
Tabla 52. Niveles de sonido (dBA), pared bloque 15% PET.....	93
Tabla 53. Niveles de sonido (dBA), pared bloque 25% PET.....	94
Tabla 54. Niveles de sonido (dBA), pared bloque 50% PET.....	96
Tabla 55. Niveles de sonido (dBA), pared bloque 75% PET.....	97
Tabla 56. Resumen del comportamiento acústico de los ambientes de la cámara....	99
Tabla 57. Elección del mejor espécimen del ensayo acústico.	102
Tabla 58. Análisis Granulométrico del Agregado Fino (Polvo).	114
Tabla 59. Análisis Granulométrico del Agregado Grueso (Chasqui).	116

Tabla 60. Densidad aparente suelta del Agregado fino y grueso.	118
Tabla 61. Densidad aparente compactada del Agregados fino y grueso.....	119
Tabla 62. Densidad aparente compactada de la mezcla de los agregados.	120
Tabla 63. Densidad real y capacidad de absorción del Agregado fino (Polvo).	122
Tabla 64. Densidad real y capacidad de absorción del Agregado grueso (Chasqui).	124
Tabla 65. Contenido de humedad del Agregado grueso (Chasqui).	126
Tabla 66. Contenido de humedad del Agregado fino (Polvo).	126
Tabla 67. Densidad real del cemento.	127
Tabla 68. Granulometría del plástico triturado PET.	129
Tabla 69. Densidad aparente suelta del plástico triturado PET.	131
Tabla 70. Densidad aparente compactada del plástico triturado PET.....	132
Tabla 71. Densidad real y capacidad de absorción del plástico triturado PET.....	133
Tabla 72. Contenido de humedad del plástico triturado PET.	134

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Chasqui tamizado.....	4
Ilustración 2. Polvo blanco.....	5
Ilustración 3. Plástico PET triturado.....	7
Ilustración 4. Minas de Chasqui.....	9
Ilustración 5. Mina de Polvo blanco.....	10
Ilustración 6. Acopio de botellas plásticas.....	11
Ilustración 7. Planta de tratamiento y limpieza.....	11
Ilustración 8. Planta de trituración.....	12
Ilustración 9. Granulometría del agregado fino.....	14
Ilustración 10. Granulometría del agregado grueso.....	16
Ilustración 11. Densidad suelta de los agregados.....	17
Ilustración 12. Densidad aparente compactada de los agregados.....	18
Ilustración 13. Densidad real del agregado grueso.....	19
Ilustración 14. Densidad real del agregado fino.....	20
Ilustración 15. Densidad real del cemento.....	21
Ilustración 16. Contenido de humedad de los agregados.....	22
Ilustración 17. Almacenamiento de material pétreo.....	27
Ilustración 18. Preparación y pesaje del material.....	28
Ilustración 19. Mezcla de los materiales según la dosificación.....	29
Ilustración 20. Moldeo de los bloques.....	30
Ilustración 21. Secado de lote de bloques.....	31
Ilustración 22. Curado de los bloques.....	31
Ilustración 23. Construcción de la cámara hermética.....	36
Ilustración 24. Elaboración de pared Tipo.....	36
Ilustración 25. Fuente emisora de calor.....	39
Ilustración 26. Sensor térmico de pared.....	39
Ilustración 27. Equipo sensor de temperatura/ nivel de sonido/ luz.....	40
Ilustración 28. Equipo Pasco Xplorer GLX.....	40
Ilustración 29. Ensayo térmico de paredes.....	41
Ilustración 30. Fuente emisor de sonido.....	45
Ilustración 31. Ensayo acústico de paredes.....	46

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Resumen de la resistencia a compresión de bloques.	62
Gráfico 2. Resumen de los pesos de los tipos de bloque.	63
Gráfico 3. Comportamiento térmico en las caras de la pared Bloque Norma INEN 3066.....	64
Gráfico 4. Comportamiento térmico en los ambientes de la cámara con Bloque Norma INEN 3066.	66
Gráfico 5. Comportamiento térmico en las caras de la pared Bloque Artesanal	67
Gráfico 6. Comportamiento térmico en los ambientes de la cámara con Bloque Artesanal.	69
Gráfico 7. Comportamiento térmico en las caras de la pared Bloque 15% PET.	70
Gráfico 8. Comportamiento térmico en los ambientes de la cámara con Bloque 15% PET.....	72
Gráfico 9. Comportamiento térmico en las caras de la pared Bloque 25% PET.	73
Gráfico 10. Comportamiento térmico en los ambientes de la cámara con Bloque 25% PET.....	75
Gráfico 11. Comportamiento térmico en las caras de la pared Bloque 50% PET.	76
Gráfico 12. Comportamiento térmico en los ambientes de la cámara con Bloque 50% PET.....	78
Gráfico 13. Comportamiento térmico en las caras de la pared Bloque 75% PET.	79
Gráfico 14. Comportamiento térmico en los ambientes de la cámara con Bloque 75% PET.....	81
Gráfico 15. Resumen del comportamiento térmico en las caras de las paredes.	82
Gráfico 16. Resumen de coeficientes de conductividad térmica entre paredes.	84
Gráfico 17. Resumen del comportamiento térmico en los ambientes de la cámara. .	85
Gráfico 18. Resumen de la variación térmica entre ambientes de la cámara de ensayo.	87
Gráfico 19. Transmisión de la presión sonora en ambientes con pared de bloque INEN 3066.....	89
Gráfico 20. Transmisión de la presión sonora en ambientes con pared de bloque artesanal.....	91

Gráfico 21. Transmisión de la presión sonora en ambientes con pared de bloque 15% PET.....	92
Gráfico 22. Transmisión de la presión sonora en ambientes con pared de bloque 25% PET.....	94
Gráfico 23. Transmisión de la presión sonora en ambientes con pared de bloque 50% PET.....	95
Gráfico 24. Transmisión de la presión sonora en ambientes con pared de bloque 75% PET.....	97
Gráfico 25. Resumen del comportamiento acústico de los ambientes de la cámara..	98
Gráfico 26. Resumen de los valores de aislación acústica de cada tipo de pared... 100	
Gráfico 27. Resumen de los valores de confort acústico en los ambientes de la cámara.	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cemento hidráulico.....	5
Figura 2. Agua para la mezcla de hormigón.	6
Figura 3. Ejemplo de ensayo de mezcla compactada.....	18
Figura 4. Modelo teórico propuesto por la norma NCh 851.	34
Figura 5. Vista en planta de la cámara hermética.	34
Figura 6. Vistas en perspectiva de la cámara hermética.	35
Figura 7. Esquema de la ubicación de los equipos emisores de calor y sonido.....	35
Figura 8. Conductividad térmica de materiales.....	37
Figura 9. Niveles máximos de ruido de acuerdo a la actividad.	42
Figura 10. Sonómetro digital.	45

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

TEMA: “LA ADICIÓN DE BOTELLAS PLÁSTICAS PET EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES ALIVIANADOS PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y SU EFECTO EN LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

AUTOR: Edison Andres Paguay Córdova

TUTOR: Ing. Mg. Jorge Guevara

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación se realizó con la finalidad de conocer la influencia que tiene los bloques alivianados de hormigón con plástico PET en la variación de temperatura y acondicionamiento acústicos por medio de una cámara hermética; para lo cual se elaboró una dosificación aplicando el Método de Densidades Optimas para la elaboración de bloques Tipo B según la norma NTE INEN 3066, que sirvió de base para elaborar las demás dosificaciones con adición de 15, 25, 50 y 75% de plástico PET sustituyendo al agregado grueso (Chasqui) y posteriormente elaborarse paredes tipo de 1,00 m x 0,70 m.

Conforme aumenta la adición de porcentaje de material PET, la resistencia a compresión disminuye en 4, 12, 30 y 50%, sin embargo sigue siendo superior al bloque artesanal tradicional; en cambio mientras más se adicione el material PET, su variación térmica y acústica mejora en relación a una pared de bloque tradicional y de bloque normado, indicando que la adición correcta del material PET influye significativamente en el control de la temperatura y aislamiento acústico en los ambientes de una vivienda al no permitir el paso del calor y ruido de un ambiente a otro; siendo el mejor espécimen resultante de los ensayos térmicos la pared elaborada con bloque con 50% de PET y la pared de bloques con 75% de PET para el ensayo acústico.

ABSTRACT

The present investigation has been carried out with the purpose of knowing the influence that the blocks of work with the plastic have with the temperature and the acoustic conditioning in the middle of a hermetic chamber; for what was done and a dosage was elaborated applying the Optima Density Method for the elaboration of Type B blocks according to the NTE INEN 3066 standard, which served as the basis to elaborate the other dosages with the addition of 15, 25, 50 and 75% of PET plastic replacing the coarse aggregate (Chasqui) and later elaborated type walls of 1.00 mx 0.70 m.

As it increases the percentage addition of PET material, the resistance to compression decreases by 4, 12, 30 and 50%, however it is still superior to the traditional artisan block; On the other hand, the more the PET material is added, the better the thermal and acoustic variation in relation to a traditional block and block wall, indicating that the correct addition of the PET material has a significant influence on the temperature control and sound insulation in the environments of a dwelling by not allowing the passage of heat and noise from one environment to another; being the best specimen resulting from the thermal tests the wall made with block with 50% PET and the block wall with 75% PET for the acoustic test.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Durante muchos años se ha evidenciado la necesidad de buscar materiales alternativos que presenten propiedades similares a los tradicionales y sean óptimos para el diseño y construcción de obras civiles. Esto debido a que los materiales tradicionales presentan características de durabilidad, resistencia, trabajabilidad y costos elevados, mientras que las botellas PET recicladas, aunque comparte estas mismas propiedades su precio son reducido y de fácil acceso [1].

En Colombia, la empresa Eco-Tec Soluciones en conjunto con la Pontificia Universidad Javeriana desarrollaron como una nueva opción ante este reto; una idea tecnológica llamada “construcción con botellas”, el cual se trata de un sistema de autoconstrucción que utiliza las botellas no retornables PET (plásticas) a manera de ladrillos. Las botellas se rellenan con tierra u otros materiales del lugar que se desalojan de la propia construcción y se sujetan unas a otras por medio de tensores formando un sistema biométrico. Este modelo constructivo ha mostrado ser eficiente por su bajo impacto medioambiental, su bajo presupuesto ya que utiliza mano de obra no calificada y materiales considerados como ‘desperdicios’; generando soluciones de vivienda sustentables y económicas, cumpliendo con las necesidades de las sectores sociales más pobres [2].

Desde el año 2001 la empresa Eco-Tec Soluciones ha sido la primera impulsadora en la construcción de este tipo de casas y tanques de almacenamiento de agua utilizando el sistema de botellas PET rellenas de tierra; realizándose en los laboratorios de la Universidad Javeriana, pruebas técnicas de comportamiento mecánico a compresión tanto de las botellas rellenas como de sistemas más complejos como muros [2].

Por otra parte, investigaciones realizadas por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) de Argentina, crearon un ladrillo a base de residuos de botellas de plástico. Para su elaboración se usa polietileno-tereftalato (más conocido como PET) procedente de envases descartables de bebidas, que en combinación con cemento pórtland como ligante, más un aditivo químico mejora la adherencia de las partículas plásticas al cemento. Este nuevo elemento permite reutilizar grandes cantidades de plástico, ya que cada ladrillo se hace con un promedio de 20 botellas desechables [3].

El proceso de elaboración de los mampuestos es similar al de los bloques de mortero de cemento, con la diferencia que en este modelo se reemplaza la arena gruesa por los plásticos triturados, la máquina que se utiliza para el moldeado de los mampuestos es una bloquera tradicional con un molde adaptado para la fabricación de ladrillos. Para cumplir con los requisitos establecidos por la Subsecretaría de Vivienda y Desarrollo Urbano de la Nación, las propiedades técnicas de los ladrillos y bloques con PET reciclado fueron evaluados en los laboratorios de la Universidad Nacional de Córdoba y en el INTI en la Capital Federal obteniendo el Certificado de Aptitud Técnica que permite la utilización de estos elementos constructivos en planes oficiales de vivienda, a partir de mayo del año 2006 [3].

En Ecuador, por medio de la Universidad San Gregorio de Portoviejo estudiantes plantearon el análisis de un bloque elaborado a base de mortero y plástico PET, valiéndose del proceso de recolección y el reciclado de las botellas y envases de dicho material, que mediante un proceso previo de trituración se convirtió en la materia prima necesaria para estos bloques, con los que se podrán realizar los diferentes ensayos técnicos para determinar las propiedades necesarias para poder ser utilizado en las diferentes áreas de la construcción. Y de acuerdo al resultado elaborar un pre-diseño de una vivienda de interés social para las personas de escasos recursos, y puedan acceder a una vivienda digna [4].

De la misma forma, en la Universidad del Azuay plantearon un nuevo concepto en diseño y elaboración de bloques tradicionales de construcción mediante un nuevo modelo con características físico-mecánicas y geométricas parecidas a las del bloque

convencional, siguiendo un nuevo concepto novedoso ya que para su elaboración se utilizaron materiales reciclados inorgánicos triturados como son el polietileno de tereftalato (PET) y el vidrio, que fueron sustitutos de los agregados del bloque tradicional; aportando de esta manera en el ámbito ambiental, social y tecnológico. Se diseñaron tres prototipos de eco bloques: PET, vidrio, PET más vidrio; que fueron sometidos a distintos ensayos de laboratorio, análisis técnicos, comparativos y de factibilidad frente al bloque tradicional; cumpliendo con los estándares y normativas NTE INEN [5].

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Evaluar el uso de botellas plásticas PET en la elaboración de bloques alivianados para viviendas unifamiliares y su variación de temperatura y acondicionamiento acústico.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Analizar el uso de botellas plásticas PET en la elaboración de bloques alivianados para viviendas unifamiliares.
- Determinar la variación de temperatura y acondicionamiento acústico en la cámara de ensayo.
- Elaborar bloques alivianados que cumpla con los parámetros de confort térmico y acústico según la normativa.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. MATERIALES

Los bloques de hormigón se elaboran con cemento hidráulico, áridos grueso y fino como: piedra partida, escombros volcánicos, piedra pómez, grava, arena u otros materiales inorgánicos inertes [6].

2.1.1. Agregado grueso (Chasqui)

Conocido como Pumita, es una roca volcánica producto de la solidificación del magma de composición rica en sílice. La pumita presenta un color más claro y menos denso que la escoria. En algunas muestras, los agujeros o poros son bastante evidentes y en gran cantidad lo que le permite flotar cuando se las coloca en agua [7].

Al ser un agregado de origen piroclástico su composición es ácida y almacena vidrios riolíticos. Son de color café claro de muy baja densidad por el hecho de ser de lavas esponjadas cuyos poros se formaron por el escape de los gases cuando la lava pasa por un proceso de solidificación [8].

Ilustración 1. Chasqui tamizado.



Fuente: Andrés Paguay

2.1.2. Agregado fino (Polvo)

Es una arena fina de color blanco producto de la trituración natural o artificial de rocas volcánicas, comúnmente extraídas de minas ubicadas en las faldas del volcán Cotopaxi [9]

Ilustración 2. Polvo blanco.



Fuente: Andrés Paguay

2.1.3. Cemento

El cemento portland es un cemento hidráulico producto de la pulverización del Clinker y la adición de silicatos de calcio hidráulicos con una o más formas de sulfatos de calcio que son agregados en el proceso de la molienda. Este componente al entrar en contacto con el agua forma una pasta conglomerante homogénea que se endurece y conserva su estructura tanto en aire como en agua [10].

Figura 1. Cemento hidráulico.



Fuente: <https://www.holcim.com.ec/>

Las características y requisitos que deben cumplir los cementos portland se establecen en la norma NTE INEN 152 y clasifica a los cementos portland de acuerdo a sus propiedades y usos específicos tomando en cuenta sus componentes y aditivos incorporados [11].

2.1.4. Agua

El agua que se utiliza en la reacción química del cemento portland debe ser potable, debido a que cumplen un papel importante como agua de amasado y principalmente como agua de curado, y su alteración afecta de forma directa en la resistencia a compresión de diseño.

El agua debe estar limpia, libre de impurezas, aceites, sales, azúcares, ácidos y materia orgánica; se puede utilizar el agua sin necesidad de realizar un análisis químico, simplemente con revisar que esté libre de olor, sabor, color y turbiedad. Está prohibido utilizar agua de alta montaña por su excesiva pureza que lo vuelve agresivo al hormigón y de ciénagas por su contenido de ácido tánico, el cual puede causar retardo en el fraguado y resistencia del hormigón.

El agua de amasado participa en la reacción de hidratación del cemento y ayuda a que el hormigón tenga un grado de trabajabilidad óptima para una correcta puesta en obra, sin embargo, su uso debe ser limitado y supervisado por un profesional ya que el agua en exceso, luego de evaporarse, crea una red de poros que disminuyen su resistencia. Cada litro de agua de amasado añadida equivale a una disminución de 2 kg de cemento, aproximadamente.

Figura 2. Agua para la mezcla de hormigón.



Fuente: <https://www.civilexcel.com/2012/02/.html>

El agua de curado sin duda, es la más importante en la etapa de fraguado y el primer endurecimiento ya que evita la desecación, mejora la hidratación del cemento, evita la retracción prematura y la aparición de grietas, por lo que en lo posible, el hormigón debe estar saturado o cerca de la saturación para que se desarrolle todas las propiedades de diseño y el potencial de resistencia a compresión [12].

2.1.5. Plástico PET triturado

El tereftalato de polietileno, politereftalato de etileno o más conocido como PET, es un polímero que forma parte de la familia de los poliésteres producto de la polimerización del etilenglicol con ácido tereftálico [1].

Es un plástico perteneciente al grupo de los materiales sintéticos termo formables. Dentro de sus usos más comunes destacan: fibras, envases y empaques misceláneos. La reutilización de este plástico ha llevado a crear un proceso de transformación en el cual, las botellas se trituran en molinos para la obtención de hojuelas que se convierte en la materia prima para elaboración de nuevos productos [13]

Ilustración 3. Plástico PET triturado.



Fuente: Andrés Paguay

Características del plástico PET

El PET es un producto sintético derivado del petróleo que posee algunas características significativas como [1]:

- Ligereza e impermeabilidad
- Resistencia a esfuerzos permanentes y de desgaste
- Alta rigidez y dureza
- Buenas propiedades térmicas
- No es tóxico (inerte)
- Alta resistencia química

Propiedades físicas y químicas del PET

Según informes proporcionadas por la misma industria del plástico, aquí se muestran las propiedades más relevantes [1]:

Tabla 1. Propiedades físicas y químicas del PET

Propiedad	Unidad	Valor
Densidad	g/cm ³	1,34 – 1,39
Resistencia a la tensión	MPa	59 -72
Resistencia a la compresión	MPa	76 - 128
Resistencia al impacto	J/mm	0,01 – 0,04
Dureza	--	Rockwell M94 -M101
Dilatación térmica	10e-4 / °C	15,2 - 24
Resistencia al calor	°C	80 - 120
Resistencia dieléctrica	V/mm	13.780 – 15.750
Absorción de agua	%	0,02
Efecto de luz solar	--	Se decolora ligeramente
Calidad óptica	--	Transparente a opaco
Temperatura de fusión	°C	244 - 254

Fuente: Industria del Plástico. RPET. Richardson & Lokensgard

2.2. MÉTODOS

Este trabajo de investigación se realizara empleando una metodología de investigación bibliográfica, experimental, de laboratorio y aplicada para el cumplimiento de los objetivos propuestos mediante el procedimiento descrito a continuación.

2.2.1. Obtención de los materiales

2.2.1.1. Obtención del agregado grueso

El agregado grueso utilizado en la elaboración de bloques tradicionales es Lapili o comúnmente llamado Chasqui; que es un material de origen volcánico cuya explotación mayoritaria se encuentra en las canteras de Latacunga, en las faldas del volcán Cotopaxi.

El material para este proyecto fue extraído de la Mina "Niño de Isinche" Cod. 201006 con un costo por volqueta que puede variar desde los 60 a 80 dólares cuando el material se encuentra en estado natural; hasta los 100 dólares cuando el material ya es tamizado; estos valores son referenciales a una volqueta de 10 m³ de volumen [8].

Ilustración 4. Minas de Chasqui.



Fuente: Andrés Paguay

2.2.1.2. Obtención del agregado fino

El agregado fino para la elaboración de los bloques será una arena de la zona de Latacunga denominado como “polvo” o “polvo azul”, de textura suave y liviana que

se lo encuentra cerca a zonas pobladas en minas que están dispersas entre Latacunga y Pujilí. El material para este proyecto fue extraído de la Mina " PROFUTURO" Cod. 201004 [8].

Ilustración 5. Mina de Polvo blanco.



Fuente: Andrés Paguay

Su proceso de obtención es básico, el cual necesita una gallineta para perfilar la montaña y dejar caer el material al suelo para ser cargado en volquetas y ser transportado. Su costo es relativamente menor al chasqui, el precio por volqueta de 10 m³ varia en 30 a 50 dólares [8].

2.2.1.3. Obtención del plástico triturado PET

El reciclaje y la reutilización son el punto de partida mediante el cual los productos desechados pueden dar un uso igual o distinto para el cual fueron creados. Este proceso conlleva a la adquisición del material por medio de la compra a recolectores de calle, entidades recicladoras o de forma independiente con la implantación de un sistema clasificación de desechos [1].

La forma de reciclaje independiente es el sistema de adquisición más económico ya que se puede implantar en hogares, centros de educación, centros de salud, locales comerciales, entre otros, mediante una clasificación y recolección diferenciada por medio de tachos de colores que separan los distintos tipos de desechos inorgánicos [5].

El proceso que tiene el material PET desde su adquisición hasta su trituración es el siguiente:

- Proceso de acopio.- se recolecta la mayor cantidad de materiales plásticos provenientes de centros grandes de reciclaje o de pequeños establecimientos que almacenan dicho material como hogares, centros de educación, tiendas de abarrotes, entre otros; en este proceso se los separa y clasifica manualmente por tipos de plásticos y se los almacena en pacas [1].

Ilustración 6. Acopio de botellas plásticas.



Fuente: Andrés Paguay

- Proceso de tratamiento.- parte con la descontaminación y compactación del plástico. Aquí el material se somete a una serie de procedimientos físicos, químicos y térmicos que garantizan que el plástico puede ser manejado sin ningún riesgo para la salud del ser humano [5].

Ilustración 7. Planta de tratamiento y limpieza.



Fuente: Andrés Paguay

- Proceso de trituración.- los plásticos entran a varias trituradoras con diferentes tamaños y separación de aspas y los muelen hasta convertirlos en hojuelas,

gránulos o polvo, dependiendo del uso que se le vaya a dar al material [5]. Dentro de los usos más comunes que se le da en la construcción son en mezclas asfálticas, elaboración de hormigones y elaboración de mampuestos. Las botellas plásticas que no son trituradas pasan a ser rellenas con tierra y escombros para formar paredes prefabricadas o pequeños muros de contención [1].

Ilustración 8. Planta de trituración.



Fuente: Andrés Paguay

2.2.2. Dosificación para elaboración de bloques

El método que se utilizará para la dosificación es el Método de Densidades Optimas que es un método desarrollado por los Laboratorios de Hormigón de la Universidad Central del Ecuador como una variante a la dosificación propuesta por la el A.C.I (American Concrete Institute) [14].

La facilidad que presenta este método en el diseño de mezclas de hormigón radica en el uso de áridos con granulometría “deficiente”, que no cumplen las normas norteamericanas para ser aplicado el método de diseño del A.C.I [14].

El fundamento de este método parte de la consigna de utilizar una cantidad de pasta con una buena combinación de agregados que dé el menor porcentaje de vacíos posible para obtener un hormigón de buena calidad [14].

Con el objetivo de realizar una correcta dosificación del hormigón para la elaboración de los bloques, es necesario realizar ensayos a los agregados para conocer las propiedades físicas. Los procedimientos de los ensayos se encuentran descritos en las normas ASTM e INEN y son los siguientes:

- Granulometría del agregado fino y grueso según la norma NTE INEN 696.
- Densidad aparente o masa unitaria suelta y compactada del agregado grueso y fino según la norma NTE INEN 858.
- Densidad real, densidad relativa o gravedad específica y absorción del agregado grueso según la norma NTE INEN 857.
- Densidad real, densidad relativa o gravedad específica y absorción del agregado fino según la norma NTE INEN 856.
- Densidad real del cemento según la norma NTE INEN 156.
- Contenido de humedad del agregado grueso y fino según la norma NTE INEN 862.

2.2.2.1. Granulometría del Agregado Fino

Este método se utiliza principalmente para determinar la graduación de materiales para ser utilizados como áridos para hormigón mediante el tamizado de una muestra en una serie de tamices llamada de Serie de Tyler. En suelos finos, las propiedades mecánicas e hidráulicas dependen del grado de estructuración e historia geológica, siendo inútil el conocimiento de su granulometría; sin embargo para hormigones, el ingeniero debe estar familiarizado con los criterios técnicos basados en la distribución granulométrica y con los ensayos más importantes para su determinación [15].

Para que un agregado fino pueda ser utilizado para hormigón, su granulometría debe estar comprendida en los límites especificados continuación.

Tabla 2. Serie de Tyler y Límites especificados para agregado fino.

TAMIZ INEN	TAMIZ ASTM	PORCENTAJE QUE PASA
9.5 mm	3/8 "	100
4.75 mm	# 4	95 - 100
2.36 mm	# 8	80 - 100
1.18 mm	# 16	50 - 85
0.60 mm	# 30	25 - 60
0.30 mm	# 50	10 - 30
0.15 mm	# 100	2 - 10
0.074 mm	# 200	-

Fuente: NTE INEN 872.

De acuerdo a la norma ASTM C125, el módulo de finura para arenas para hormigones deben estar entre 2.3 y 3.1; si el módulo de finura disminuye, el material es más fino y representa un aumento en la superficie específica y viceversa; esto afecta en la trabajabilidad, textura superficial, sangrado de concreto y sobre todo economía [12].

Procedimiento:

- Secar la muestra hasta obtener una masa constante a temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ por un periodo de 24 horas.
- Tomar una muestra representativa no menor a 300 gramos para ensayar.
- Ordenar los tamices en forma descendente como se muestra en la Tabla 2.
- Verter la muestra sobre los tamices y colocarlo sobre la tamizadora.
- El tiempo de tamizado debe ser el necesario para que no más del 1% en masa del material retenido pase el tamiz durante 1 minuto de tamizado manual continuo.
- Pesar el contenido de cada tamiz en una balanza electrónica.
- Calcular el módulo de finura como la centésima parte de la suma de los porcentajes retenidos acumulados en los tamices #100, #50, #30, #16, #8, #4, 3/8" y 3/4" o según lo que especifique la norma ASTM C125 [16].

Ilustración 9. Granulometría del agregado fino.



Fuente: Andrés Paguay

2.2.2.2. Granulometría del Agregado Grueso

Es el proceso para determinar la proporción en que participan las partículas del suelo en relación a de sus tamaños. Esa proporción se llama gradación del suelo. En suelos gruesos, la granulometría se puede determinar por mallas y la distribución de tamaños puede revelar propiedades físicas del material; es decir, un suelo grueso bien graduado con amplia gama de tamaños, presenta un comportamiento ingenieril más favorable que los suelos con granulometría uniforme [15].

Para que un agregado grueso pueda ser utilizado para hormigón, su granulometría debe estar comprendida en los límites especificados a continuación.

Tabla 3. Serie de Tyler y Límites especificados para agregado grueso.

TAMIZ INEN	TAMIZ ASTM	PORCENTAJE QUE PASA
50.80 mm	2"	100
38.10 mm	1 ½"	95 - 100
26.67 mm	1"	-
18.85 mm	¾"	35 - 70
13.32 mm	½"	-
9.5 mm	3/8"	10 - 30
0.15 mm	#4	0 - 5

Fuente: NTE INEN 872

Varios estudios han demostrado que una resistencia a compresión alta con elevada cantidad de cemento y baja relación agua-cemento, se logra manteniendo un tamaño nominal máximo en lo mínimo posible. Para la elaboración de hormigones, el agregado grueso debe tener un tamaño nominal máximo entre ¾" a 1 ½" [12].

Procedimiento:

- Secar la muestra hasta obtener una masa constante a temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ por un periodo de 24 horas.
- Tomar una muestra representativa no menor a 1000 gramos para ensayar.
- Ordenar los tamices en forma descendente como se muestra en la Tabla 3.
- Verter la muestra sobre los tamices y colocarlo sobre la tamizadora o agitar manualmente.

- El tiempo de tamizado debe ser el necesario para que no más del 1% en masa del material retenido pase el tamiz durante 1 minuto de tamizado manual continuo.
- Pesarse el contenido de cada tamiz en una balanza electrónica.
- Calcular el tamaño nominal máximo del agregado, analizando el primer tamiz anterior en el que exista el 15% o más de material retenido acumulado [16].

Ilustración 10. Granulometría del agregado grueso.



Fuente: Andrés Paguay

2.2.2.3. Densidad aparente suelta o masa unitaria del agregado grueso y fino

➤ Densidad aparente suelta del agregado fino y grueso

Se calcula como la relación entre la masa del agregado que ocupa en un recipiente para el volumen del recipiente. Este cálculo es utilizado para determinar los valores de masa unitaria o peso unitario que son necesarios para establecer una dosificación en mezclas de hormigón [17].

Procedimiento:

- Determinar el peso y el volumen del recipiente.
- Colocar el agregado con una pala desde una altura no mayor a 5 cm del borde del recipiente hasta llenarlo, enrazar con la varilla metálica de punta redonda y pesar.
- Determinar la densidad aparente suelta dividiendo el peso solo del agregado para el volumen del recipiente.

Ilustración 11. Densidad suelta de los agregados.



Fuente: Andrés Paguay

➤ **Densidad aparente compactada del agregado fino y grueso**

Se calcula como la relación entre la masa del agregado compactado que ocupa en un recipiente para el volumen del recipiente. Este cálculo es utilizado para determinar los valores de masa unitaria o peso unitario que son necesarios para establecer una dosificación en mezclas de hormigón [17].

Procedimiento:

- Determinar el peso y el volumen del recipiente.
- Llenar el recipiente con el agregado hasta $1/3$ de su volumen y compactar con la varilla de acero de punta redonda dando 25 golpes de forma distribuida sin golpear el fondo del recipiente.
- Colocar la segunda capa de material hasta los $2/3$ de su volumen y repetir los 25 golpes sin que estos penetren la capa anterior.
- Llenar el recipiente sobrepasando el borde, compactar, enrasar y pesar.

Ilustración 12. Densidad aparente compactada de los agregados.

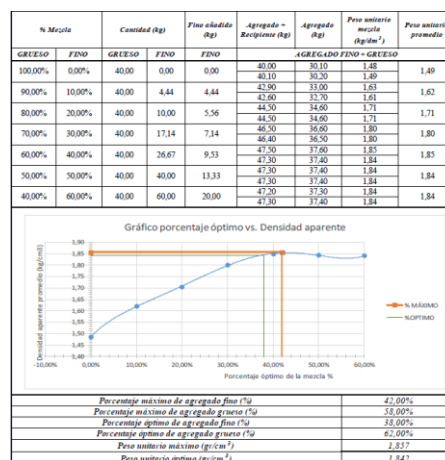


Fuente: Andrés Paguay

➤ **Densidad aparente compactada de la mezcla**

Para el método a emplearse en la dosificación de los bloques se necesita una densidad aparente compactada de una mezcla de agregado fino con grueso. Se utiliza el método descrito para las densidades aparentes en la norma NTE INEN 858, en la que se va determinando una densidad aparente para diferentes porcentajes de agregado fino y grueso hasta obtener una densidad máxima de la mezcla. Según el procedimiento de dosificación “Método de Densidad Optima”, el porcentaje óptimo de agregado fino se obtienen restando un 4% a su respectivo valor máximo y en el caso del agregado grueso, este se suma el 4%, porcentajes con los que se interseca en la curva de densidades.

Figura 3. Ejemplo de ensayo de mezcla compactada.



Fuente: Herrera Agustín. Tesis de Grado. Universidad Técnica

2.2.2.4. Densidad real, densidad relativa o gravedad específica y absorción del agregado grueso

El peso específico, gravedad específica o densidad relativa es la característica utilizada para el cálculo del volumen ocupado por un árido en la mezcla de hormigón u otras mezclas que se basan en un volumen absoluto. La gravedad específica también se utiliza para calcular el porcentaje de vacíos entre las partículas del árido, calcular la humedad superficial mediante desplazamiento de agua y la capacidad de absorción que posee el árido [18].

Procedimiento:

- Sumergir en agua una muestra mayor a los 1000 gramos de árido grueso por un periodo de 24 ± 4 horas.
- Extraer la muestra y retirar el agua superficial con una toalla hasta que el material se encuentre en un estado SSS (Saturado Superficie Seca), es decir, que el material no presente la brillosidad por humedad.
- Determinar el peso específico aplicando el método volumétrico utilizando la canastilla metálica con tapa.
- Determinar la capacidad de absorción pesando una muestra en estado SSS y luego dejarla secar al horno por 24 horas. Comparar la diferencia en relación a la muestra secada al horno entre el peso inicial de la muestra SSS y su peso secado al horno.

Ilustración 13. Densidad real del agregado grueso.



Fuente: Andrés Paguay

2.2.2.5. Densidad real, densidad relativa o gravedad específica y absorción del agregado fino

El peso específico, gravedad específica o densidad relativa es la característica utilizada para el cálculo del volumen ocupado por un árido en la mezcla de hormigón u otras mezclas que se basan en un volumen absoluto. La gravedad específica también se utiliza para calcular el porcentaje de vacíos entre las partículas del árido, calcular la humedad superficial mediante desplazamiento de agua y la capacidad de absorción que posee el árido [19].

Procedimiento:

- Sumergir en agua una muestra de 500 gramos de árido fino por un periodo de 24 ± 4 horas.
- Extraer la muestra y retirar el agua superficial hasta que el material se encuentre en un estado SSS (Saturado Superficie Seca), se comprueba con el ensayo del cono truncado.
- Determinar el peso específico aplicando el método volumétrico, midiendo el volumen desplazado por el árido en un picnómetro calibrado.
- Determinar la capacidad de absorción pesando una muestra de 500 gr en estado SSS y luego dejarla secar al horno por 24 horas. Comparar la diferencia en relación a la muestra secada al horno entre el peso inicial de la muestra SSS y su peso secado al horno.

Ilustración 14. Densidad real del agregado fino.



Fuente: Andrés Paguay

2.2.2.6. Densidad real del cemento

La determinación de la densidad real del cemento consiste en establecer la razón entre la masa del cemento y el volumen de un líquido no reactivo de la masa que se desplaza en un frasco de Le Chatelier o de un picnómetro. Para la determinación de la densidad se debe utilizar querosén libre de agua o nafta y que posea un densidad mayor a 0.73 g/cm^3 en una temperatura de $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$.

Los valores de densidad real varia muy poco de un cemento a otro y estos valores oscilan entre 2.9 gr/cm^3 a 3.15 gr/cm^3 [20].

Procedimiento:

- Pesarse los equipos antes de su uso.
- Colocar una cantidad de cemento en el picnómetro evitando que quede partículas en las paredes.
- Verter gasolina hasta $2/3$ del volumen del balón del picnómetro.
- Sacar el aire del picnómetro con movimientos circulares y en posición inclinada por 2 minutos.
- Aplicar el método volumétrico de desplazamiento para determinar masa, volumen y densidad del cemento.

Ilustración 15. Densidad real del cemento.



Fuente: Andrés Paguay

2.2.2.7. Contenido de humedad del agregado fino y grueso

El contenido de humedad de un árido se lo define como la humedad que se evapora de una muestra en estado natural al ser secado en un horno. La humedad que se pierde en el secado corresponde a la humedad superficial y a la humedad contenida en los poros del árido [21].

Procedimiento:

- Pesar los recipientes metálicos a ocupar.
- Proporcionar una muestra natural representativa que no supere el volumen del recipiente.
- Pesar la muestra y dejarla secar en el horno por un periodo de 24 horas.
- Pesar la muestra seca.
- Expresar la cantidad de agua evaporada como porcentaje respecto a la masa de la muestra seca.

Ilustración 16. Contenido de humedad de los agregados.



Fuente: Andrés Paguay

2.2.2.8. Método de las Densidades Óptimas

Este método se desarrolló en los laboratorios de la Universidad Central del Ecuador y de información tomada del seminario dictado por el Ing. Marco Garzón en 2010 sobre el módulo de elasticidad del hormigón [12].

Procedimiento:

1. Seleccionar la relación agua/cemento (W/C) de la siguiente tabla.

Tabla 4. Resistencia a la compresión del Hormigón basado en la relación agua/cemento.

Resistencia a la compresión a los 28 días en Mpa ($f'c$)	Relación agua/cemento
45	0.37
42	0.4
40	0.42
35	0.46
32	0.5
30	0.51
28	0.52
25	0.55
24	0.56
21	0.58
18	0.6

Fuente: Garzón M (2010). Seminario de investigación sobre el módulo de elasticidad del hormigón.

2. Calcular la Densidad Real de la Mezcla (DRM).

$$DRM = \frac{DRA \times POA + DRR \times POR}{100}$$

Ecuación 1. Densidad Real de la Mezcla.

3. Calcular el Porcentaje Óptimo de Vacíos (POV).

$$POV = \frac{DRM - DOM}{DRM} \times 100$$

Ecuación 2. Porcentaje Óptimo de Vacíos

4. Calcular la cantidad de pasta (CP).

La ecuación se escogerá según el grado de trabajabilidad y plasticidad adecuados en base a su asentamiento requerido.

Tabla 5. Cantidad de Pasta en función del asentamiento requerido.

Asentamiento en cm	Cantidad de Pasta en %
0 - 3	POV + 2% + 3%(POV)
3 - 6	POV + 2% + 6%(POV)
6 - 9	POV + 2% + 8%(POV)
9 - 12	POV + 2% + 11%(POV)
12 - 15	POV + 2% + 13%(POV)

Fuente: Garzón M (2010). Seminario de investigación sobre el módulo de elasticidad del hormigón.

5. Calcular la cantidad de cemento (C).

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

Ecuación 3. Cantidad de Cemento.

6. Calcular la cantidad de Agua (W).

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

Ecuación 4. Cantidad de agua.

7. Calcular la cantidad de Agregado fino (A).

$$A = (1000 - CP) * \frac{DRA * POA}{100}$$

Ecuación 5. Cantidad de agregado fino.

8. Calcular la cantidad de Agregado grueso (R).

$$R = (1000 - CP) * \frac{DRR * POR}{100}$$

Ecuación 6. Cantidad de agregado grueso.

9. Calcular la dosificación al peso.

$$Dosificación (W, C, A, R) = \frac{Cantidad\ de\ material\ (W, C, A, R)\ por\ m^3}{Cantidad\ de\ cemento\ (C)}$$

Ecuación 7. Dosificación de materiales al peso.

Los valores que se calculan en la dosificación están bajo la hipótesis de que los materiales empleados están en condición SSS, lo cual es muy poco probable que se cumpla en obra por lo que es necesario realizar una corrección por humedad a los agregados. Se recomienda también, tener un control minucioso de la cantidad de agua usada analizando su asentamiento de diseño [12].

2.2.2.9. Dosificación con adición de plástico PET

La dosificación con adición de plástico PET parte de la dosificación original para bloques Tipo B, en la cual se realizara una adición en función de la densidad aparente suelta del Chasqui y del plástico PET. El peso original del Chasqui se convierte la volumen multiplicando por su densidad aparente suelta, ese volumen se lo multiplica por el porcentaje de PET adicionado, su restante pasa a ser el volumen del chasqui;

estos dos volúmenes de material se los vuelve a multiplicar por su respectiva densidad aparente suelta para ser transformada nuevamente a peso en Kg.

Tabla 6. Adición / Sustitución del plástico PET

Cant. A mezclar	Densidad Aparente suelta Kg/dm3	Volumen dm3	Vol. Con 0,25 PET	Material	Vol dm3	Cantidades kg
51,83	-	-		W		51,83
31,63	-	-		C		31,63
94,73	0,81	116,62		A	116,62	94,73
40,21	0,60	67,48	16,87	R	50,61	30,16
	0,40			PET	16,87	6,67

Fuente: Andrés Paguay

2.2.3. Elaboración de los bloques

Las bloqueras de la ciudad de Ambato encargadas de fabricar los mampuestos varían la proporción de los materiales utilizados (Chasqui, polvo, chispa, arena, ripio, entre otros), en base a la experiencia obtenida con los años. A pesar de proveer bloques con una calidad visiblemente buena, desconocen la capacidad real del mampuesto que venden y su requerimiento técnico.

La producción en masa de los mampuestos no se basa en la clasificación, uso o resistencia que requiere la norma, sino se basa en el costo bruto de producción, volumen de unidades y las dimensiones que el cliente solicite.

2.2.3.1. Almacenamiento de material pétreo

Los materiales son traídos de minas o canteras transportados en camiones o volquetas para ser vertidos en grandes patios donde se fabrican los bloques.

- **Material pétreo**

El material es colocado en espacios amplios separados uno de otro según el tipo de material y tamaño.

- **Cemento.**

Es almacenado en bodegas construidas con los mismos bloques, su apilamiento se lo hace sobre tablonces elevados para evitar el contacto con el suelo y con el agua.

- **Agua**

La mayor parte de bloqueras usan agua de sequias o directamente del grifo, sin embargo, algunas poseen sistema de bombeo para verter el agua directamente en el tambor de mezclado.

Ilustración 17. Almacenamiento de material pétreo.



Fuente: Andrés Paguay

2.2.3.2. Dosificación

La dosificación empleada por las bloqueras artesanales son únicamente cantidades por volumen mediante el uso de carretillas para cuantificar los agregados pétreos y baldes plásticos para medir el agua. La dosificación artesanal que se muestra a continuación es una aproximación empleada por las bloqueras de la ciudad de Ambato.

Tabla 7. Dosificación artesanal al volumen.

Material	Volumen (Carretillas)
Chasqui	6
Polvo	3
Cemento	1
Agua (Baldes)	4

Fuente: Andrés Paguay

En base a la experiencia de los artesanos, la dosificación empleada para un saco de cemento, la cantidad de bloques obtenidos son de aproximadamente 80 a 120 bloques.

Para el proyecto, se prepararan con anticipación las cantidades a mezclar de chasqui, polvo blanco, cemento, plástico triturado PET y agua, con el fin de agilizar el tiempo de producción en el proceso de elaboración. Se tendrá especial control en la cantidad de agua añadida a la mezcla [8].

Ilustración 18. Preparación y pesaje del material.



Fuente: Andrés Paguay

2.2.3.3. Mezcla de los materiales

Para garantizar la homogeneidad de la mezcla se utiliza una mezcladora giratoria con una capacidad aproximada de medio metro cubico; este cuenta con tres palas que rotan a distinta distancia del centro garantizando una óptima mezcla. El proceso parte añadiendo primero el chasqui o cascajo, el polvo y el agua, y se lo deja amasar por 3 a 4 minutos, por último se añade el cemento con el fin de evitar que este se introduzca en los poros y disminuya la resistencia a compresión del bloque. Con todos los materiales listos, se mezcla por 3 minutos y se procede a vaciar en los moldes.

Ilustración 19. Mezcla de los materiales según la dosificación.

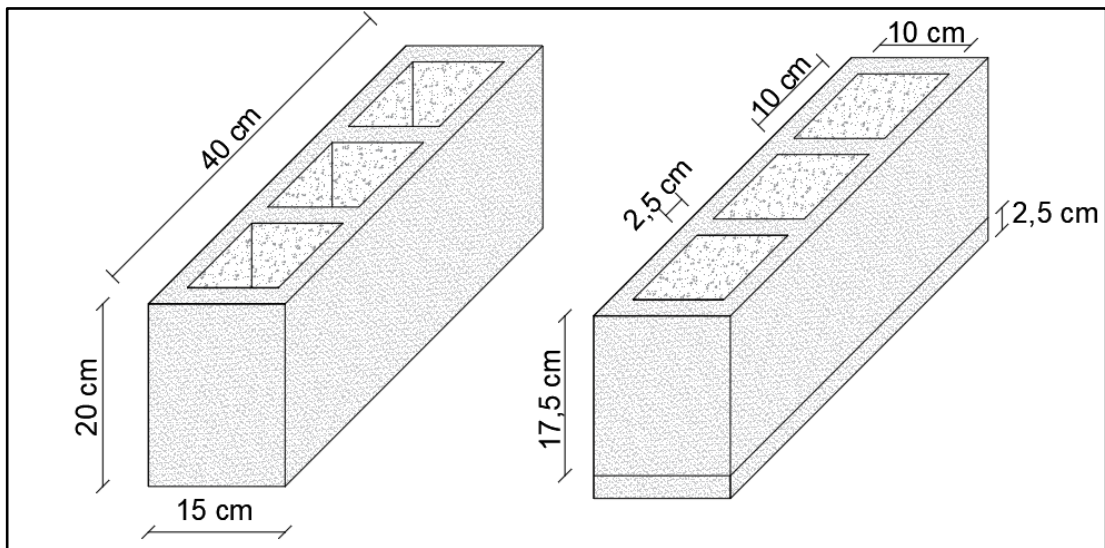


Fuente: Andrés Paguay

2.2.3.4. Moldeo de los bloques

La mezcla se coloca sobre moldes en una máquina de vibro-compactación con dimensión y forma establecida según el bloque a elaborar. Durante el proceso de llenado del molde la maquina vibra de forma constante para evitar que se formen vacíos y que partículas demasiado grandes caigan en el suelo, luego se prensa hasta un altura que forme las dimensiones requeridas. Se recomienda que el proceso dure aproximadamente de 3 a 5 minutos para evitar la exudación excesiva de la mezcla. Como resultado los bloques salen por una banda transportadora para ser colocados en el área de almacenamiento [8].

Ilustración 20. Moldeo de los bloques.



Fuente: Andrés Paguay

2.2.3.5. Secado y curado de los bloques

La calidad del bloque depende del secado inicial que se le dé, sin exponerle directamente al sol o a la lluvia durante las primeras tres horas para impedir que se modifique la forma del bloque por evaporación y contracción del agua de la mezcla; por tal motivo, muchas boqueras optan por realizar su trabajo en la noche.

Los bloques son secados sobre tableros de madera a la intemperie y pasado las 24 horas de su moldeo, los fabricantes curan los bloques mojándoles con aspersores por 24 horas más [22].

Ilustración 21. Secado de lote de bloques.



Fuente: Andrés Paguay

Curado inicial.

Luego del desmolde de los especímenes; con el objetivo de evitar la evaporación de agua del hormigón no endurecido, estos se deben almacenar por 24 horas \pm 8 horas sin exposición a sol, viento, humedad y vibraciones a una temperatura entre 16 °C y 27 °C [23].

Curado final.

Una vez concluido el curado inicial y dentro de 30 minutos después, se debe curar los especímenes a una temperatura de 23 °C \pm 2 °C garantizando que todo el tiempo su superficie este en contacto con agua utilizando tanques de almacenamiento o cámaras de curado que cumplan con los requisitos de la NTE INEN 2528, hasta el día de su ensayo de compresión [23].

Ilustración 22. Curado de los bloques.



Fuente: Andrés Paguay

2.2.4. Ensayos realizados a los bloques según la norma INEN 3066

La norma muestra requisitos y métodos de ensayo para bloques de hormigón fabricados con cemento hidráulico, agua y áridos con o sin aditivos [6].

2.2.4.1. Ensayo de absorción, densidad y otros

La absorción de agua de un bloque de concreto representa la densidad utilizada en su fabricación; esta es una propiedad directamente relacionada con la permeabilidad.

Los ensayos se realizaran a tres unidades enteras y sin defectos. Se toman los pesos naturales de las unidades a ensayar y luego se sumerge en agua a temperatura entre 16 °C y 27 °C por un periodo de 24 horas a 28 horas para la saturación de sus poros y se toma el peso de la muestra sumergida. Posterior, se sacan del agua y se dejan escurrir por 60 segundos \pm 5 segundos, se retira el exceso de agua con un paño húmedo y se toma el peso de la muestra en estado SSS; luego se procede a secar las unidades en un horno ventilado entre 100 °C y 115 °C por un lapso de 24 horas; mediante cálculos se puede obtener las propiedades físicas del bloque como: absorción, contenido de humedad, densidad, área neta y porcentaje de sólidos [6].

Los bloques Clase A, para el ensayo de absorción, se requiere un lote de tres bloques enteros sin defectos y deben cumplir con los siguientes parámetros [6].

Tabla 8. Absorción máxima de agua para bloques Clase A

Tipo	Densidad (kg/m³)	Absorción de agua máxima promedio (kg/m³)	Absorción de agua máxima por unidad (kg/m³)
Liviano	< 1680	288	320
Medio	1680 a 2000	240	272
Normal	> 2000	208	240

Fuente: NTE INEN 3066

2.2.4.2. Resistencia a compresión simple

La resistencia a la compresión es la relación entre la carga máxima a compresión y el área en donde se la aplica. Para este ensayo se necesitan tres unidades enteras que serán almacenadas por al menos 48 horas en un lugar seco y que permita la circulación de aire, sin ser apilados y separados entre sí por lo menos 13 mm en todos sus lados.

Se debe ensayar las unidades con el centroide de la superficie de carga vertical al centro de aplicación de la carga de la máquina de compresión y en posición a vertical, excepto que las celdas del bloque vayan a ser usadas en dirección horizontal durante el uso de su servicio [6].

Tabla 9. Resistencia neta mínima a compresión simple

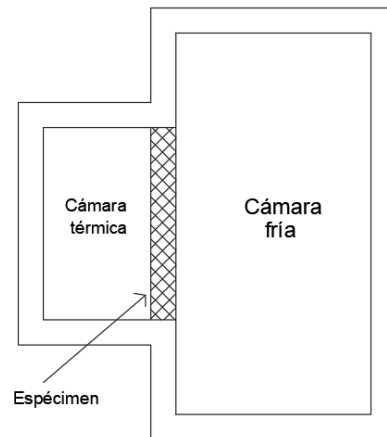
Descripción	Resistencia neta mínima a la compresión simple (MPa)*		
	Clase A	Clase B	Clase C
Promedio de 3 bloques	13.8	4.0	1.7
Por bloque	12.4	3.5	1.4
* 1 MPa= 10.2 kg/cm ²			

Fuente: NTE INEN 3066

2.2.5. Elaboración de la cámara hermética o de ensayo

Para determinar las propiedades de transmisión térmica de materiales aislantes se requiere garantizar un sistema aislado, que se lo realiza por medio de una cámara hermética, en la cual, las pérdidas de calor a través de las paredes de la cámara hacia el exterior sean bajas; y la transferencia de calor por medio de conducción, convección y radiación se produzca en el interior de la cámara entre las superficies de la muestra (pared) y sus ambientes en las que se dividen. Para los ensayos de acondicionamiento acústico se empleara los mismos principios de aislación de la cámara hermética térmica. [24].

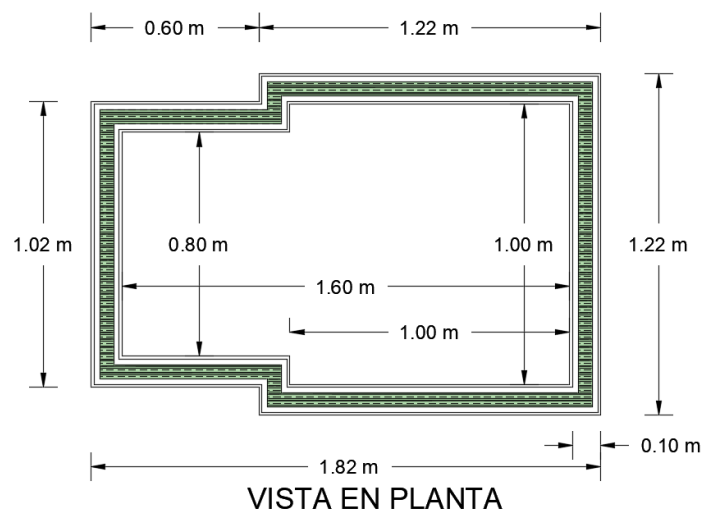
Figura 4. Modelo teórico propuesto por la norma NCh 851.



Fuente: NCh 851.

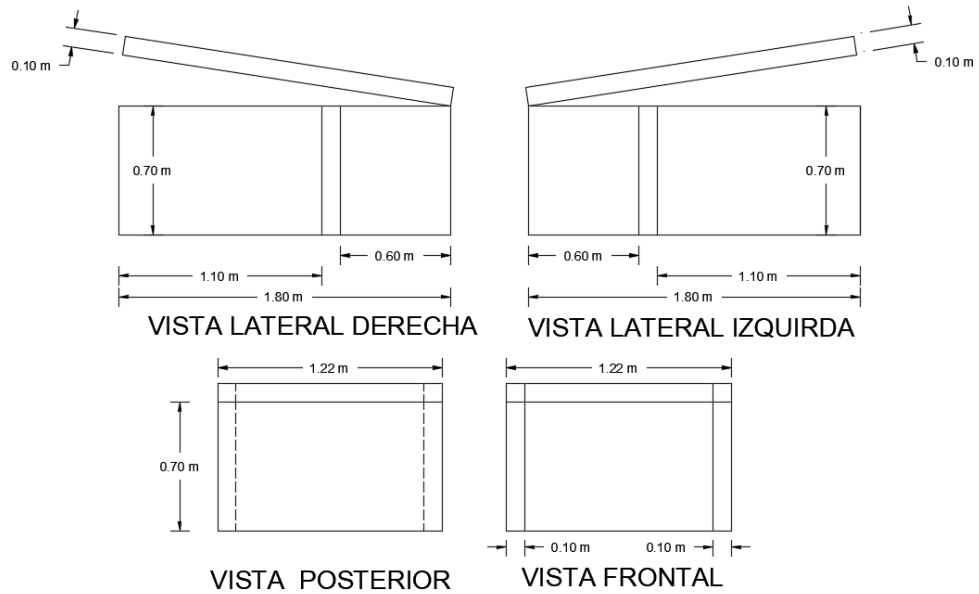
La cámara consta de dos partes: una base tipo cajón y una tapa articulada en el extremo mayor. Está construida en estructura de tubo metálico cuadrado de 15 x 15 mm, sus paredes tienen un ancho de 10 cm que están rellenas de lana de fibra de vidrio de 5 cm de espesor. La cámara está recubierta tanto en las paredes exteriores como en las paredes interiores por planchas de gypsum. La base de cámara es de un mortero dosificación 3:1 de chispa y cemento [25].

Figura 5. Vista en planta de la cámara hermética.



Fuente: Andrés Paguay

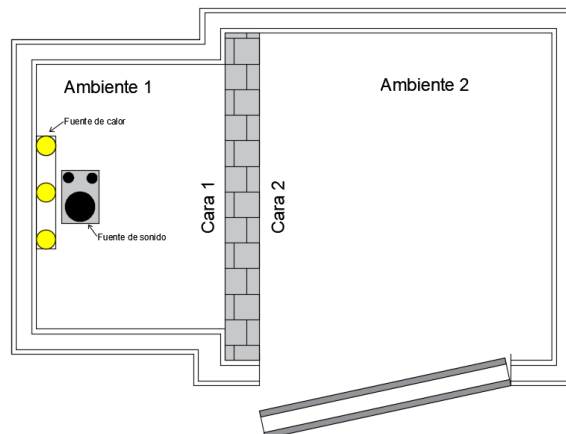
Figura 6. Vistas en perspectiva de la cámara hermética.



Fuente: Andrés Paguay

Dentro de la estructura se instaló tubería de $\frac{1}{2}$ " para las instalaciones eléctricas y conexión de los equipos emisores de calor y sonido. Las entradas se aseguraron con aldabas en las partes medias de las paredes y de las tapas [25].

Figura 7. Esquema de la ubicación de los equipos emisores de calor y sonido.



Fuente: Andrés Paguay

Ilustración 23. Construcción de la cámara hermética.



Fuente: Andrés Paguay

2.2.6. Elaboración de paredes con diferentes tipos de bloques

En la elaboración de las paredes se toma una muestra de 9 bloques de cada lote. Para mayor eficiencia se elaborara un molde metálico que servirá de guía para el apilado de los bloques. Estos se colocaran intercalados boca abajo, es decir, con la parte hueca en dirección al suelo; iniciando con un bloque completo en la primera fila y con medio bloque en la fila superior [26].

La mezcla que se utiliza para pegar los bloques es un mortero de arena y cemento que se elabora a partir de una dosificación al volumen de 1:3 (arena: cemento) con el fin de obtener mayor resistencia y adherencia entre los mampuestos. Los materiales utilizados son arena de mina y cemento puzolánico tipo IP Holcim y el espesor del mortero que se colocará entre los bloques será de 2.5 cm [27].

Ilustración 24. Elaboración de pared Tipo.



Fuente: Andrés Paguay

2.2.7. Ensayo térmico según la norma NCh 849 y NCh 851

2.2.7.1. Aislación térmica

La aislación térmica es la capacidad que presenta un material o conjunto de materiales de construcción de oponerse al paso de calor; esto se refiere a la variación de energía calórica entre ambiente interior y el exterior de un entorno [28].

2.2.7.2. Transmitancia térmica

Se define como el flujo de calor que atraviesa la superficie de un elemento y por grado de variación de temperatura entre ambientes separados por dicho elemento. Se expresa como el inverso de la resistencia térmica total de un elemento y sus unidades son $W/m^2 \cdot K$ [28].

2.2.7.3. Conductividad térmica

La conductividad térmica es una propiedad física que analiza la capacidad de un elemento de transferir calor por conducción, que en condiciones estacionarias el calor pasa a través del área del elemento de muestra de extensión infinita estableciendo una diferencia de temperatura entre sus caras [28].

Figura 8. Conductividad térmica de materiales.

Tabla A.1 - Conductividad térmica de materiales (continuación)		
Material	Densidad aparente kg/m ³	Conductividad térmica, λ W/(m x K)
Hormigón con áridos ligeros	1 400	0,55
Hormigón celular con áridos silíceos	600	0,34
Hormigón celular con áridos silíceos	1 000	0,67
Hormigón celular con áridos silíceos	1 400	1,09
Hormigón celular sin áridos	305	0,09
Hormigón en masa con grava normal:		
- con áridos ligeros	1 600	0,73
- con áridos ordinarios, sin vibrar	2 000	1,16
- con áridos ordinarios, vibrados	2 400	1,63

Fuente: Acondicionamiento térmico.- Envoltura térmica de edificios. Cálculo de resistencias y transmitancias térmicas. NCh 853. 2007.

Por lo tanto, para calcular el coeficiente de conductividad térmica se emplea la siguiente fórmula:

$$\lambda = \frac{\varphi * e}{A * \Delta t} = \frac{W}{m * ^\circ K}$$

Donde:

φ = Flujo térmico (W).

e= Espesor de la muestra (m).

A= Área de la muestra perpendicular a la fuente de calor (m²).

Δt = Diferencia de temperatura entre receptor y emisor de la muestra (°K)

2.2.7.4. Confort térmico

El confort térmico es la sensación neutra de comodidad que experimenta una persona respecto a un ambiente térmico determinado; esta sensación depende de variables modificables entre el individuo y el ambiente que contribuyen al confort, estas son: temperatura y velocidad del aire, temperatura de las paredes y objetos, humedad relativa del aire, e incluso aspectos fisiológicos de la persona como su metabolismo, actividad que realiza, color y tipo de vestimenta, entre otros [29].

Según la NEC-11 en Capítulo 13, para que exista confort térmico en las edificaciones se debe mantener estos parámetros [30]:

- Temperatura ambiente entre 18 a 26 °C.
- Temperatura radiante en superficies del local entre 18 a 26 °C.
- Velocidad del aire entre 0,05 y 0,15 m/s.
- Humedad relativa entre 40 a 65%.

Estos valores pueden ser variados siempre y cuando se demuestren con estudios técnicos que las variables antes mencionadas se encuentren dentro de los rangos de confort del diagrama de Fanger [30].

2.2.7.5. Equipos para ensayo térmico

➤ Fuente emisora de calor

La fuente de emisión de calor corresponde a un panel de 6 focos cada uno con una potencia de 100 W colocados de manera uniforme de 2 filas de 3 focos [25].

Ilustración 25. Fuente emisora de calor



Fuente: Andrés Paguay

➤ Sensores de temperatura rápida

Son sensores de respuesta rápida de temperatura que se colocan en los puertos laterales izquierdo del equipo GTX. El rango de medición es de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ A $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ y de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+135\text{ }^{\circ}\text{C}$ para sensores de acero inoxidable [31].

Ilustración 26. Sensor térmico de pared.

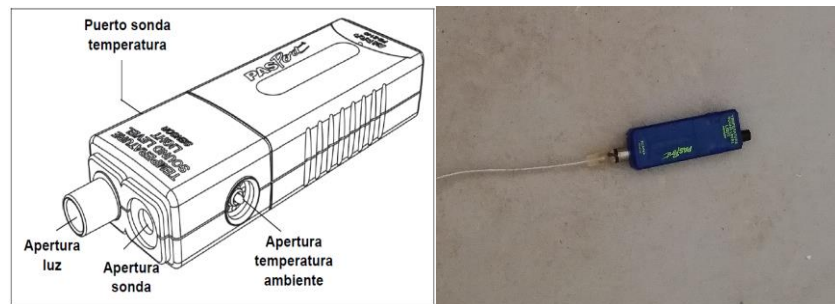


Fuente: Andrés Paguay

➤ **Señores de temperatura/ nivel de sonido/ luz**

Es un equipo que permite medir la temperatura ambiente, la temperatura de la sonda, el nivel de sonido en decibeles y el nivel de luz o intensidad de luz en lux. Este se conecta al Xplorer GLX uno de los cuatro puertos en su parte superior de forma directa o por medio de un cable extensor [32].

Ilustración 27. Equipo sensor de temperatura/ nivel de sonido/ luz.



Fuente: Andrés Paguay

➤ **Equipo Xplorer GLX**

Es un equipo que permite la toma de datos, visualización de gráficos y análisis de resultados muy útil para estudiantes y educadores. Su versatilidad de manejo permite conectar un ratón, un teclado o una impresora, y su interfaz del sensor PASPORT permite exportar los datos a un ordenador de escritorio o portátil mediante el software Data Studio y manipular la información [31] (Ver Anexo A1).

Ilustración 28. Equipo Pasco Xplorer GLX.

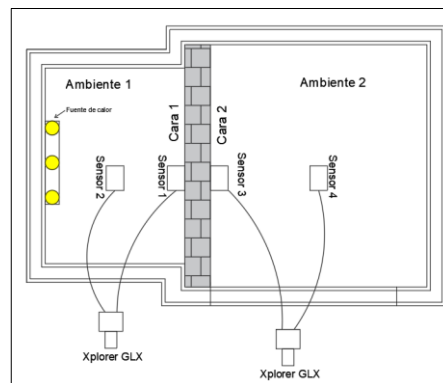


Fuente: Andrés Paguay

2.2.7.6. Procedimiento del ensayo

- Colocar la pared de bloques dentro de la cámara de ensayo en el espacio asignado con el fin de dividir el espacio en dos ambientes herméticos.
- Colocar la fuente de emisión de calor y colocar los sensores: dos sensores de temperatura en cada ambiente dividido por el panel de bloques y dos sensores de temperatura rápida en las caras de la pared (Tener cuidado en no colocar el sensor en el mortero, sino en el mampuesto).
- Colocar en los bordes superiores de la cámara de ensayo y de la pared de bloques lana de fibra de vidrio antes de cerrar la tapa.
- Configurar el Xplorer GLX con las unidades de medición de temperatura en grados centígrados y el conteo de muestras a uno por minuto.
- Encender la fuente de emisión de calor por un periodo de una hora.
- Exportar los datos a un ordenador [24].
- Calcular la variación de temperatura entre ambientes y coeficiente de conducción térmica [33].

Ilustración 29. Ensayo térmico de paredes.



Fuente: Andrés Paguay

2.2.8. Ensayo acústico según la Norma NCh 2786 y NCh 2864.

2.2.8.1. Confort acústico

El confort acústico se define como la situación en que los niveles de ruido ocasionado por las diferentes actividades cotidianas no generan incomodidad para el descanso, la comunicación y salud de las personas [34].

2.2.8.2. Aislamiento acústico

Se refiere al conjunto de materiales, métodos o sistemas utilizados para impedir el paso del nivel sonoro de un espacio a otro [30].

2.2.8.3. Acondicionamiento acústico

El acondicionamiento acústico se refiere a todas las técnicas destinadas a corregir y adecuar el campo sonoro en un ambiente sin sobrepasar los niveles de confort [30].

Figura 9. Niveles máximos de ruido de acuerdo a la actividad.

Lugar/Actividad	Nivel sonoro [dB]
Locales y recintos comerciales	70
Oficinas	60
Actividades de vivienda, estudio, dormitorios, bibliotecas, hoteles	50
Lugares de estar,	50
Aulas de estudio	55
Hospitales y centros de salud	45
Otros lugares no estipulados anteriormente diferentes de sitios de vivienda o estar.	75

Fuente: Tabla 13.3. Norma Ecuatoriana de la Construcción. Eficiencia Energética de la Construcción, 2011.

2.2.8.4. Ruido

Se puede definir al ruido como un sonido desagradable y molesto que supera los niveles permisibles generando efectos nocivos para la salud [35].

➤ **Tipos de ruido.**

Existen varias clasificaciones de ruido sin que difieran significativamente unos de otros, en lo que podemos resumir los siguientes [35]:

Según el tiempo:

- **Ruido continuo, estable o estacionario.-** Es aquel que presenta los niveles de presión en variaciones menores o iguales a 5 decibeles en los registros de mediciones, como por ejemplo: motores eléctricos sin variaciones. [35].
- **Ruido continuo fluctuante.-** Es aquel que muestra presiones sonoras mayores a 5 decibeles en periodos cortos de tiempo, como por ejemplo: el ruido del tráfico vehicular [35].
- **Ruido de impacto o impulsivo.-** Es aquel que presenta variaciones bruscas de presión sonora en periodos menores a 35 milisegundos, como por ejemplo: el golpe de un martillo [35].

Según la frecuencia:

- **Ruido blanco.-** Es aquel que mantiene la misma energía en todas las frecuencias y se utiliza para medir diferentes factores de sistemas acústicos [36].
- **Ruido rosa.-** Es aquel que se utiliza como señal de referencia para medidas acústicas de aislamiento acústico, absorción acústica, potencia sonora, entre otros [36].

2.2.8.5. Niveles permisibles de ruido

Según el decreto ejecutivo 2393 del Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores, establece 85 decibeles escala A como límite máximo de presión sonora para trabajadores expuestos a ruido continuo con 8 horas de trabajo; y una presión

sonora de 70 decibeles en trabajos que demanden actividad intelectual, de alta concentración, calculo o de vigilancia [37].

Tabla 10. Niveles sonoros y tiempos de exposición.

Nivel sonoro/ dBA	Tiempo de exposición por jornada/hora
85	8
90	4
95	2
100	1
110	0,25
115	0,125

Fuente: Decreto Ejecutivo 2393. Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo.

Según la conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales de los Estados Unidos establece los valores límites permisibles de presión sonora para trabajadores expuestos al ruido sin ningún tipo de protección auditiva [35].

Tabla 11. Valores límites permisibles de presión sonora.

	Tiempo de exposición	Nivel de presión sonora dBA
Horas	24	80
	16	82
	8	85
	4	88
	2	91
	1	94
Minutos	30	97
	15	100
	7,5	103
	3,75	106
	1,88	109
	0,94	112

Fuente: Valores límites permisibles. Seguridad y salud en el trabajo, 2018.

2.2.8.6. Equipos para ensayo acústico

➤ **Sonómetro**

Sonómetro DANOPLUS es un equipo compacto de medición de la presión sonora que brinda lecturas más precisas al reducir los efectos del ruido del viento en un rango entre 30 dB a 130 dB muy útil para aplicación de medición ambiental, diseño de lugares de trabajo, análisis de presión sonora de maquinaria y motores, entre otros [38].

Figura 10. Sonómetro digital.



Fuente: Internet. <https://www.shopsmartexpress.com>

➤ **Fuente emisor de sonido**

Parlante de equipo de sonido de volumen regulable con entrada auxiliar.

Ilustración 30. Fuente emisor de sonido.

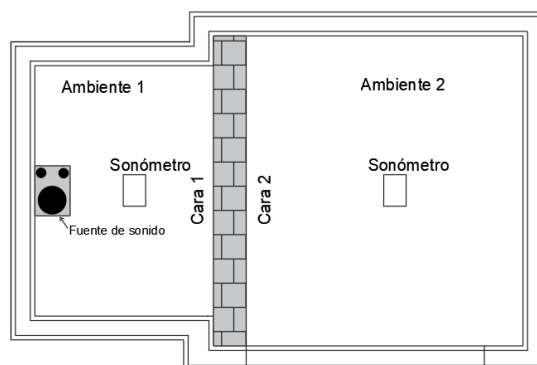


Fuente: Andrés Paguay

2.2.8.7. Procedimiento

- Colocar la pared de bloques dentro de la cámara de ensayo en el espacio asignado con el fin de dividir el espacio en dos ambientes herméticos.
- Colocar la fuente de emisión de sonido y colocar los sonómetros, uno en cada ambiente dividido por el panel de bloques.
- Colocar en los bordes superiores de la cámara de ensayo y de la pared de bloques lana de fibra de vidrio antes de cerrar la tapa.
- Configurar el tipo de ruido a Ruido Rosa y el tiempo de medición a 15 minutos por medio del software “Audacity”.
- Encender la fuente de emisión de sonido.
- Calibrar la presión sonora a un rango entre 80 a 95 dBA y el conteo de muestras a uno por minuto por medio del software “NoiseLogger Communication Tool”
- Exportar los a Excel [39].

Ilustración 31. Ensayo acústico de paredes.



Fuente: Andrés Paguay

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1.1. Dosificación Método de Densidad Óptima.

La materiales utilizados para la elaboración de bloques alivianados tales como el agregado grueso denominado “Chasqui” provienen del Área Minera "Niño de Isinche", ubicadas por el sector del mismo nombre (Sector El Chasqui-Lasso) y el agregado fino denominado “Polvo” proviene del Área de pequeña minería "PROFUTURO" ubicada en los exteriores de la ciudad de Latacunga. Los ensayos se realizaron en los Laboratorios de Ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato en función de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN (*Ver Anexos A2*).

3.1.1.1. Dosificación inicial para bloques de 4 MPa.

En base a los resultados obtenidos, se elaboró la dosificación para un total de 15 bloques para una resistencia esperada de 4 MPa (*Ver Anexos A3*).

Tabla 12. Dosificación inicial para bloques de 4 MPa

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
Dosificación para hormigón de resistencia a compresión de 4 MPa								
Vol. Bloque:	0,0069	m ³	Vol. Total:	0,1173	m ³			
Cant. Bloques:	15	u	Desperdicio:	2	u			
Material	Cantidad en Kg para 1 m ³ de hormigón	Dosific. al peso	Cantidad en kg para cant. de bloques	Corrección por Humedad			Peso en kg	Cant. A mezclar
				C.A%	C.H%	CA% - C.H%		
W	281,48	0,69	33,02				18,13	51,14
C	407,94	1,00	47,85					47,85
A	553,82	1,36	64,96	26,65	14,74	11,90	7,73	57,23
R	295,68	0,72	34,68	58,21	28,25	29,96	10,39	24,29
γ Horm.	1538,92	kg/m ³						

Fuente: Andrés Paguay

Los resultados a compresión de los bloques en función de la norma NTE INEN 3066 se muestran a continuación.

Tabla 13. Resistencia a la compresión dosificación inicial.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
LA ADICIÓN DE BOTELLAS PLÁSTICAS PET EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES ALIVIANADOS PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y SU EFECTO EN LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN										
PROBETA	PESO	ÁREA	ALTURA	CARGA	ESFUERZO	FECHA		DÍAS	IDENTIFL.	ESPECIFI.
						ELABORADO	ENSAYO			Mpa
1	11,55	309,99	20	240,01	7,74	27/2/2019	6/3/2019	7	Dosificación original	4,00
2	11,62	309,99	20	223,04	7,20	27/2/2019	6/3/2019	7	Dosificación original	4,00
3	11,58	309,99	20	228,86	7,38	27/2/2019	6/3/2019	7	Dosificación original	4,00
Promedios	11,58			230,64	7,44					

Fuente: Andres Paguay

Análisis de los resultados:



En base a los resultados de compresión obtenidos, se observa una elevada resistencia inicial a los 7 días con un esfuerzo promedio de 7,44 MPa, superando el valor especificado. Se procederá a reajustar la dosificación en función del Porcentaje Optimo de Vacíos (POV) con el fin de reducir

la cantidad de pasta, por tanto la cantidad de cemento y resistencia disminuirá. El reajuste se comprobaba ensayando especímenes a compresión a los 28 días.

3.1.1.2. Reajuste de dosificación con POV del 15%.

Los cálculos de la dosificación se lo detallan en los anexos (*Ver Anexos A4*).



Tabla 14. Dosificación con reajuste de 15% de POV.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 								
Dosificación para hormigón de resistencia a compresión de 4 MPa								
Vol. Bloque:	0,0069	m ³	Vol. Total:	0,1173	m ³			
Cant. Bloques:	15	u	Desperdicio:	2	u			
Material	Cantidad en Kg para 1 m ³ de hormigón	Dosific. al peso	Cantidad en kg para cant. de bloques	Corrección por Humedad				Cant. A mezclar
				C.A%	C.H%	CA% - C.H%	Peso en kg	
W	116,30	0,69	13,64				25,90	39,54
C	168,55	1,00	19,77					19,77
A	791,44	4,70	92,84	26,65	14,74	11,90	11,05	81,78
R	422,54	2,51	49,56	58,21	28,25	29,96	14,85	34,71
γ Horm.	1498,83	kg/m ³						

Fuente: Andrés Paguay

Los resultados a compresión de los bloques en función de la norma NTE INEN 3066 se muestran a continuación.

Tabla 15. Resistencia a la compresión de Dosificación con reajuste de 15% de POV.

 <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL </div> 										
LA ADICIÓN DE BOTELLAS PLÁSTICAS PET EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES ALIVIANADOS PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y SU EFECTO EN LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUE CON POV DEL 15%										
PROBETA	PESO	ÁREA	ALTURA	CARGA	ESFUERZO	FECHA		DÍAS	IDENTIFL.	ESPECIFL.
N°	kg	cm ²	cm	KN	MPa	ELABORADO	ENSAYO			Mpa
1	9,32	311,64	20	60,36	1,94	8/3/2019	5/4/2019	28	Corregido 15%	4,00
2	9,68	311,64	20	50,28	1,61	8/3/2019	5/4/2019	28	Corregido 15%	4,00
3	9,56	311,64	20	44,16	1,42	8/3/2019	5/4/2019	28	Corregido 15%	4,00
Promedios	9,52			51,60	1,66					

Fuente: Andrés Paguay



Análisis de los resultados:

El ensayo a compresión a los 28 días de los bloques con POV del 15% muestra una resistencia promedio de 1,66 MPa, que no supera o iguala a la especificada en la norma para un bloque Tipo B, cuya resistencia a la compresión es de 4 MPa.

3.1.1.3. Reajuste de dosificación con POV del 20% (Bloque INEN 3066).

Los cálculos de la dosificación se lo detallan en los anexos (*Ver Anexos A5*).



Tabla 16. Dosificación con reajuste de 20% de POV.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 								
Dosificación para hormigón de resistencia a compresión de 4 MPa								
Vol. Bloque:	0,0069	m ³	Vol. Total:	0,1173	m ³			
Cant. Bloques:	15	u	Desperdicio:	2	u			
Material	Cantidad en Kg para 1 m ³ de hormigón	Dosific. al peso	Cantidad en kg para cant. de bloques	Corrección por Humedad				Cant. A mezclar
				C.A%	C.H%	CA% - C.H%	Peso en kg	
W	150,62	0,69	17,67				24,29	41,95
C	218,29	1,00	25,61					25,61
A	742,07	3,40	87,04	26,65	14,74	11,90	10,36	76,68
R	396,18	1,81	46,47	58,21	28,25	29,96	13,92	32,55
γ Horm.	1507,16	kg/m ³						

Fuente: Andrés Paguay

Los resultados a compresión de los bloques en función de la norma NTE INEN 3066 se muestran a continuación.

Tabla 17. Resistencia a la compresión de Dosificación con reajuste de 20% de POV.

 <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL </div> 										
LA ADICIÓN DE BOTELLAS PLÁSTICAS PET EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES ALIVIANADOS PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y SU EFECTO EN LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUE CON POV DEL 20%										
PROBETA	PESO	ÁREA	ALTURA	CARGA	ESFUERZO	FECHA		DÍAS	IDENTIFI.	ESPECIFI. MPa
						ELABORADO	ENSAYO			
1	9,81	312,28	20	144,43	4,62	8/3/2019	5/4/2019	28	Corregido 20 %	4,00
2	9,86	312,28	20	147,79	4,73	8/3/2019	5/4/2019	28	Corregido 20 %	4,00
3	9,75	312,28	20	133,70	4,28	8/3/2019	5/4/2019	28	Corregido 20 %	4,00
Promedios	9,81			141,97	4,55					

Fuente: Andrés Paguay



Análisis de los resultados:

El ensayo a compresión a los 28 días de los bloques con POV del 20% muestran una resistencia promedio de 4,55 MPa, que está dentro del rango de 3,5 MPa por muestra unitaria y dentro del promedio de 4,0 MPa por lote de tres muestras según la normativa, por tanto se ocupara esta dosificación como punto de partida para la elaboración de las dosificación con adición de plástico PET.

3.1.1.4. Dosificación final con 15% PET – 85% Chasqui.

La cantidades obtenidas parten de la dosificación con 20% POV. La sustitución del porcentaje de PET se hace en función de la densidad aparente suelta del Ripio (Chasqui) y del plástico PET. Se utiliza este método para simular las condiciones de trabajo en obra y el uso de parihuelas.

Tabla 18. Dosificación final con 15% PET – 85% Chasqui.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL Dosificación final con 15% PET - 85% Chasqui 											
Vol. Bloque:	0,0069	m3		Vol Total:	0,1449	m3		Vol. Parihuela	27	dm3	
Cant. Bloques:	18	u		Desperdicio:	3	u		Sustitución:	15%		
POV	20	%									
Material	Cant. A mezclar kg	Densidad Aparente suelto Kg/dm3	Volumen dm3	Vol con 15% PET dm3	Cantidades con 15% PET en kg	Corrección por Humedad				Cantidades kg	Cantidades parihuelas
						C.A%	C.H%	CA% - C.H%	Peso en kg		
W	51,83	-	-		51,83				0,59	52,41	
C	31,63	-	-		31,63					31,63	
A	94,73	0,81	116,62	116,62	94,73					94,73	4,32
R	40,21	0,60	67,48	57,36	34,18					34,18	2,12
PET	0,00	0,40		10,12	4,00	24,73	10,01	14,72	0,59	3,41	0,37
γ Horm.	1507,16	kg/m3									

Fuente: Andrés Paguay

Los resultados a compresión de los bloques en función de la norma NTE INEN 3066 se muestran a continuación.

Tabla 19. Resistencia a la compresión Bloque 15% PET.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
LA ADICIÓN DE BOTELLAS PLÁSTICAS PET EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES ALIVIANADOS PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y SU EFECTO EN LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN										
PROBETA	PESO	ÁREA	ALTURA	CARGA	ESFUERZO	FECHA		DÍAS	IDENTIFI.	ESPECIFI.
Nº	kg	cm ²	cm	KN	MPa	ELABORADO	ENSAYO			MPa
1	8,85	313,11	20	137,77	4,40	8/4/2019	6/5/2019	28	Bloque 15% PET	S/E
2	8,76	313,11	20	134,32	4,29	8/4/2019	6/5/2019	28	Bloque 15% PET	S/E
3	8,62	313,11	20	138,71	4,43	8/4/2019	6/5/2019	28	Bloque 15% PET	S/E
Promedios	8,74			136,93	4,37					

Fuente: Andrés Paguay



Análisis de los resultados:

El ensayo a compresión a los 28 días de los bloques con 15% PET, muestran una resistencia promedio de 4,37 MPa, que está por encima de la resistencia establecida por la Norma INEN 3066 para bloques Tipo B que es de 4,0 MPa, y muy cercana a la resistencia obtenida en la dosificación inicial de 4,55 MPa; lo que indica que la sustitución de material PET empieza a afectar su comportamiento a compresión. Su peso promedio es de 8,74 kg siendo menor que el peso inicial de 10,71 kg; ya que su densidad aparente suelta del PET es mucho menor que la del agregado grueso (Chasqui), por tanto su peso ira disminuyendo mientras aumenta el porcentaje de plástico PET en la mezcla.

3.1.1.5. Dosificación final con 25% PET – 75% Chasqui.

Las cantidades obtenidas parten de la dosificación con 20% POV, y su sustitución se hace en función de la densidad aparente suelta del Ripio (Chasqui) y su porcentaje de variación de PET. Se utiliza este método para simular las condiciones de trabajo en obra y el uso de parihuelas.

Tabla 20. Dosificación final con 25% PET – 75% Chasqui.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL Dosificación final con 25% PET - 75% Chasqui 											
Vol. Bloque:	0,0069	m3		Vol Total:	0,1449	m3		Vol. Parihuela	27	dm3	
Cant. Bloques:	18	u		Desperdicio:	3	u		Sustitución:	25%		
POV	20	%									
Material	Cant. A mezclar kg	Densidad Aparente suelta Kg/dm3	Volumen dm3	Vol con 25% PET dm3	Cantidades con 25% PET kg	Corrección por Humedad				Cantidades kg	Cantidades parihuelas
						C.A%	C.H%	CA% - C.H%	Peso en kg		
W	51,83	-	-		51,83				0,98	52,81	
C	31,63	-	-		31,63					31,63	
A	94,73	0,81	116,62	116,62	94,73					94,73	4,32
R	40,21	0,60	67,48	50,61	30,16					30,16	1,87
PET	0,00	0,40		16,87	6,67	24,73	10,01	14,72	0,98	5,69	0,62
γ Horm.	1507,16	kg/m3									

Fuente: Andrés Paguay

Los resultados a compresión de los bloques en función de la norma NTE INEN 3066 se muestran a continuación.

Tabla 21. Resistencia a la compresión Bloque 25% PET

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 										
LA ADICIÓN DE BOTELLAS PLÁSTICAS PET EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES ALIVIANADOS PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y SU EFECTO EN LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN										
PROBETA	PESO	ÁREA	ALTURA	CARGA	ESFUERZO	FECHA		DÍAS	IDENTIFI.	ESPECIFI.
Nº	kg	cm ²	cm	KN	MPa	ELABORADO	ENSAYO			MPa
1	8,45	310,61	20	122,23	3,94	8/4/2019	6/5/2019	28	Bloque 25% PET	S/E
2	8,43	310,61	20	126,01	4,06	8/4/2019	6/5/2019	28	Bloque 25% PET	S/E
3	8,45	310,61	20	126,67	4,08	8/4/2019	6/5/2019	28	Bloque 25% PET	S/E
Promedios	8,44			124,97	4,02					

Fuente: Andrés Paguay



Análisis de los resultados:

El ensayo a compresión a los 28 días de los bloques con 25% PET, muestran una resistencia promedio de 4,02 MPa, que está en el límite de la resistencia establecida por la Norma INEN 3066 para bloques Tipo B de 4,0 MPa, sin embargo, está por debajo de la resistencia obtenida en la dosificación inicial de 4,55 MPa; lo que indica que la sustitución de material PET empieza a afectar su comportamiento a compresión. Su peso promedio es de 8,44 kg siendo menor que su peso inicial ya que su densidad aparente suelta del PET es mucho menor que la del agregado grueso (Chasqui), por tanto su peso ira disminuyendo mientras aumenta el porcentaje de plástico PET en la mezcla.

3.1.1.6. Dosificación final con 50% PET – 50% Chasqui.

La cantidades obtenidas parten de la dosificación con 20% POV, y su sustitución se hace en función de la densidad aparente suelta del Ripio (Chasqui) y su porcentaje de variación de PET. Se utiliza este método para simular las condiciones de trabajo en obra y el uso de parihuelas.


Tabla 22. Dosificación final con 50% PET – 50% Chasqui.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL Dosificación final con 50% PET - 50% Chasqui 											
Vol. Bloque:	0,0069	m3		Vol total:	0,1449	m3		Vol Parihuela	27	dm3	
Cant. Bloques:	18	u		Desperdicio:	3	u		Sustitución	50%		
POV	20	%									
Material	Cant. A mezclar kg	Densidad Aparente suelta Kg/dm3	Volumen dm3	Vol con 50% PET dm3	Cantidades con 50% PET kg	Corrección por Humedad				Cantidades kg	Cantidades parihuelas
						C.A%	C.H%	CA% - C.H%	Peso en kg		
W	51,83	-	-		51,83				1,96	53,79	
C	31,63	-	-		31,63					31,63	
A	94,73	0,81	116,62	116,62	94,73					94,73	4,32
R	40,21	0,60	67,48	33,74	20,10					20,10	1,25
PET	0,00	0,40		33,74	13,33	24,73	10,01	14,72	1,96	11,37	1,25
γ Horm.	1507,16	kg/m3									

Fuente: Andrés Paguay

Los resultados a compresión de los bloques en función de la norma NTE INEN 3066 se muestran a continuación.

Tabla 23. Resistencia a la compresión Bloque 50% PET

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 										
LA ADICIÓN DE BOTELLAS PLÁSTICAS PET EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES ALIVIANADOS PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y SU EFECTO EN LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN										
PROBETA	PESO	ÁREA	ALTURA	CARGA	ESFUERZO	FECHA		DÍAS	IDENTIFL.	ESPECIFI.
Nº	kg	cm ²	cm	KN	MPa	ELABORADO	ENSAYO			MPa
1	8,26	313,75	20	100,07	3,19	8/4/2019	6/5/2019	28	Bloque 50% PET	S/E
2	8,31	313,75	20	98,73	3,15	8/4/2019	6/5/2019	28	Bloque 50% PET	S/E
3	8,43	313,75	20	98,36	3,14	8/4/2019	6/5/2019	28	Bloque 50% PET	S/E
Promedios	8,33			99,05	3,16					

Fuente: Andrés Paguay



Análisis de los resultados:

El ensayo a compresión a los 28 días de los bloques con 50% PET, muestran una resistencia promedio de 3,16 MPa, que está por debajo aunque muy cerca de la resistencia establecida por la Norma INEN 3066 para bloques Tipo B de 4,0 MPa; lo que indica que la sustitución de material PET empieza a afectar su comportamiento a compresión. Su peso promedio es de 8,33 kg siendo menor que su peso inicial ya que su densidad aparente suelta del PET es mucho menor que la del agregado grueso (Chasqui), por tanto su peso ira disminuyendo mientras aumenta el porcentaje de plástico PET en la mezcla.

3.1.1.7. Dosificación final con 75% PET – 25% Chasqui.

La cantidades obtenidas parten de la dosificación con 20% POV, y su sustitución se hace en función de la densidad aparente suelta del Ripio (Chasqui) y su porcentaje de variación de PET. Se utiliza este método para simular las condiciones de trabajo en obra y el uso de parihuelas.

Tabla 24. Dosificación final con 75% PET – 25% Chasqui.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL Dosificación final con 75% PET - 25% Chasqui 											
Vol. Bloque:	0,0069	m3		Vol total:	0,1449	m3		Vol Parihuela	27	dm3	
Cant. Bloques:	18	u		Desperdicio:	3	u		Sustitución	75%		
POV	20	%									
Material	Cant. A mezclar kg	Densidad Aparente suelta	Volumen dm3	Vol con 50% PET dm3	Cantidades con 50% PET kg	Corrección por Humedad				Cantidades kg	Cantidades parihuelas
						C.A%	C.H%	CA% - C.H%	Peso en kg		
W	51,83	-	-		51,83				2,94	54,77	
C	31,63	-	-		31,63					31,63	
A	94,73	0,81	116,62	116,62	94,73					94,73	4,319
R	40,21	0,60	67,48	16,87	10,05					10,05	0,625
PET	0,00	0,40		50,61	20,00	24,73	10,01	14,72	2,94	17,06	1,875
γ Horm.	1507,16	kg/m3									

Fuente: Andrés Paguay

Los resultados a compresión de los bloques en función de la norma NTE INEN 3066 se muestran a continuación.

Tabla 25. Resistencia a la compresión Bloque 75% PET.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 										
LA ADICIÓN DE BOTELLAS PLÁSTICAS PET EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES ALIVIANADOS PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y SU EFECTO EN LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN										
PROBETA	PESO	ÁREA	ALTURA	CARGA	ESFUERZO	FECHA		DÍAS	IDENTIFI.	ESPECIFI.
Nº	kg	cm ²	cm	KN	MPa	ELABORADO	ENSAYO			MPa
1	7,79	310,65	20	74,23	2,39	8/4/2019	6/5/2019	28	Bloque 75% PET	S/E
2	7,63	310,65	20	73,13	2,35	8/4/2019	6/5/2019	28	Bloque 75% PET	S/E
3	7,62	310,65	20	72,52	2,33	8/4/2019	6/5/2019	28	Bloque 75% PET	S/E
Promedios	7,68			73,29	2,36					



Fuente: Andrés Paguay

Análisis de los resultados:

El ensayo a compresión a los 28 días de los bloques con 75% PET, muestran una resistencia promedio de 2,36 MPa, que está por debajo de la resistencia establecida por la Norma INEN 3066 para bloques Tipo B de 4,0 MPa, y muy alejada de la resistencia obtenida en la dosificación inicial de 4,55 MPa; lo que indica que la sustitución de material PET empieza a afectar su comportamiento a compresión. Su peso promedio es de 8,74 kg siendo menor que su peso inicial ya que su densidad aparente suelta del PET es mucho menor que la del agregado grueso (Chasqui), por tanto su peso ira disminuyendo mientras aumenta el porcentaje de PET en la mezcla.

3.1.1.8. Resistencia a la compresión de Bloque de elaboración artesanal

Tabla 26. Resistencia a la compresión Bloque elaboración artesanal.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
LA ADICIÓN DE BOTELLAS PLÁSTICAS PET EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES ALIVIANADOS PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y SU EFECTO EN LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN										
PROBETA	PESO	ÁREA	ALTURA	CARGA	ESFUERZO	FECHA		DÍAS	IDENTIFI.	ESPECIFI.
Nº	kg	cm ²	cm	KN	MPa	ELABORADO	ENSAYO			MPa
1	7,98	310,93	20	48,74	1,57	8/4/2019	6/5/2019	28	Bloque Artesanal	S/E
2	7,96	310,93	20	47,37	1,52	8/4/2019	6/5/2019	28	Bloque Artesanal	S/E
3	8,05	310,93	20	47,72	1,53	8/4/2019	6/5/2019	28	Bloque Artesanal	S/E
Promedios	8,00			47,94	1,54					

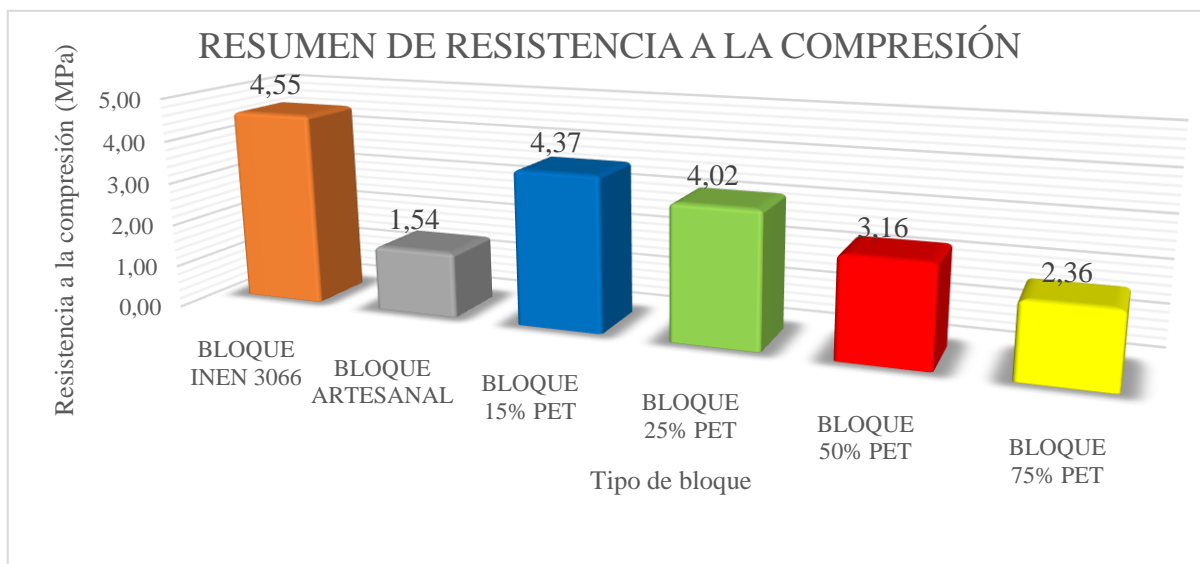
Fuente: Andrés Paguay

Análisis de los resultados:

El ensayo a compresión se lo realizo a los 28 días de elaboración de los bloques en la bloquera artesanal, los cuales no poseen especificación técnica en dosificación y curado de los bloques. Los resultados muestran una resistencia a la compresión promedio de 1,54 MPa muy por debajo de la resistencia requerida por la norma INEN 3066 para un bloque Tipo B, pero muy cercano para la resistencia de los bloques Tipo C de 1,7 MPa.

3.1.1.9. Resumen de la resistencia a compresión de los tipos de bloque

Gráfico 1. Resumen de la resistencia a compresión de bloques.



Fuente: Andrés Paguay

Tabla 27. Pérdida de resistencia en relación al porcentaje de PET adicionado.

TIPO DE BLOQUE	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MPa)	PÉRDIDA DE RESISTENCIA EN %
BLOQUE INEN 3066	4,55	0,00%
BLOQUE ARTESANAL	1,54	66,08%
BLOQUE 15% PET	4,37	3,81%
BLOQUE 25% PET	4,02	11,50%
BLOQUE 50% PET	3,16	30,56%
BLOQUE 75% PET	2,36	48,11%

Nota: Los porcentajes se analizan en función del Bloque normado por la INEN 3066.

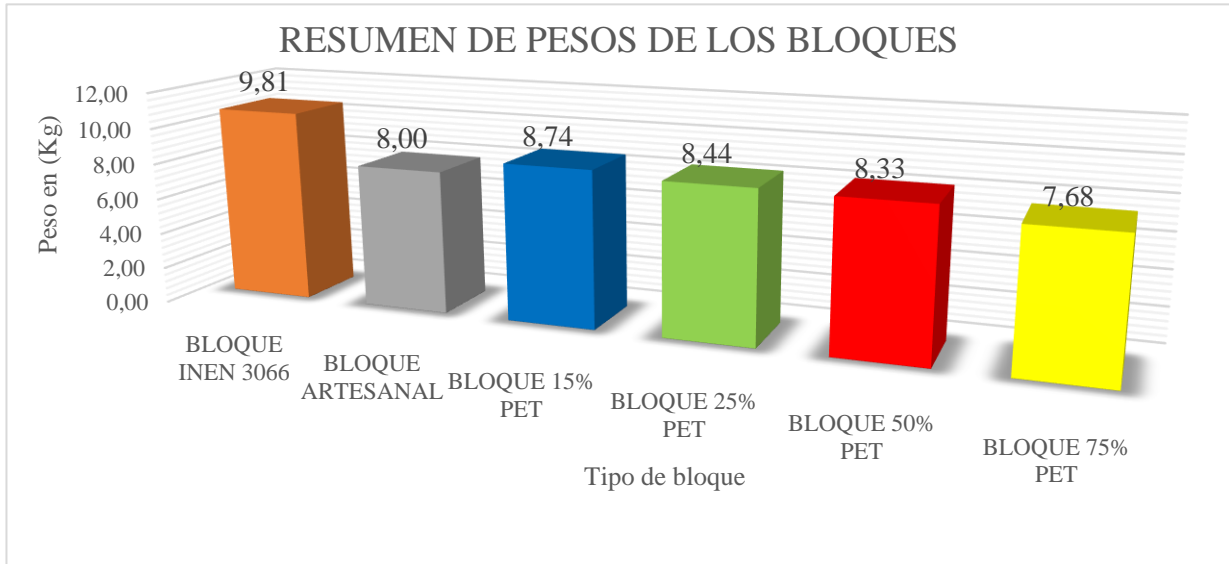
Fuente: Andrés Paguay

Análisis e interpretación de resultados:

Conforme aumenta el porcentaje de material PET en 15, 25, 50 y 75%, la resistencia a compresión disminuye en 4, 12, 30 y 50% aproximadamente. Sin embargo, el bloque de elaboración artesanal es el que peor resistencia a compresión tiene con 1,54 MPa, que no llega a establecerse en ninguno de los tipos de bloque que especifica la norma INEN 3066.

3.1.1.10. Resumen de los pesos de los tipos de bloque

Gráfico 2. Resumen de los pesos de los tipos de bloque.



Fuente: Andrés Paguay

Tabla 28. Pérdida de peso en relación al porcentaje de PET adicionado.

TIPO DE BLOQUE	PESO EN (Kg)	PÉRDIDA DE PESO EN %
BLOQUE INEN 3066	9,81	0,00%
BLOQUE ARTESANAL	8,00	18,47%
BLOQUE 15% PET	8,74	10,84%
BLOQUE 25% PET	8,44	13,90%
BLOQUE 50% PET	8,33	15,02%
BLOQUE 75% PET	7,68	21,69%

Nota: Los porcentajes se analizan en función del Bloque normado por la INEN 3066.

Fuente: Andrés Paguay

Análisis e interpretación de resultados:

Conforme aumenta el porcentaje de material PET en 15, 25, 50 y 75%, el peso disminuye en 18, 20, 22 y 30% aproximadamente. Sin embargo, el bloque de elaboración artesanal está dentro de estas variaciones con 25 % mostrando un balance en la distribución del peso de los materiales que lo conforman, mas no en la cantidad de cemento obteniendo una resistencia la compresión muy baja.

3.1.2. Ensayos de Variación Térmica

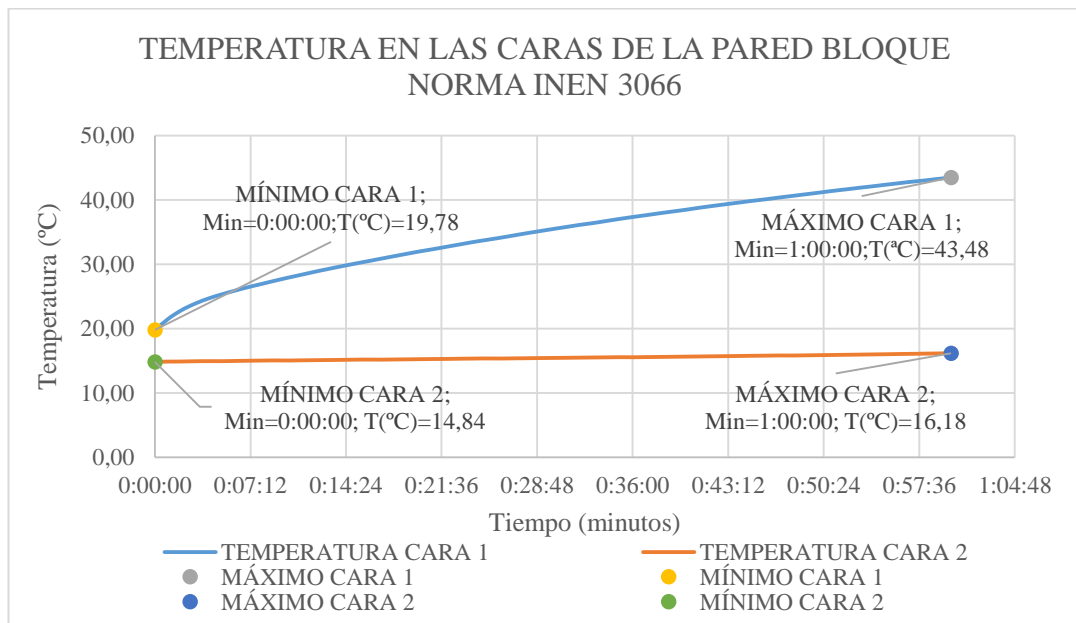
El ensayo se realizó con el fin de establecer parámetros de variación de temperatura entre paredes de mampostería no estructural. Los tipos de mampostería con los cuales se elaboró las paredes incluyen bloques de elaboración artesanal, bloques Tipo B elaborados con la norma INEN 3066 y bloques con una variación a los de la norma INEN 3066 en la que se sustituye un porcentaje del 15, 25, 50 y 75% al agregado grueso (Chasqui). La términos “Cara 1” y “Ambiente 1” corresponden a los sectores en contacto directo con la fuente de calor, los términos “Cara 2” y “Ambiente 2” corresponden a los lugares divididos por la pared de mampostería, y el término “Ambiente exterior” corresponde al monitoreo de las condiciones del laboratorio donde se realiza los ensayos.

3.1.2.1. Ensayo térmico pared bloque Norma INEN 3066

Los valores obtenidos por los equipos se detallan en los anexos (*Ver Anexos A6*).

➤ Análisis térmico en las caras de la pared.

Gráfico 3. Comportamiento térmico en las caras de la pared Bloque Norma INEN 3066.



Fuente: Andrés Paguay

Tabla 29. Análisis térmico en las caras de la pared Bloque Norma INEN 3066.

TEMPERATURA (°C) EN LAS CARAS DE LA PARED		
VALOR	TEMPERATURA PARED 1 (°C)	TEMPERATURA PARED 2 (°C)
MÁXIMO	43,48	16,18
MÍNIMO	19,78	14,84
PROMEDIO	34,59	15,47
Δ T (Máx.)	27,31	

Fuente: Andrés Paguay

Tabla 30. Coeficiente de conductividad térmica Bloque INEN 3066

COEFICIENTE DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE PARED BLOQUE INEN 3066			
Símbolo	Datos		Unidad
ϕ	Flujo térmico	600	W
A	Área de la muestra	0,56	m ²
$q = \phi/A$	Densidad de flujo térmico	1071,43	W/m ²
	°K	273	°K
$\Delta T = t_f - t_i$	ΔT (Máx.) + °K	300,31	°K
e	Espesor muestra	0,15	m
$\lambda = q/(\Delta T/e)$	<i>Coef. conductividad térmica</i>	0,535	W/m K

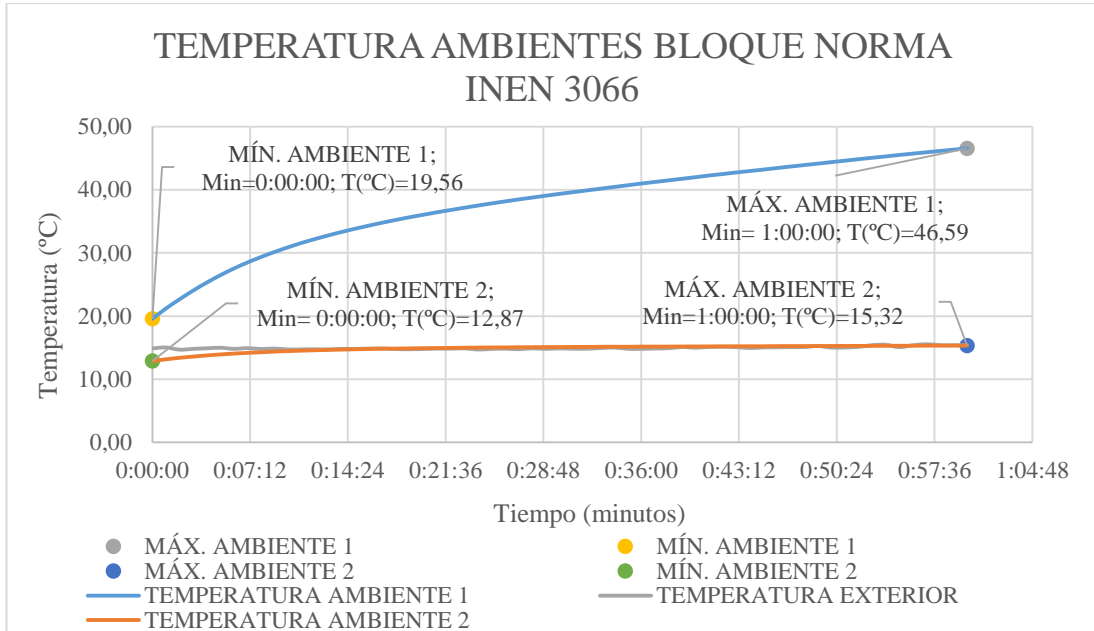
Fuente: Andrés Paguay

Análisis de resultados:

El ensayo térmico se realizó colocando sensores térmicos en las caras de la pared por un periodo de tiempo de ensayo de 60 minutos (1 hora) en la cual se obtuvieron valores de temperatura en el tiempo máximo de 43,48 °C y 16,18 °C, y una variación de 27,31 °C, que sirve para calcular el coeficiente de conductividad térmica de la pared el cual es de 0,535 W/m.K.

➤ **Análisis térmico en los ambientes de la cámara de ensayo.**

Gráfico 4. Comportamiento térmico en los ambientes de la cámara con Bloque Norma INEN 3066.



Fuente: Andrés Paguay

Tabla 31. Análisis térmico en los ambientes de la cámara con Bloque Norma INEN 3066.

TEMPERATURA (°C) AMBIENTES			
VALOR	TEMPERATURA AMBIENTE 1 (°C)	TEMPERATURA AMBIENTE 2 (°C)	TEMPERATURA EXTERIOR (°C)
MÁXIMO	46,59	15,32	15,54
MÍNIMO	19,56	12,87	14,68
PROMEDIO	37,76	14,86	14,95
Δ T (Max)	31,26		

Fuente: Andrés Paguay

Análisis de resultados:

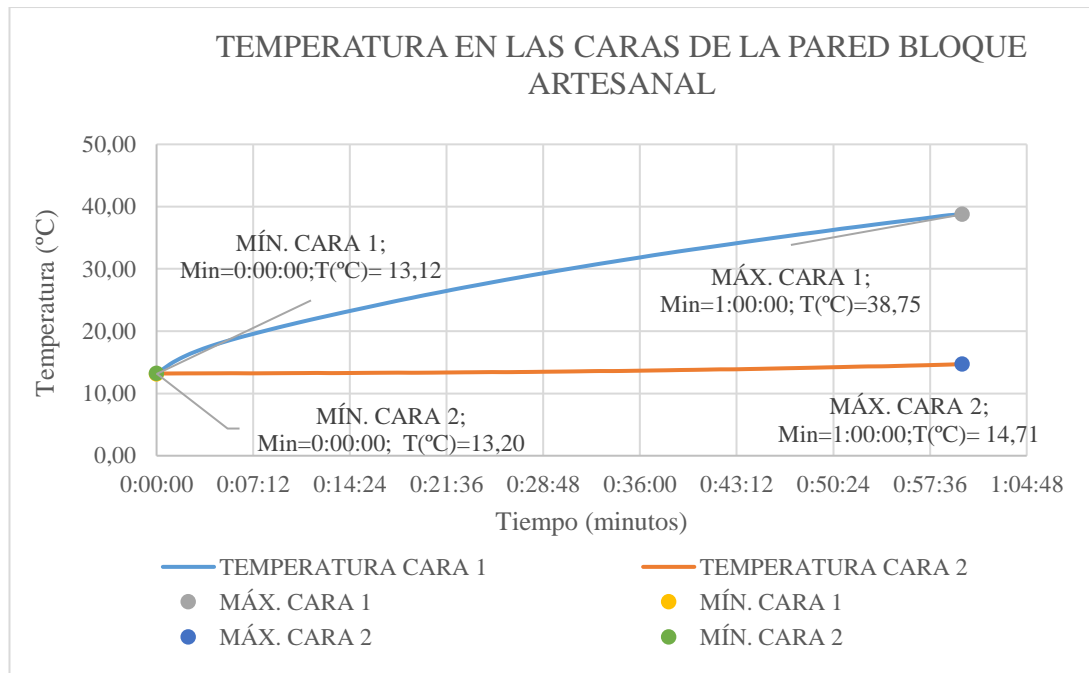
El ensayo térmico se realizó colocando sensores térmicos en los ambientes de la cámara de ensayo y en el exterior por un periodo de tiempo de ensayo de 60 minutos (1 hora) en la cual se obtuvieron valores de temperatura en el tiempo máximo de 46,59 °C y 15,32 °C, y una variación de temperatura entre ambientes de 31,26 °C. El ensayo se realizó en un laboratorio con una temperatura ambiente promedio de 14,95 °C.

3.1.2.2. Ensayo térmico pared bloque artesanal

Los valores obtenidos por los equipos se detallan en los anexos (*Ver Anexos A7*).

➤ **Análisis térmico en las caras de la pared.**

Gráfico 5. Comportamiento térmico en las caras de la pared Bloque Artesanal



Fuente: Andrés Paguay

Tabla 32. Análisis térmico en las caras de la pared Bloque Artesanal.

TEMPERATURA (°C) EN LAS CARAS DE LA PARED		
VALOR	TEMPERATURA CARA 1 (°C)	TEMPERATURA CARA 2 (°C)
MÁXIMO	38,75	14,71
MÍNIMO	13,12	13,20
PROMEDIO	28,77	13,67
Δ T (Max)	24,04	

Fuente: Andrés Paguay

Tabla 33. Coeficiente de conductividad térmica Bloque Artesanal

COEFICIENTE DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE PARED BLOQUE ARTESANAL			
Símbolo	Datos		Unidad
ϕ	Flujo térmico	600	W
A	Área de la muestra	0,56	m ²
$q = \phi/A$	Densidad de flujo térmico	1071,43	W/m ²
	°K	273	°K
$\Delta T = t_f - t_i$	ΔT (Max)	297,04	°K
e	Espesor muestra	0,15	m
$\lambda = q/(\Delta T/e)$	<i>Coef. conductividad térmica</i>	0,541	W/m K

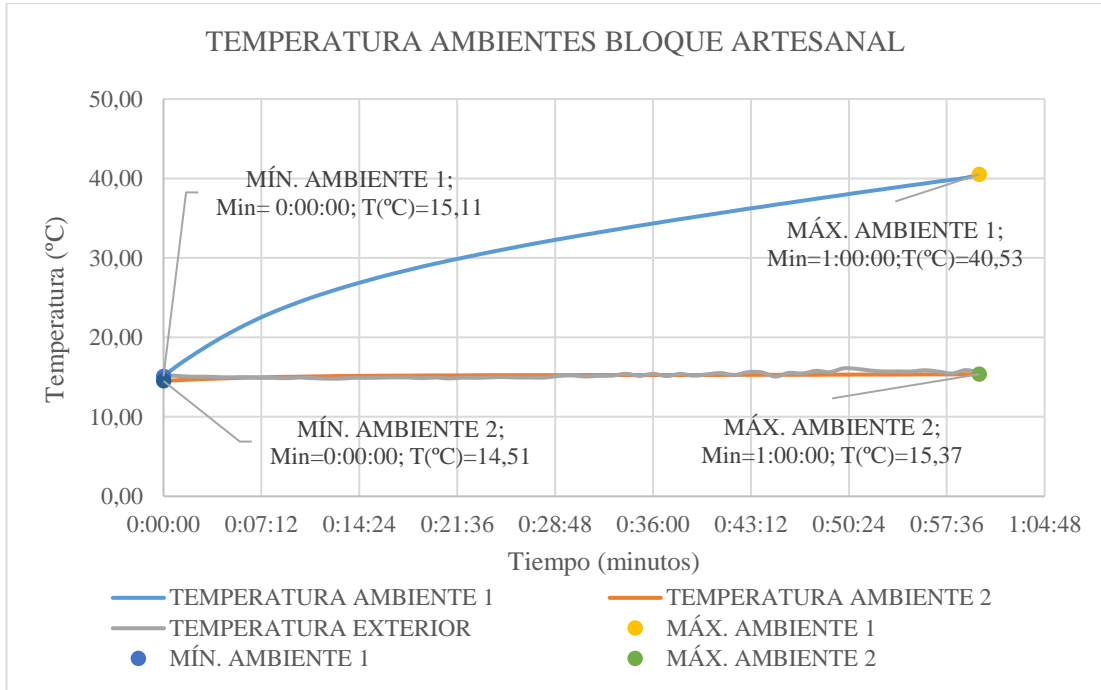
Fuente: Andrés Paguay

Análisis de resultados:

El ensayo térmico se realizó colocando sensores térmicos en las caras de la pared por un periodo de tiempo de ensayo de 60 minutos (1 hora) en la cual se obtuvieron valores de temperatura en el tiempo máximo de 38,75 °C y 14,71 °C, y una variación de 24,04 °C, que sirve para calcular el coeficiente de conductividad térmica de la pared el cual es de 0,541 W/m.K.

➤ **Análisis térmico en los ambientes de la cámara de ensayo.**

Gráfico 6. Comportamiento térmico en los ambientes de la cámara con Bloque Artesanal.



Fuente: Andrés Paguay

Tabla 34. Análisis térmico en los ambientes de la cámara con Bloque Artesanal.

TEMPERATURA (°C) AMBIENTES			
VALOR	TEMPERATURA AMBIENTE 1 (°C)	TEMPERATURA AMBIENTE 2 (°C)	TEMPERATURA EXTERIOR (°C)
MÁXIMO	40,53	15,37	16,10
MÍNIMO	15,11	14,51	14,81
PROMEDIO	31,33	15,18	15,24
Δ T (Max)	25,16		

Fuente: Andrés Paguay

Análisis de resultados:

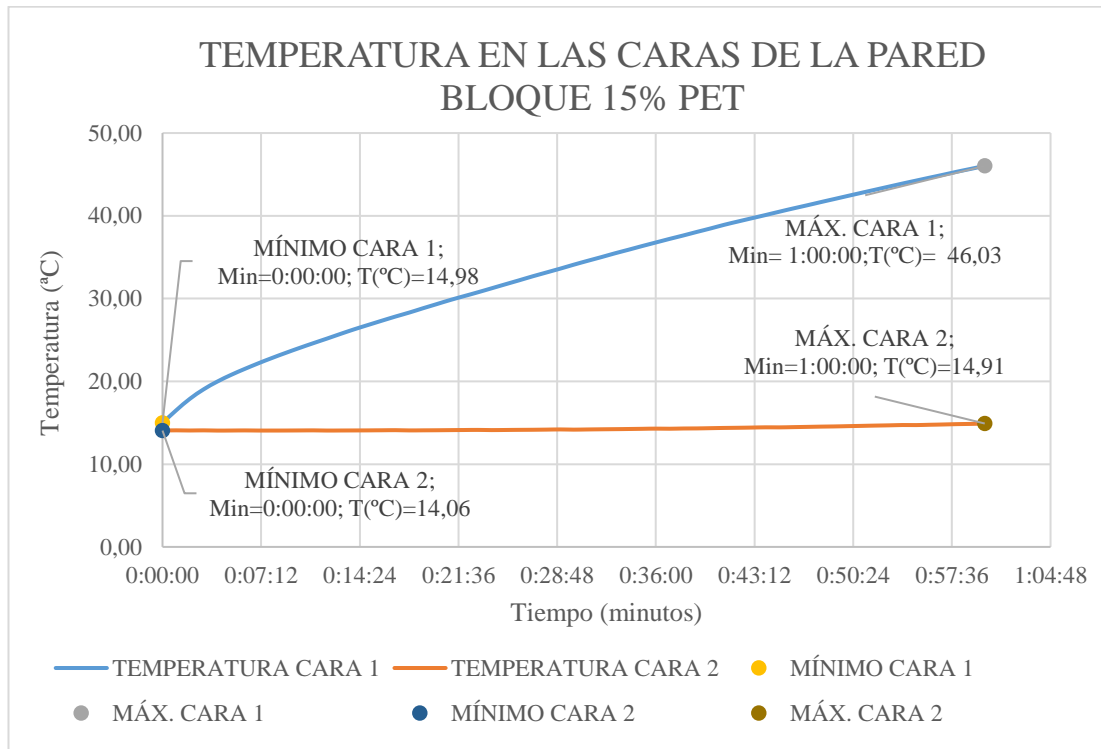
El ensayo térmico se realizó colocando sensores térmicos en los ambientes de la cámara de ensayo y en el exterior por un periodo de tiempo de ensayo de 60 minutos (1 hora) en la cual se obtuvieron valores de temperatura en el tiempo máximo de 40,53 °C y 15,37 °C, y una variación de temperatura entre ambientes de 25,16 °C. El ensayo se realizó en un laboratorio con una temperatura ambiente promedio de 15,24 °C.

3.1.2.3. Ensayo térmico pared bloque 15% PET

Los valores obtenidos por los equipos se detallan en los anexos (*Ver Anexos A8*).

➤ **Análisis térmico en las caras de la pared.**

Gráfico 7. Comportamiento térmico en las caras de la pared Bloque 15% PET.



Fuente: Andrés Paguay

Tabla 35. Análisis térmico en las caras de la pared Bloque 15% PET.

TEMPERATURA (°C) EN LAS CARAS DE LA PARED		
VALOR	TEMPERATURA CARA 1 (°C)	TEMPERATURA CARA 2 (°C)
MÁXIMO	46,03	14,91
MÍNIMO	14,98	14,06
PROMEDIO	33,27	14,29
Δ T (Máx.)	31,12	

Fuente: Andrés Paguay

Tabla 36. Coeficiente de conductividad térmica Bloque 15% PET.

COEFICIENTE DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE PARED BLOQUE 15% PET			
Símbolo	Datos		Unidad
ϕ	Flujo térmico	600	W
A	Área de la muestra	0,56	m ²
$q = \phi/A$	Densidad de flujo térmico	1071,43	W/m ²
	°K	273	°K
$\Delta T = t_f - t_i$	ΔT (Máx.)	304,12	°K
e	Espesor muestra	0,15	m
$\lambda = q/(\Delta T/e)$	Coef. conductividad térmica	0,528	W/m K

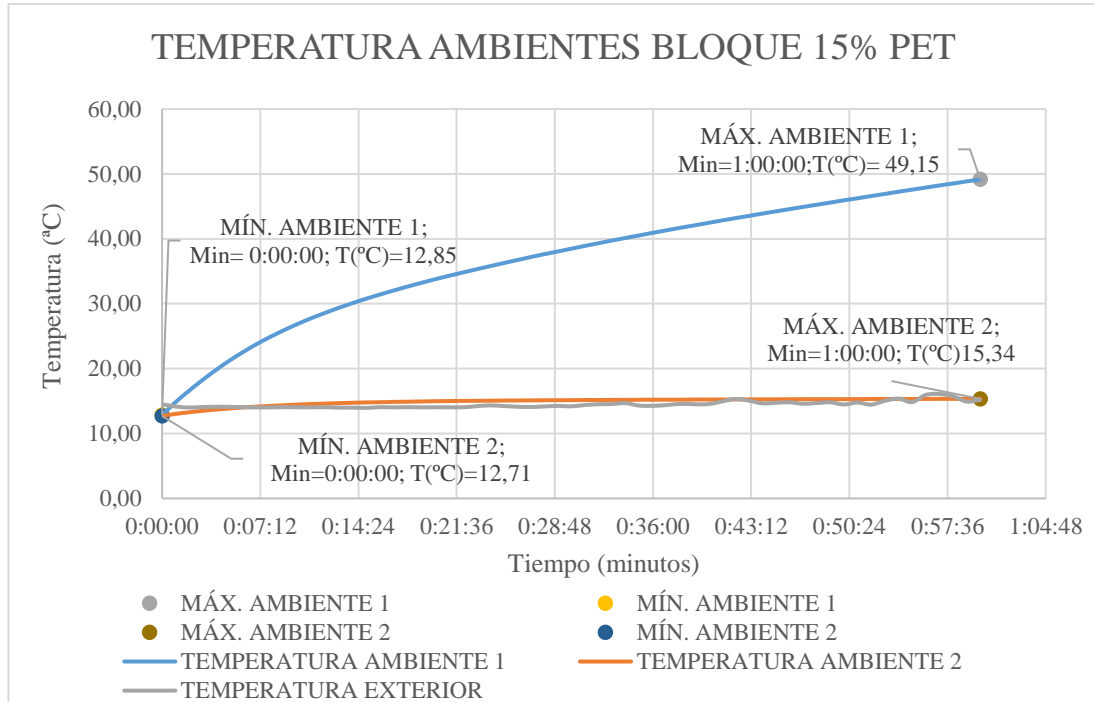
Fuente: Andrés Paguay

Análisis de resultados:

El ensayo térmico se realizó colocando sensores térmicos en las caras de la pared por un periodo de tiempo de ensayo de 60 minutos (1 hora) en la cual se obtuvieron valores de temperatura en el tiempo máximo de 46,03 °C y 14,91 °C, y una variación de 31,12 °C, que sirve para calcular el coeficiente de conductividad térmica de la pared el cual es de 0,528 W/m.K.

➤ **Análisis térmico en los ambientes de la cámara de ensayo.**

Gráfico 8. Comportamiento térmico en los ambientes de la cámara con Bloque 15% PET.



Fuente: Andrés Paguay

Tabla 37. Análisis térmico en los ambientes de la cámara con Bloque 15% PET.

TEMPERATURA (°C) AMBIENTES			
VALOR	TEMPERATURA AMBIENTE 1 (°C)	TEMPERATURA AMBIENTE 2 (°C)	TEMPERATURA EXTERIOR (°C)
MÁXIMO	49,15	15,34	16,09
MÍNIMO	12,85	12,71	13,95
PROMEDIO	36,56	14,89	14,47
Δ T (Máx.)	33,81		

Fuente: Andrés Paguay

Análisis de resultados:

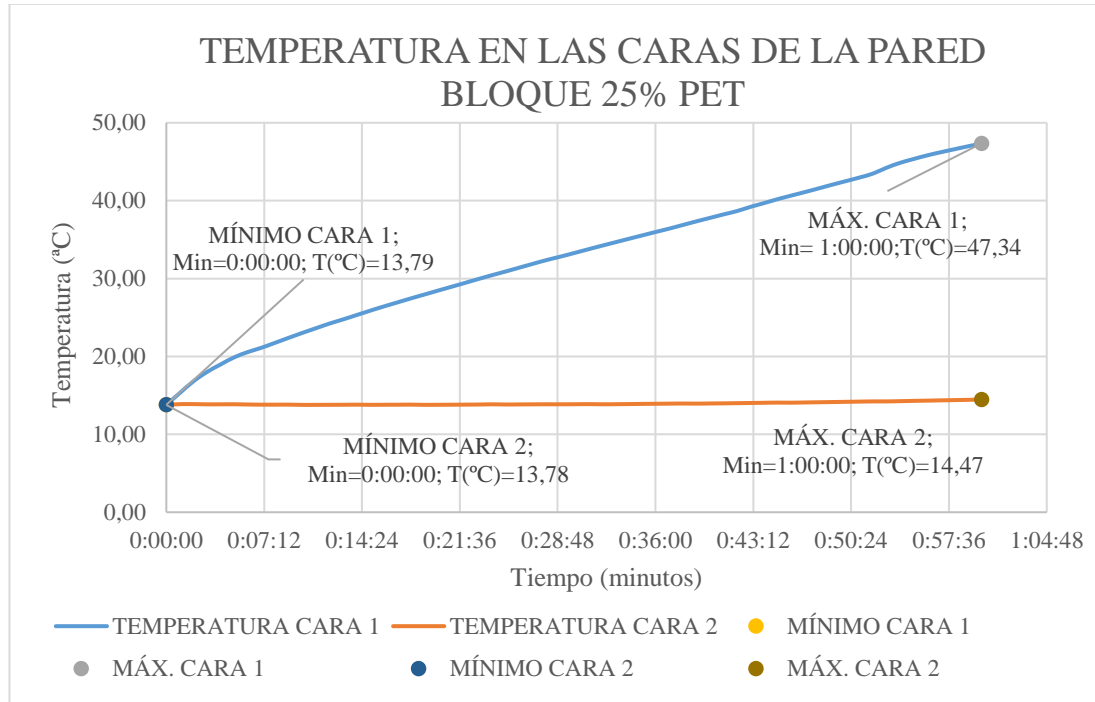
El ensayo térmico se realizó colocando sensores térmicos en los ambientes de la cámara de ensayo y en el exterior por un periodo de tiempo de ensayo de 60 minutos (1 hora) en la cual se obtuvieron valores de temperatura en el tiempo máximo de 49,15 °C y 15,34 °C, y una variación de temperatura entre ambientes de 33,81 °C. El ensayo se realizó en un laboratorio con una temperatura ambiente promedio de 14,47 °C.

3.1.2.4. Ensayo térmico pared bloque 25% PET

Los valores obtenidos por los equipos se detallan en los anexos (*Ver Anexos A9*).

➤ Análisis térmico en las caras de la pared.

Gráfico 9. Comportamiento térmico en las caras de la pared Bloque 25% PET.



Fuente: Andrés Paguay

Tabla 38. Análisis térmico en las caras de la pared Bloque 25% PET

TEMPERATURA (°C) EN LAS CARAS DE LA PARED		
VALOR	TEMPERATURA CARA 1 (°C)	TEMPERATURA CARA 2 (°C)
MÁXIMO	47,34	14,47
MÍNIMO	13,79	13,78
PROMEDIO	32,78	13,96
Δ T (Máx.)	32,87	

Fuente: Andrés Paguay

Tabla 39. Coeficiente de conductividad térmica Bloque 25% PET.

COEFICIENTE DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE PARED BLOQUE 25% PET			
Símbolo	Datos		Unidad
ϕ	Flujo térmico	600	W
A	Área de la muestra	0,56	m ²
$q = \phi/A$	Densidad de flujo térmico	1071,43	W/m ²
	°K	273	°K
$\Delta T = t_f - t_i$	ΔT (Máx.)	305,87	°K
e	Espesor muestra	0,15	m
$\lambda = q/(\Delta T/e)$	Coef. conductividad térmica	0,525	W/m K

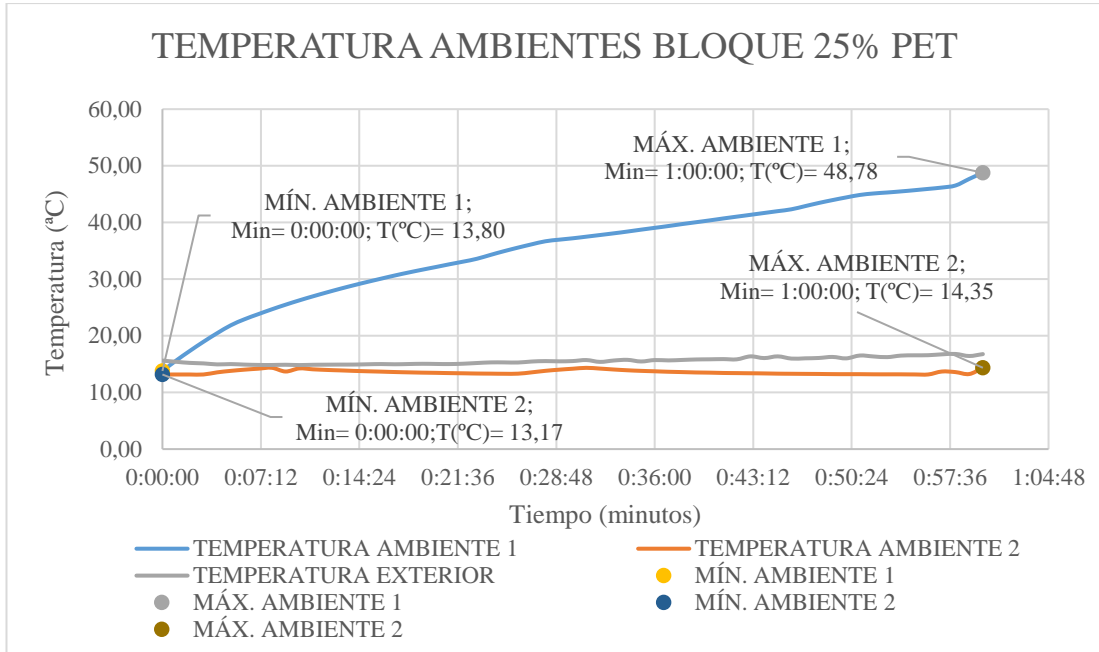
Fuente: Andrés Paguay

Análisis de resultados:

El ensayo térmico se realizó colocando sensores térmicos en las caras de la pared por un periodo de tiempo de ensayo de 60 minutos (1 hora) en la cual se obtuvieron valores de temperatura en el tiempo máximo de 47,34 °C y 14,47 °C, y una variación de 32,87 °C, que sirve para calcular el coeficiente de conductividad térmica de la pared el cual es de 0,525 W/m.K.

➤ **Análisis térmico en los ambientes de la cámara de ensayo.**

Gráfico 10. Comportamiento térmico en los ambientes de la cámara con Bloque 25% PET.



Fuente: Andrés Paguay

Tabla 40. Análisis térmico en los ambientes de la cámara con Bloque 25% PET.

TEMPERATURA (°C) AMBIENTES			
VALOR	TEMPERATURA AMBIENTE 1 (°C)	TEMPERATURA AMBIENTE 2 (°C)	TEMPERATURA EXTERIOR (°C)
MÁXIMO	48,78	14,35	16,80
MÍNIMO	13,80	13,17	14,83
PROMEDIO	35,31	13,59	15,61
Δ T (Máx.)	34,43		

Fuente: Andrés Paguay

Análisis de resultados:

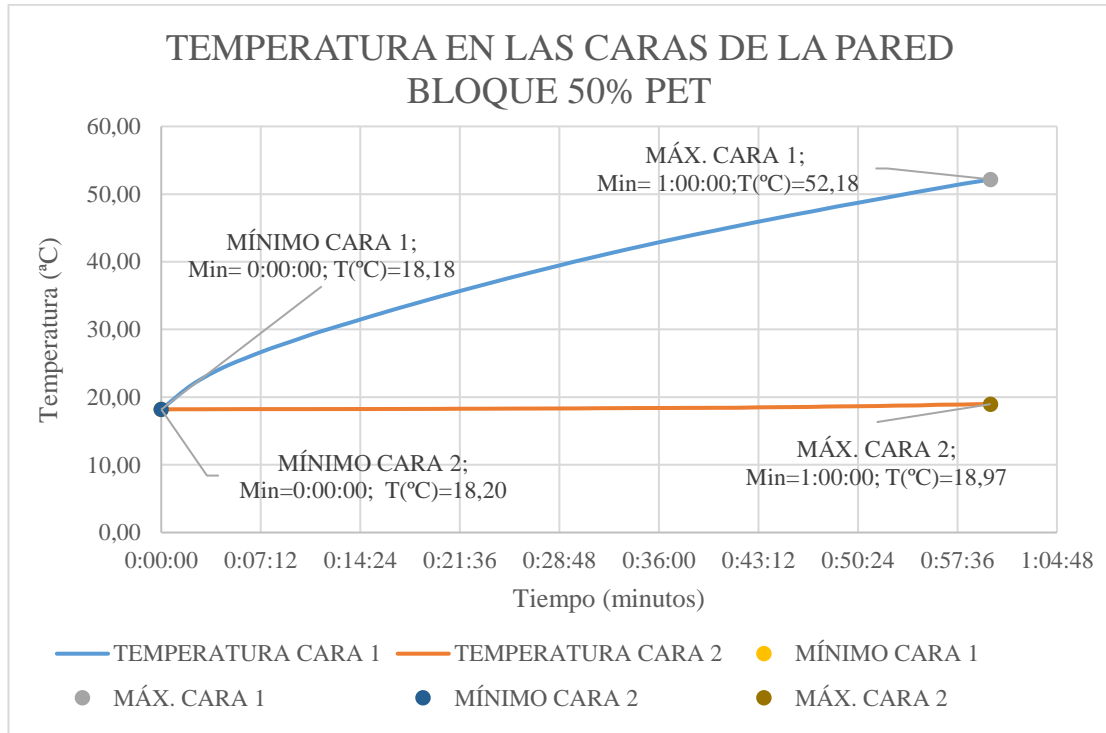
El ensayo térmico se realizó colocando sensores térmicos en los ambientes de la cámara de ensayo y en el exterior por un periodo de tiempo de ensayo de 60 minutos (1 hora) en la cual se obtuvieron valores de temperatura en el tiempo máximo de 48,78 °C y 14,35 °C, y una variación de temperatura entre ambientes de 34,43 °C. El ensayo se realizó en un laboratorio con una temperatura ambiente promedio de 15,61 °C.

3.1.2.5. Ensayo térmico pared bloque 50% PET

Los valores obtenidos por los equipos se detallan en los anexos (*Ver Anexos A10*).

➤ Análisis térmico en las caras de la pared.

Gráfico 11. Comportamiento térmico en las caras de la pared Bloque 50% PET.



Fuente: Andrés Paguay

Tabla 41. Análisis térmico en las caras de la pared Bloque 50% PET.

TEMPERATURA (°C) EN LAS CARAS DE LA PARED		
VALOR	TEMPERATURA CARA 1 (°C)	TEMPERATURA CARA 2 (°C)
MÁXIMO	52,18	18,97
MÍNIMO	18,18	18,20
PROMEDIO	38,79	18,42
Δ T (Máx.)	33,21	

Fuente: Andrés Paguay

Tabla 42. Coeficiente de conductividad térmica Bloque 50% PET.

COEFICIENTE DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE PARED BLOQUE 50% PET			
Símbolo	Datos		Unidad
ϕ	Flujo térmico	600	W
A	Área de la muestra	0,56	m ²
$q = \phi/A$	Densidad de flujo térmico	1071,43	W/m ²
	°K	273	°K
$\Delta T = t_f - t_i$	ΔT (Máx.)	306,21	°K
e	Espesor muestra	0,15	m
$\lambda = q/(\Delta T/e)$	Coef. conductividad térmica	0,524	W/m K

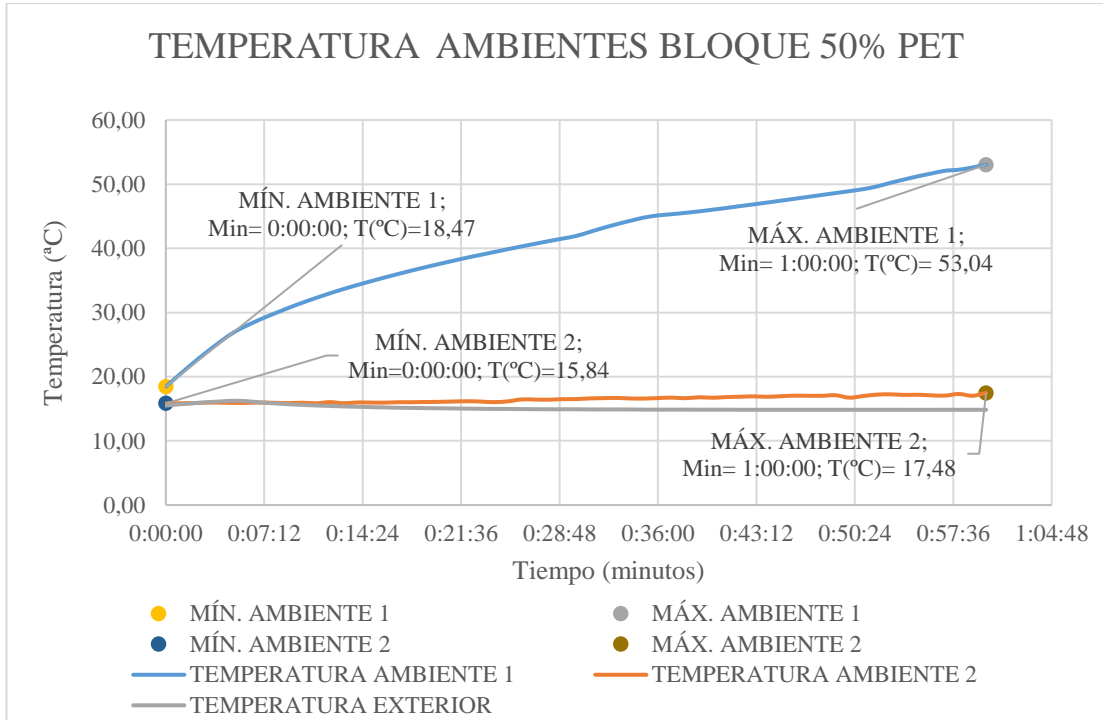
Fuente: Andrés Paguay

Análisis de resultados:

El ensayo térmico se realizó colocando sensores térmicos en las caras de la pared por un periodo de tiempo de ensayo de 60 minutos (1 hora) en la cual se obtuvieron valores de temperatura en el tiempo máximo de 52,18 °C y 18,97 °C, y una variación de 33,21 °C, que sirve para calcular el coeficiente de conductividad térmica de la pared el cual es de 0,524 W/m.K.

➤ **Análisis térmico en los ambientes de la cámara de ensayo.**

Gráfico 12. Comportamiento térmico en los ambientes de la cámara con Bloque 50% PET.



Fuente: Andrés Paguay

Tabla 43. Análisis térmico en los ambientes de la cámara con Bloque 50% PET.

TEMPERATURA (°C) AMBIENTES			
VALOR	TEMPERATURA AMBIENTE 1 (°C)	TEMPERATURA AMBIENTE 2 (°C)	TEMPERATURA EXTERIOR (°C)
MÁXIMO	53,04	17,48	16,25
MÍNIMO	18,47	15,84	14,84
PROMEDIO	40,54	16,49	15,13
Δ T (Máx.)	35,56		

Fuente: Andrés Paguay

Análisis de resultados:

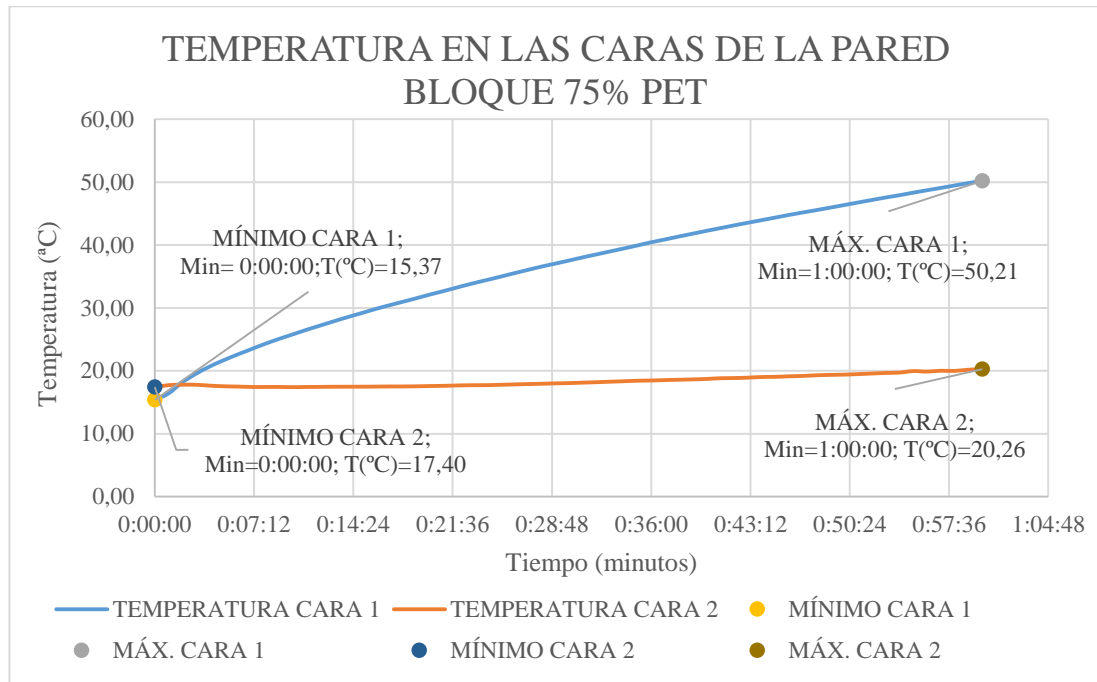
El ensayo térmico se realizó colocando sensores térmicos en los ambientes de la cámara de ensayo y en el exterior por un periodo de tiempo de ensayo de 60 minutos (1 hora) en la cual se obtuvieron valores de temperatura en el tiempo máximo de 53,04 °C y 17,48 °C, y una variación de temperatura entre ambientes de 35,56 °C. El ensayo se realizó en un laboratorio con una temperatura ambiente promedio de 15,13 °C.

3.1.2.6. Ensayo térmico pared bloque 75% PET

Los valores obtenidos por los equipos se detallan en los anexos (*Ver Anexos A11*).

➤ Análisis térmico en las caras de la pared.

Gráfico 13. Comportamiento térmico en las caras de la pared Bloque 75% PET.



Fuente: Andrés Paguay

Tabla 44. Análisis térmico en las caras de la pared Bloque 75% PET.

TEMPERATURA (°C) EN LAS CARAS DE LA PARED		
VALOR	TEMPERATURA CARA 1 (°C)	TEMPERATURA CARA 2 (°C)
MÁXIMO	50,21	20,26
MÍNIMO	15,37	17,40
PROMEDIO	36,25	18,36
ΔT (Máx.)	29,95	

Fuente: Andrés Paguay

Tabla 45. Coeficiente de conductividad térmica Bloque 75% PET.

COEFICIENTE DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE PARED BLOQUE 75% PET			
Símbolo	Datos		Unidad
ϕ	Flujo térmico	600	W
A	Área de la muestra	0,56	m ²
$q = \phi/A$	Densidad de flujo térmico	1071,43	W/m ²
	°K	273	°K
$\Delta T = t_f - t_i$	ΔT (Máx.)	302,95	°K
e	Espesor muestra	0,15	m
$\lambda = q/(\Delta T/e)$	Coef. conductividad térmica	0,530	W/m K

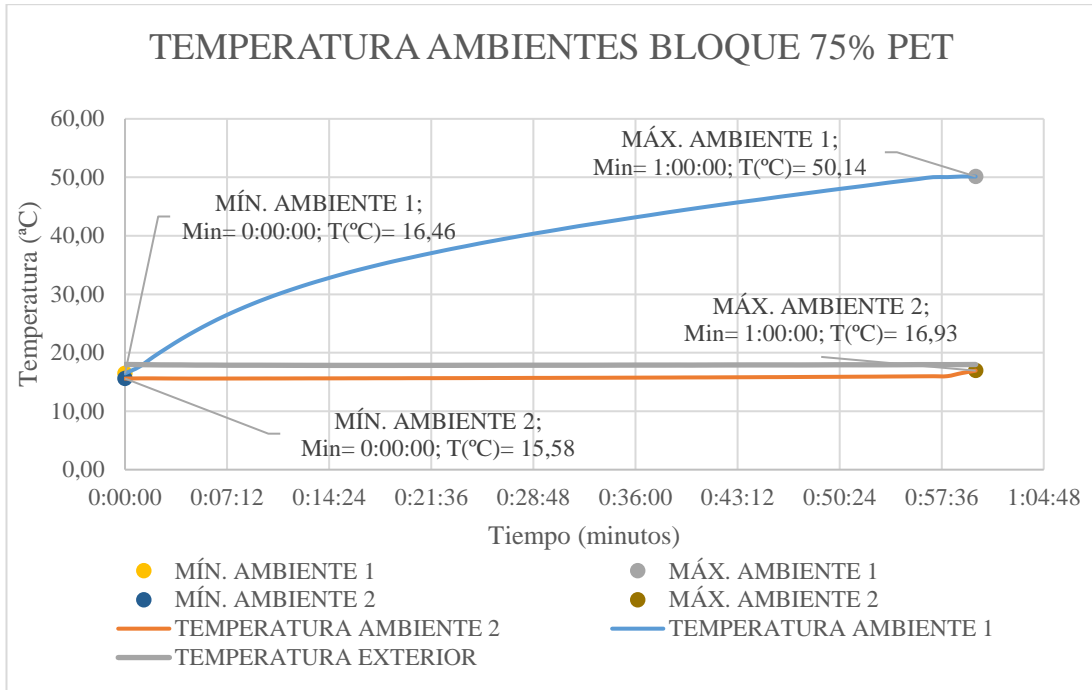
Fuente: Andrés Paguay

Análisis de resultados:

El ensayo térmico se realizó colocando sensores térmicos en las caras de la pared por un periodo de tiempo de ensayo de 60 minutos (1 hora) en la cual se obtuvieron valores de temperatura en el tiempo máximo de 50,21 °C y 20,26 °C, y una variación de 29,95 °C, que sirve para calcular el coeficiente de conductividad térmica de la pared el cual es de 0,530 W/m.K.

➤ **Análisis térmico en los ambientes de la cámara de ensayo.**

Gráfico 14. Comportamiento térmico en los ambientes de la cámara con Bloque 75% PET.



Fuente: Andrés Paguay

Tabla 46. Análisis térmico en los ambientes de la cámara con Bloque 75% PET.

TEMPERATURA (°C) AMBIENTES			
VALOR	TEMPERATURA AMBIENTE 1 (°C)	TEMPERATURA AMBIENTE 2 (°C)	TEMPERATURA EXTERIOR (°C)
MÁXIMO	50,14	16,93	17,99
MÍNIMO	16,46	15,58	17,83
PROMEDIO	38,81	15,75	17,89
ΔT (Máx.)	33,22		

Fuente: Andrés Paguay

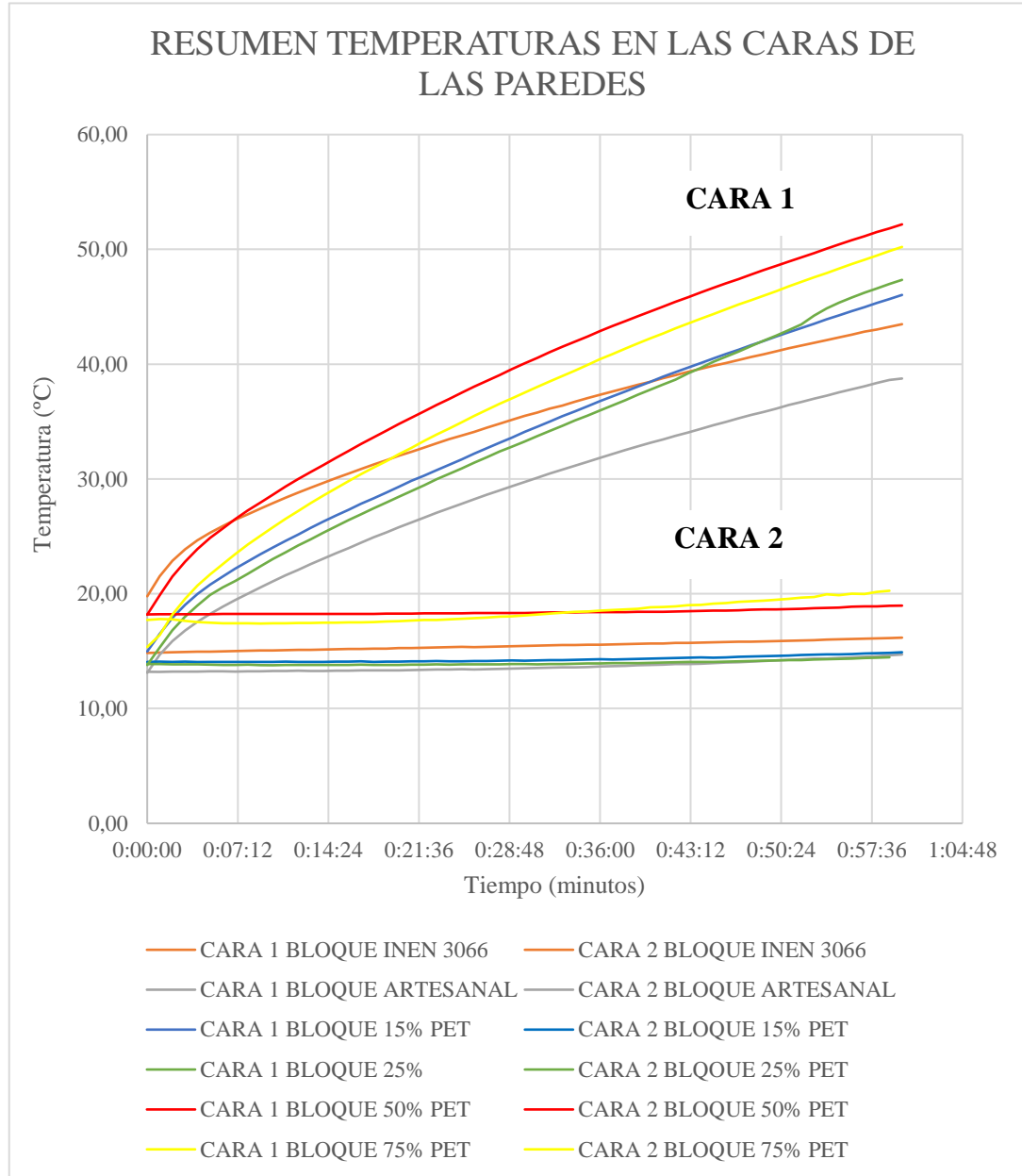
Análisis e interpretación de resultados:

El ensayo térmico se realizó colocando sensores térmicos en los ambientes de la cámara de ensayo y en el exterior por un periodo de tiempo de ensayo de 60 minutos (1 hora) en la cual se obtuvieron valores de temperatura en el tiempo máximo de 50,14 °C y 16,93 °C, y una variación de temperatura entre ambientes de 33,22 °C. El ensayo se realizó en un laboratorio con una temperatura ambiente promedio de 17,89 °C.

3.1.2.7. Resumen de ensayo de variación térmica



➤ **Resumen del análisis térmico en las caras de la pared.**

Gráfico 15. Resumen del comportamiento térmico en las caras de las paredes.



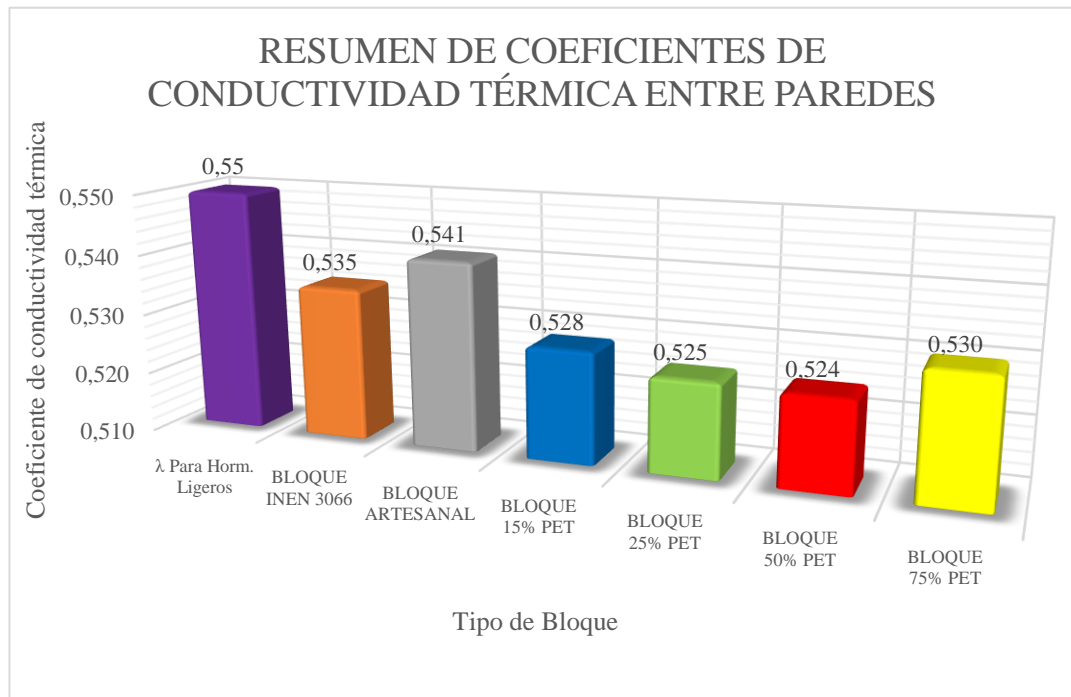
Fuente: Andrés Paguay

Tabla 47. Resumen del análisis térmico en las caras de las paredes y coeficientes de conductividad térmica.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL Resumen de Coeficiente de Conductividad Térmica en paredes 												
	BLOQUE INEN 3066		BLOQUE ARTESANAL		BLOQUE 15% PET		BLOQUE 25% PET		BLOQUE 50% PET		BLOQUE 75% PET	
	Temp. cara 1 (°C)	Temp. cara 2 (°C)	Temp. cara 1 (°C)	Temp. cara 2 (°C)	Temp. cara 1 (°C)	Temp. cara 2 (°C)	Temp. cara 1 (°C)	Temp. cara 2 (°C)	Temp. cara 1 (°C)	Temp. cara 2 (°C)	Temp. cara 1 (°C)	Temp. cara 2 (°C)
Máximo	43,48	16,18	38,75	14,71	46,03	14,91	47,34	14,47	52,18	18,97	50,21	20,26
Mínimo	19,78	14,84	13,12	13,20	14,98	14,06	13,79	13,78	18,18	18,20	15,37	17,40
Promedio	34,59	15,47	28,77	13,67	33,27	14,29	32,78	13,96	38,79	18,42	36,25	18,36
ΔT (máx.)	27,31		24,04		31,12		32,87		33,21		29,95	
λ	0,535		0,541		0,528		0,525		0,524		0,530	

Fuente: Andrés Paguay

Gráfico 16. Resumen de coeficientes de conductividad térmica entre paredes.



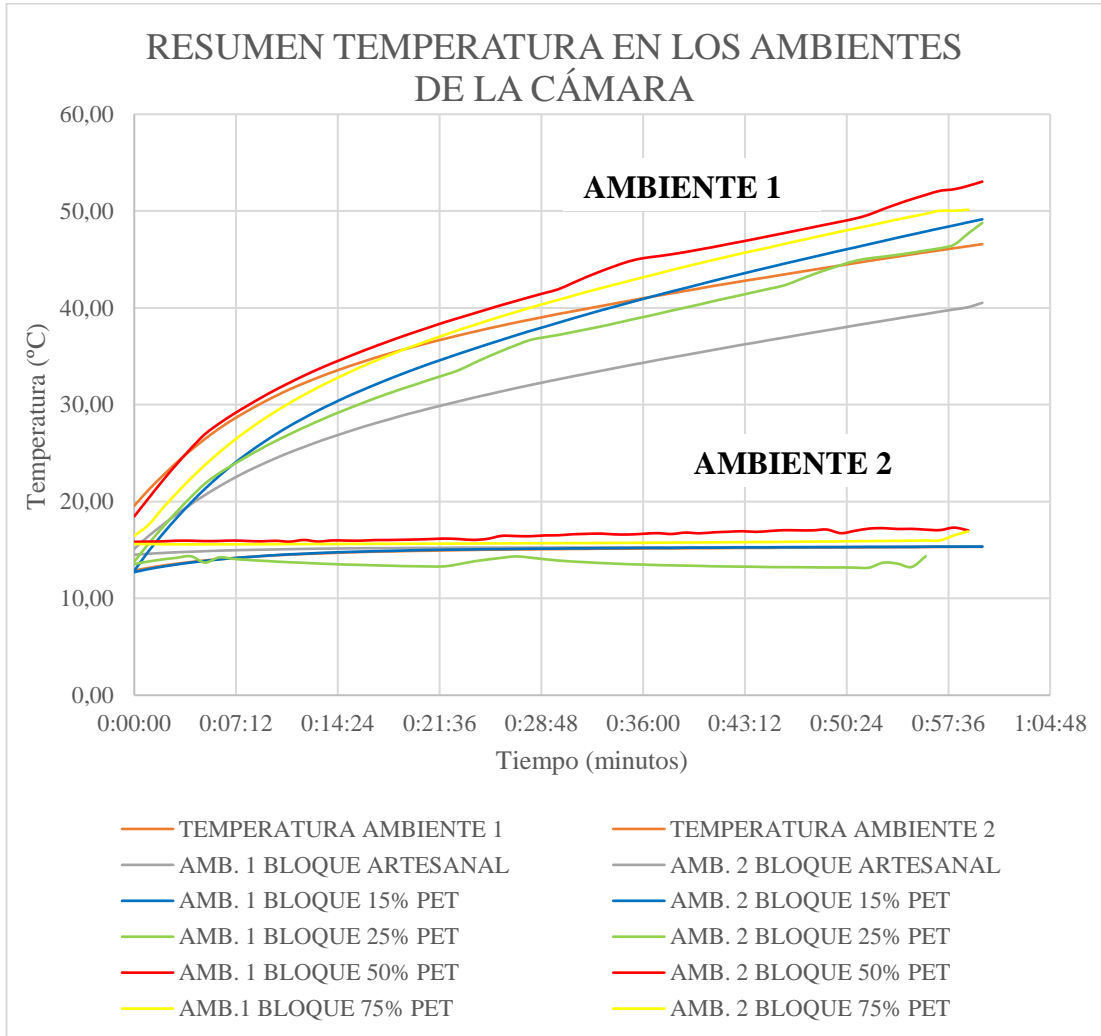
Fuente: Andrés Paguay

Análisis e interpretación de resultados:

Según la Normativa Chilena el coeficiente de conductividad térmica para hormigones con agregados ligeros es de 0,550. A través de la interpretación del gráfico de barras se puede observar que el bloque de elaboración artesanal presenta el mayor de los coeficientes de conductividad térmica con un valor de 0,541 y el bloque elaborado con los parámetros de la norma INEN 3066 presenta un coeficiente menor de 0,535. Cabe destacar, que mientras menor sea este coeficiente mayor aislación térmica presenta, es decir, el elemento posee una menor capacidad de conducir el calor. También se puede notar que mientras más se adicione en porcentaje de material PET entre 15, 25 y 50% como sustitución del agregado grueso (chasqui) su coeficiente va disminuyendo dándole un mejor comportamiento térmico aislante; sin embargo, con una adición del 75% de PET, este descenso del coeficiente llega a un punto de inflexión haciendo que su coeficiente aumente y permitiendo el paso avanzado de temperatura.



➤ **Resumen del análisis térmico en los ambientes de la cámara de ensayo.**

Gráfico 17. Resumen del comportamiento térmico en los ambientes de la cámara.



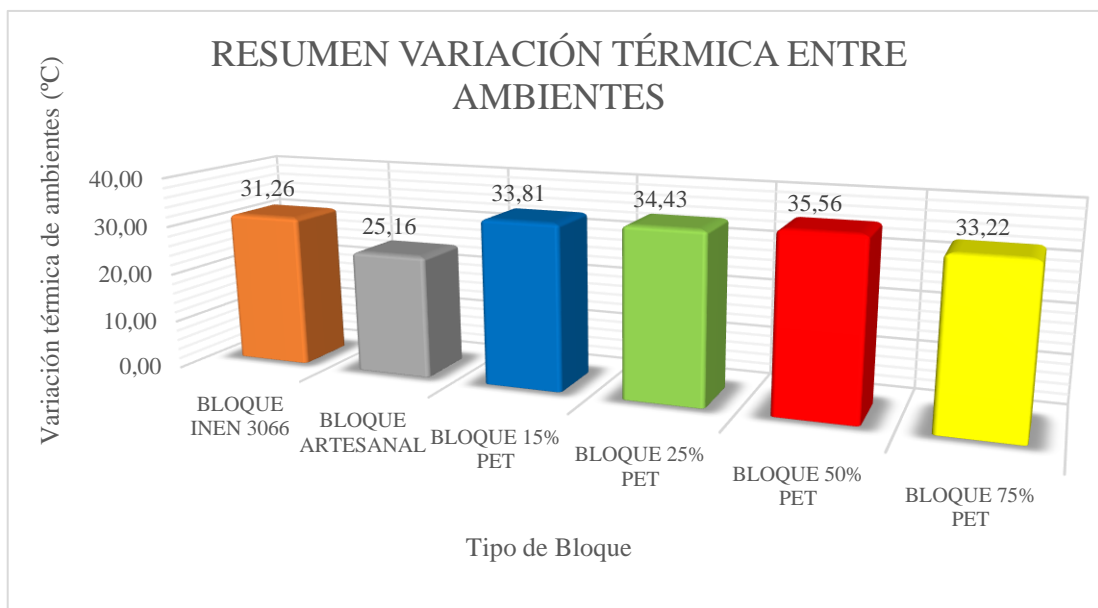
Fuente: Andrés Paguay

Tabla 48. Resumen del análisis térmico en los ambientes de la cámara de ensayo.

 <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL Resumen de la Variación Térmica entre Ambientes </div> 												
	BLOQUE INEN 3066		BLOQUE ARTESANAL		BLOQUE 15% PET		BLOQUE 25% PET		BLOQUE 50% PET		BLOQUE 75% PET	
	Temp. ambiente 1 (°C)	Temp. ambiente 2 (°C)	Temp. ambiente 1 (°C)	Temp. ambiente 2 (°C)	Temp. ambiente 1 (°C)	Temp. ambiente 2 (°C)	Temp. ambiente 1 (°C)	Temp. ambiente 2 (°C)	Temp. ambiente 1 (°C)	Temp. ambiente 2 (°C)	Temp. ambiente 1 (°C)	Temp. ambiente 2 (°C)
Máximo	46,59	15,32	40,53	15,37	49,15	15,34	48,78	14,35	53,04	17,48	50,14	16,93
Mínimo	19,56	12,87	15,11	14,51	12,85	12,71	13,80	13,17	18,47	15,84	16,46	15,58
Promedio	37,76	14,86	31,33	15,18	36,56	14,89	35,31	13,59	40,54	16,49	38,81	15,75
Δ T (máx.)	31,26		25,16		33,81		34,43		35,56		33,22	

Fuente: Andrés Paguay

Gráfico 18. Resumen de la variación térmica entre ambientes de la cámara de ensayo.





Fuente: Andrés Paguay

Análisis e interpretación de resultados:

A través de la interpretación de la gráfica de barras se puede observar que una pared con bloque elaborado con los parámetros de la norma INEN 3066 presenta una mayor variación de temperatura con 31,26 °C que una pared de bloque de elaboración artesanal el cual tiene una variación de 25,16 °C. Cabe señalar, que mientras mayor variación de temperatura presente mayor será la aislación de temperatura del elemento divisor (pared) y evitara el paso de calor de un ambiente a otro. También se puede notar que mientras más se adicione el material PET como sustitución del agregado grueso (chasqui), su variación térmica mejora en relación a una pared de bloque de elaboración tradicional y la de una pared de bloque normado, indicando que la adición correcta del material PET puede influir significativamente en el control de temperatura de los ambientes de una vivienda. De la misma forma se produce un cambio descendente de la variación de temperatura cuando se adiciona el 75% de PET, indicando que las propiedades de aislación son favorables hasta una adición del 50% de plástico PET.

3.1.2.8. Elección del mejor espécimen del ensayo térmico.

Tabla 49. Elección del mejor espécimen del ensayo térmico.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL Mejor espécimen 				
Tipo	Variación Térmica	Coefficiente de Conductividad Térmica	Mejor Especimen por variación	Mejor Especimen por Coeficiente de Conductividad térmica
BLOQUE INEN 3066	31,26	0,535	<i>BLOQUE 50% PET</i>	<i>BLOQUE 50% PET</i>
BLOQUE ARTESANAL	25,16	0,541		
BLOQUE 15% PET	33,81	0,528		
BLOQUE 25% PET	34,43	0,525		
BLOQUE 50% PET	35,56	0,525		
BLOQUE 75% PET	33,22	0,530		

Fuente: Andrés Paguay

Análisis e interpretación de resultados:

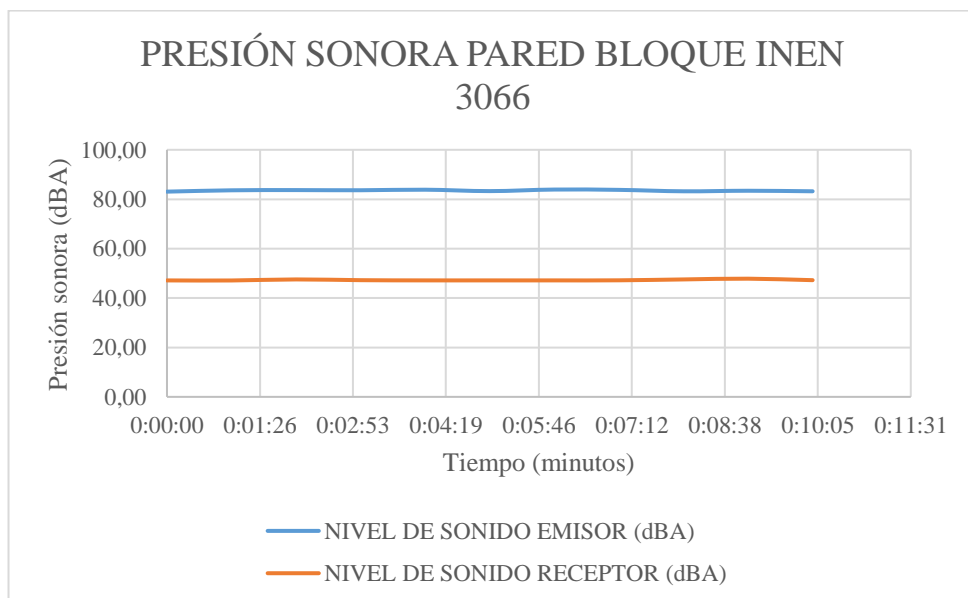
En la tabla mostrada, se puede observar que todos bloques elaborados están por debajo del valor de $\lambda = 0,55$, que es el coeficiente de conductividad térmica para hormigones con agregados ligeros establecidos en la norma NCH 853, Tabla A1, indicando así, que la dosificación empleada y el procedimiento de elaboración de los bloques son correctos y adecuados. A través de los resultados obtenidos, el mejor espécimen resultante de los ensayos térmicos es la pared elaborada con bloque con 50% de PET, ya que presenta una mayor variación de temperatura superior a las demás muestras, siendo un buen aislante; al mismo tiempo su porcentaje de material PET, le ayuda a ser un elemento con menor capacidad de transmitir calor, siendo la pared con mejor comportamiento térmico.

3.1.3. Ensayos de Acondicionamiento acústico.

A igual que en el ensayo térmico, este se realizó con el fin de establecer parámetros de acondicionamiento acústico, como son: la variación o aislación acústica de los ambientes de la cámara de ensayo divididos por paredes de mampostería no estructural y la presión sonora receptora con el que se establece el confort acústico. Los tipos de mampostería con los cuales se elaboró las paredes incluyen bloques de elaboración artesanal, bloques elaborados con la norma INEN 3066 y bloques con una variación a los de la norma INEN 3066 en la que se sustituye un porcentaje del 15, 25, 50 y 75% al agregado grueso (Chasqui). El ambiente 1 es el lugar en contacto directo con la fuente emisor de sonido y el ambiente 2 es el lugar que está dividido por la pared de mampostería. Se utiliza el promedio de la lectura de presión sonora, debido a que su comportamiento en el tiempo no presenta variaciones considerables para el ensayo.

3.1.3.1. Ensayo acústico con pared de bloque Norma INEN 3066

Gráfico 19. Transmisión de la presión sonora en ambientes con pared de bloque INEN 3066.



Fuente: Andrés Paguay

Tabla 50. Niveles de sonido (dBA), pared bloque INEN 3066.

PARED BLOQUE INEN 3066		
TIEMPO (min)	EMISOR (dBA)	RECEPTOR (dBA)
0:00:00	83,07	47,13
0:01:00	83,61	47,11
0:02:00	83,70	47,53
0:03:00	83,63	47,23
0:04:00	83,85	47,14
0:05:00	83,29	47,15
0:06:00	83,91	47,14
0:07:00	83,78	47,18
0:08:00	83,20	47,53
0:09:00	83,42	47,83
0:10:00	83,21	47,22
MÁXIMO	83,91	47,83
MÍNIMO	83,07	47,11
PROMEDIO	83,51	47,29
DIFERENCIA	36,22	

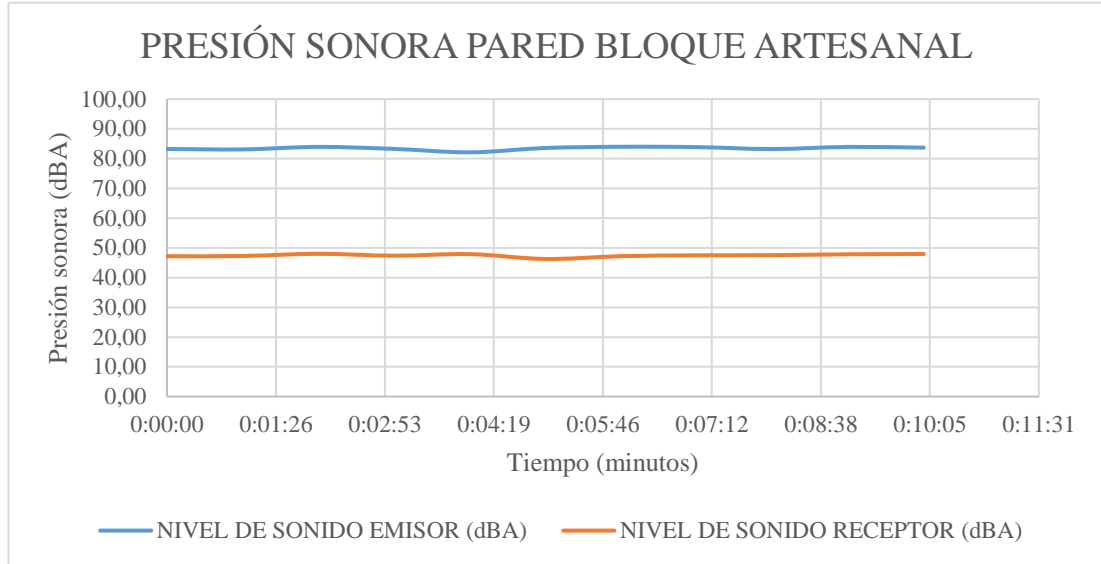
Fuente: Andrés Paguay

Análisis de resultados:

El ensayo se realizó colocando sensores acústicos en los ambientes de la cámara de ensayo por un periodo de tiempo de 10 minutos en la cual se obtuvieron valores promedio de presión sonora emisora de 83,51 dBA y receptora de 47,29 dBA, este último servirá para determinar el confort acústico para viviendas; también se obtuvo una variación acústica de 37,25 dBA, que es lo que retiene el ambiente o lo que aísla con la colocación de la pared.

3.1.3.2. Ensayo acústico con pared de bloque artesanal

Gráfico 20. Transmisión de la presión sonora en ambientes con pared de bloque artesanal.



Fuente: Andrés Paguay

Tabla 51. Niveles de sonido (dB), pared bloque artesanal.

PARED BLOQUE ARTESANAL		
TIEMPO (min)	EMISOR (dB)	RECEPTOR (dB)
0:00:00	83,23	47,16
0:01:00	83,08	47,25
0:02:00	83,92	47,98
0:03:00	83,25	47,35
0:04:00	82,10	47,87
0:05:00	83,55	46,25
0:06:00	83,96	47,19
0:07:00	83,85	47,47
0:08:00	83,20	47,53
0:09:00	83,91	47,82
0:10:00	83,67	47,91
MÁXIMO	83,96	47,98
MÍNIMO	82,10	46,25
PROMEDIO	83,43	47,43
DIFERENCIA	35,99	

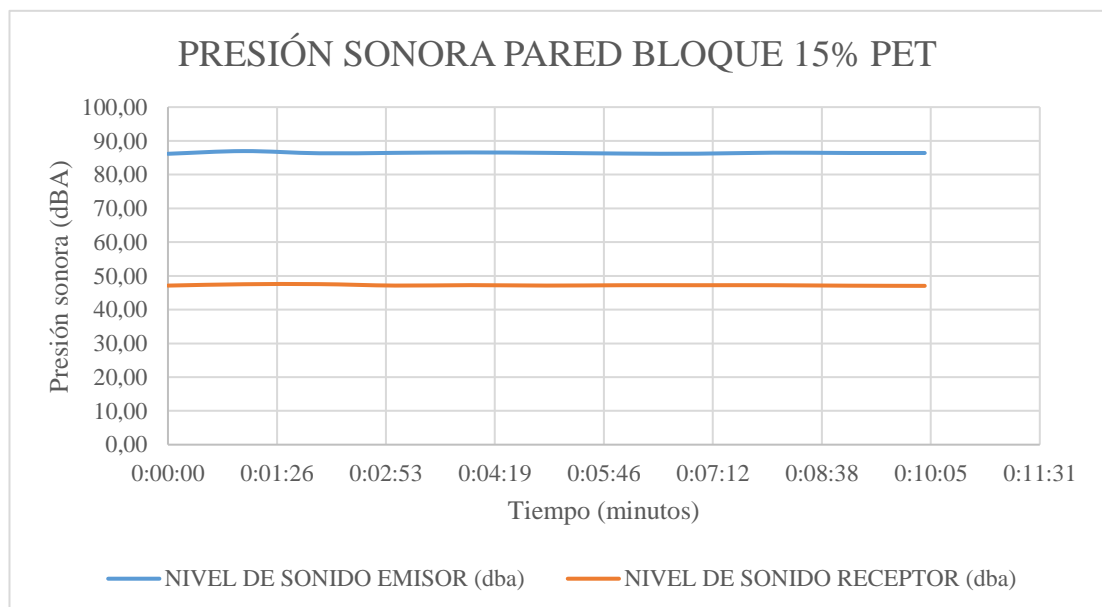
Fuente: Andrés Paguay

Análisis de resultados:

El ensayo se realizó colocando sensores acústicos en los ambientes de la cámara de ensayo por un periodo de tiempo de 10 minutos en la cual se obtuvieron valores promedio de presión sonora emisora de 83,43 dBA y receptora de 47,43 dBA, este último servirá para determinar el confort acústico para viviendas; también se obtuvo una variación acústica de 35,99 dBA, que es lo que retiene el ambiente o lo que aísla con la colocación de la pared.

3.1.3.3. Ensayo acústico con pared de bloque 15% PET

Gráfico 21. Transmisión de la presión sonora en ambientes con pared de bloque 15% PET.



Fuente: Andrés Paguay

Tabla 52. Niveles de sonido (dBA), pared bloque 15% PET.

PARED BLOQUE 15% PET		
Tiempo (s)	EMISOR (dBA)	RECEPTOR (dBA)
0:00:00	86,18	47,13
0:01:00	86,98	47,53
0:02:00	86,33	47,56
0:03:00	86,45	47,14
0:04:00	86,58	47,27
0:05:00	86,46	47,13
0:06:00	86,25	47,24
0:07:00	86,21	47,23
0:08:00	86,50	47,24
0:09:00	86,42	47,10
0:10:00	86,42	47,05
MÁXIMO	86,98	47,56
MÍNIMO	86,18	47,05
PROMEDIO	86,43	47,24
DIFERENCIA	39,20	

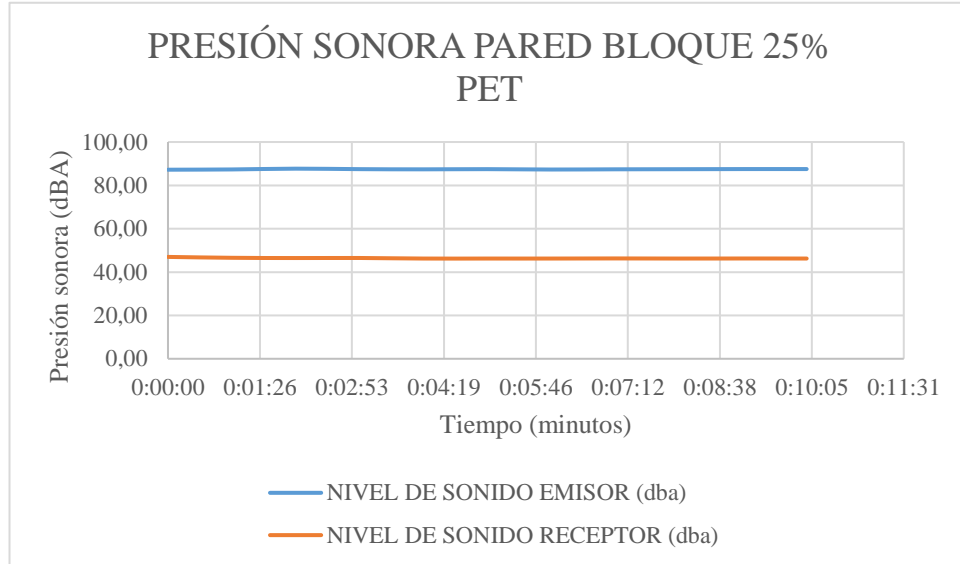
Fuente: Andrés Paguay

Análisis de resultados:

El ensayo se realizó colocando sensores acústicos en los ambientes de la cámara de ensayo por un periodo de tiempo de 10 minutos en la cual se obtuvieron valores promedio de presión sonora emisora de 86,43 dBA y receptora de 47,24 dBA, este último servirá para determinar el confort acústico para viviendas; también se obtuvo una variación acústica de 39,20 dBA, que es lo que retiene el ambiente o lo que aísla con la colocación de la pared.

3.1.3.4. Ensayo acústico con pared de bloque 25% PET

Gráfico 22. Transmisión de la presión sonora en ambientes con pared de bloque 25% PET.



Fuente: Andrés Paguay

Tabla 53. Niveles de sonido (dB(A)), pared bloque 25% PET.

PARED BLOQUE 25% PET		
Tiempo (s)	EMISOR (dB(A))	RECEPTOR (dB(A))
0:00:00	87,22	46,99
0:01:00	87,34	46,59
0:02:00	87,69	46,47
0:03:00	87,47	46,49
0:04:00	87,39	46,23
0:05:00	87,48	46,24
0:06:00	87,31	46,24
0:07:00	87,41	46,29
0:08:00	87,45	46,24
0:09:00	87,52	46,27
0:10:00	87,51	46,24
MÁXIMO	87,69	46,99
MÍNIMO	87,22	46,23
PROMEDIO	87,44	46,39
DIFERENCIA	41,05	

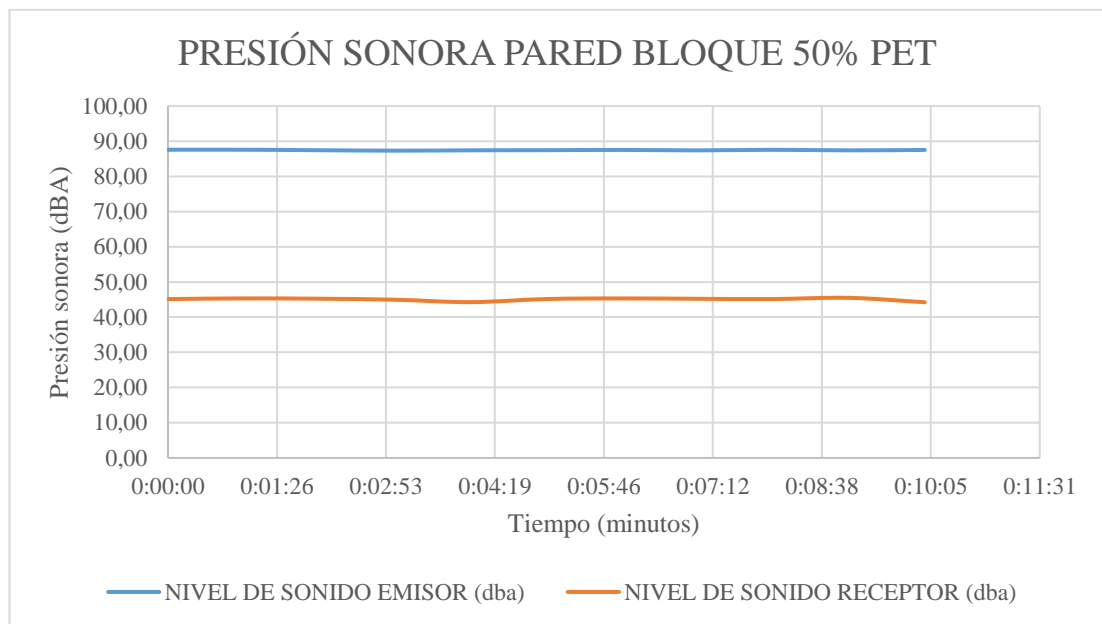
Fuente: Andrés Paguay

Análisis de resultados:

El ensayo se realizó colocando sensores acústicos en los ambientes de la cámara de ensayo por un periodo de tiempo de 10 minutos en la cual se obtuvieron valores promedio de presión sonora emisora de 87,44 dBA y receptora de 46,39 dBA, este último servirá para determinar el confort acústico para viviendas; también se obtuvo una variación acústica de 41,05 dBA, que es lo que retiene el ambiente o lo que aísla con la colocación de la pared.

3.1.3.5. Ensayo acústico con pared de bloque 50% PET

Gráfico 23. Transmisión de la presión sonora en ambientes con pared de bloque 50% PET.



Fuente: Andrés Paguay

Tabla 54. Niveles de sonido (dBA), pared bloque 50% PET.

PARED BLOQUE 50% PET		
Tiempo (s)	EMISOR (dBA)	RECEPTOR (dBA)
0:00:00	87,57	45,14
0:01:00	87,57	45,33
0:02:00	87,44	45,24
0:03:00	87,30	44,95
0:04:00	87,41	44,27
0:05:00	87,44	45,15
0:06:00	87,52	45,32
0:07:00	87,39	45,22
0:08:00	87,55	45,15
0:09:00	87,40	45,49
0:10:00	87,51	44,24
MÁXIMO	87,57	45,49
MÍNIMO	87,30	44,24
PROMEDIO	87,46	45,04
DIFERENCIA	42,42	

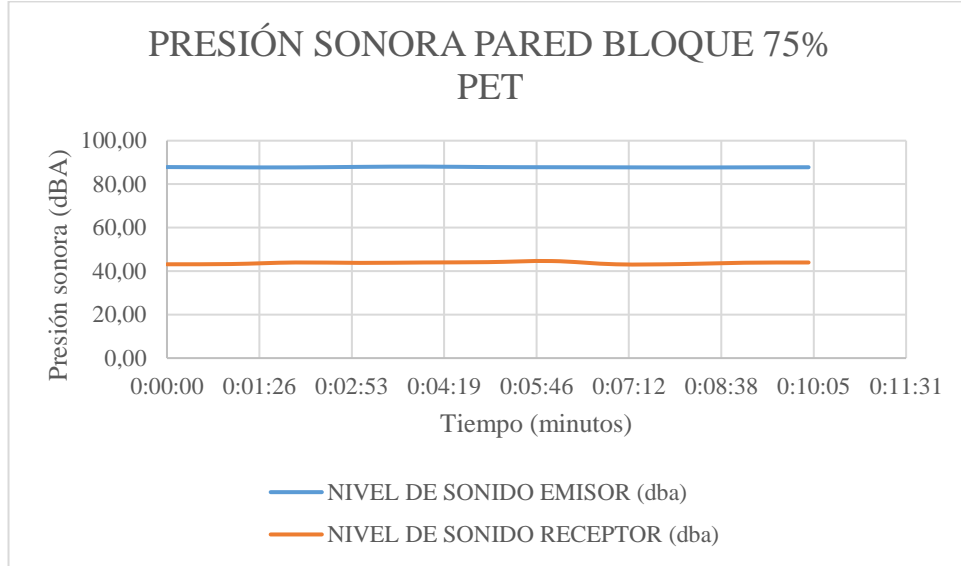
Fuente: Andrés Paguay

Análisis de resultados:

El ensayo se realizó colocando sensores acústicos en los ambientes de la cámara de ensayo por un periodo de tiempo de 10 minutos en la cual se obtuvieron valores promedio de presión sonora emisora de 87,46 dBA y receptora de 45,04 dBA, este último servirá para determinar el confort acústico para viviendas; también se obtuvo una variación acústica de 42,42 dBA, que es lo que retiene el ambiente o lo que aísla con la colocación de la pared.

3.1.3.6. Ensayo acústico con pared de bloque 75% PET

Gráfico 24. Transmisión de la presión sonora en ambientes con pared de bloque 75% PET.



Fuente: Andrés Paguay

Tabla 55. Niveles de sonido (dBA), pared bloque 75% PET.

PARED BLOQUE 75% PET		
Tiempo (s)	EMISOR (dBA)	RECEPTOR (dBA)
0:00:00	87,86	43,16
0:01:00	87,74	43,27
0:02:00	87,71	43,98
0:03:00	87,95	43,79
0:04:00	88,08	43,98
0:05:00	87,87	44,14
0:06:00	87,78	44,64
0:07:00	87,74	43,14
0:08:00	87,67	43,24
0:09:00	87,73	43,86
0:10:00	87,78	43,98
MÁXIMO	88,08	44,64
MÍNIMO	87,67	43,14
PROMEDIO	87,81	43,74
DIFERENCIA	44,07	

Fuente: Andrés Paguay

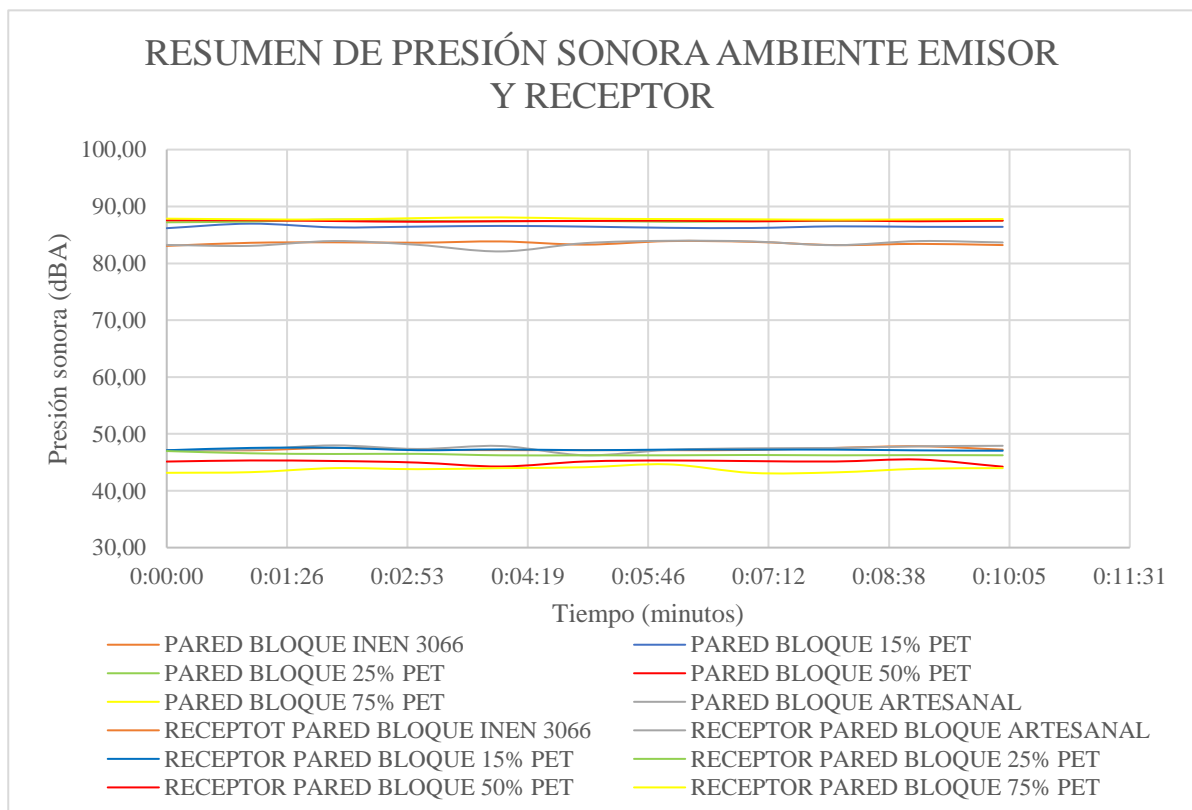
Análisis de resultados:

El ensayo se realizó colocando sensores acústicos en los ambientes de la cámara de ensayo por un periodo de tiempo de 10 minutos en la cual se obtuvieron valores promedio de presión sonora emisora de 87,81 dBA y receptora de 43,74 dBA, este último servirá para determinar el confort acústico para viviendas; también se obtuvo una variación acústica de 44,07 dBA, que es lo que retiene el ambiente o lo que aísla con la colocación de la pared.

3.1.3.7. Resumen de ensayo acústico



➤ **Resumen del análisis acústico en los ambientes de la cámara.**

Gráfico 25. Resumen del comportamiento acústico de los ambientes de la cámara.



Fuente: Andrés Paguay

Tabla 56. Resumen del comportamiento acústico de los ambientes de la cámara.

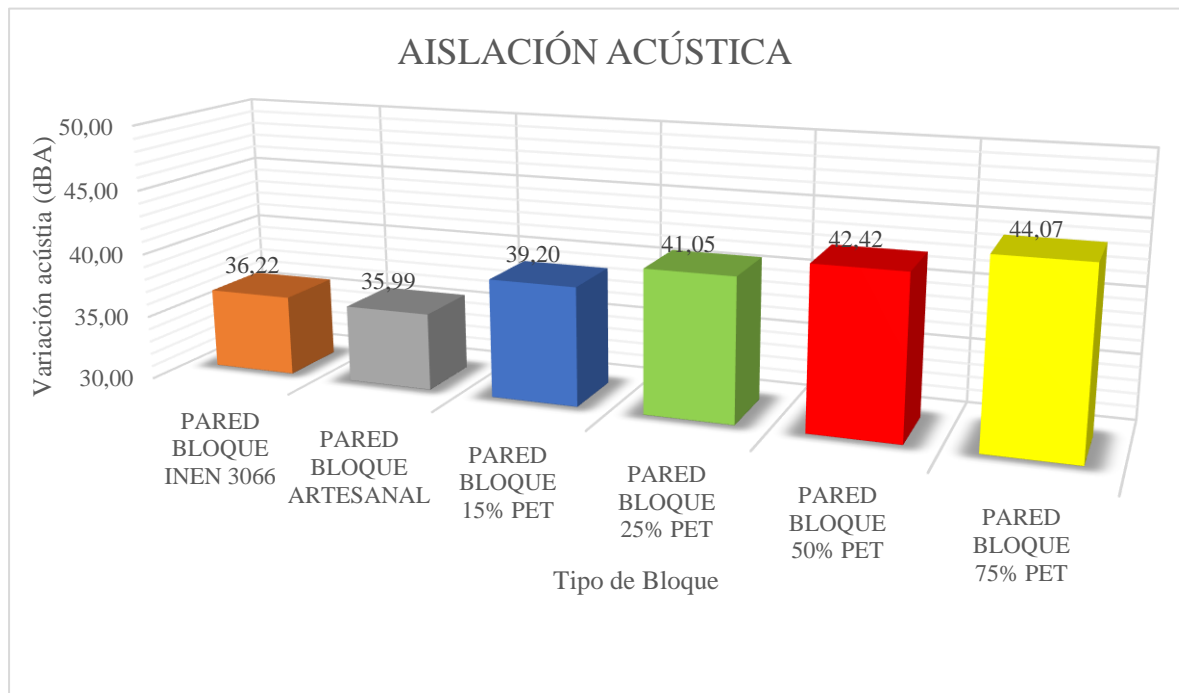
 <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL Resumen de la Variación Acústica entre Ambientes </div> 												
	BLOQUE INEN 3066		BLOQUE ARTESANAL		BLOQUE 15% PET		BLOQUE 25% PET		BLOQUE 50% PET		BLOQUE 75% PET	
	dBa ambiente 1	dBa ambiente 2	dBa ambiente 1	dBa ambiente 2	dBa ambiente 1	dBa ambiente 2	dBa ambiente 1	dBa ambiente 2	dBa ambiente 1	dBa ambiente 2	dBa ambiente 1	dBa ambiente 2
Máximo	83,91	47,83	83,96	47,98	86,98	47,56	87,69	46,99	87,57	45,49	88,08	44,64
Mínimo	83,07	47,11	82,10	46,25	86,18	47,05	87,22	46,23	87,30	44,24	87,67	43,14
Promedio	83,51	47,29	83,43	47,43	86,43	47,24	87,44	46,39	87,46	45,04	87,81	43,74
Δ T (Prom)	36,22		35,99		39,20		41,05		42,42		44,07	

Fuente: Andrés Paguay

➤ **Análisis de la Aislación acústica.**

Se analizan los promedios de temperaturas para el parámetro de Aislación según la Tabla 56.

Gráfico 26. Resumen de los valores de aislación acústica de cada tipo de pared.



Fuente: Andrés Paguay

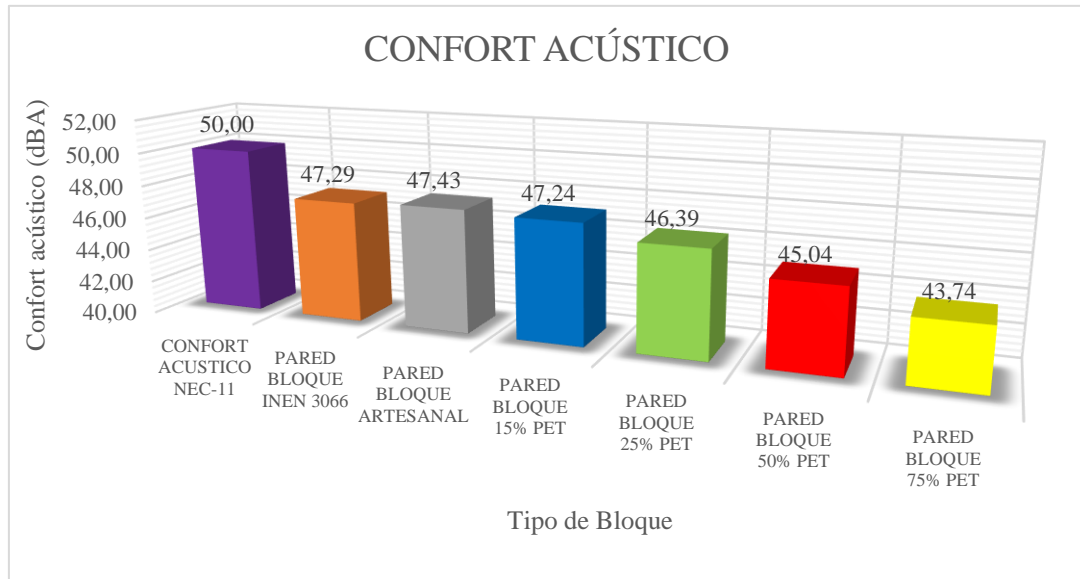
Análisis e interpretación de resultados:

A través de la interpretación de la gráfica de barras se puede observar que una pared con bloques elaborado con los parámetros de la norma INEN 3066 presenta una mayor aislación acústica con una retención de ruido de 36,22 dBA en relación a una pared de bloque de elaboración artesanal el cual tiene una retención de 35,99 dBA. Cabe señalar, que mientras mayor aislación presente mayor será la retención de sonido del elemento divisor (pared) y evitará el paso del ruido de un ambiente a otro. También se puede notar que mientras más se adicione en porcentaje el material PET como sustitución del agregado grueso (chasqui), su aislación mejora en relación a una pared de bloque de elaboración tradicional.

➤ **Análisis del confort acústico.**

Se analizan los valores para el parámetro de confort de acuerdo a los datos obtenidos de los Ambientes Receptores de la Tabla 56.

Gráfico 27. Resumen de los valores de confort acústico en los ambientes de la cámara.





Fuente: Andrés Paguay

Análisis e interpretación de resultados:

Con el parámetro establecido en la NEC 11 en su capítulo 13 de Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador, en la que establece el valor de 50 dBA como nivel de presión acústica óptimo para el confort; se analiza este parámetro como punto de partida y se toma como mejor espécimen el menor valor de presión sonora en el ambiente receptor de las muestras ensayadas, que sería el menor valor de ruido receptado por el oído humano. A través de la interpretación del gráfico de barras se puede observar que el bloque de elaboración con la norma INEN 3066 presenta el mejor comportamiento acústico con 47,29 dBA alejándose de valor de referencia de la norma NEC 11 y del valor obtenido por el bloque de elaboración artesanal. Cabe señalar que al sustituir el chasqui por un porcentaje de material PET, su comportamiento como elemento aislante es mucho más eficiente al no permitir el paso del ruido de un ambiente a otro, estando muy alejado del parámetro límite de 50 dBA y de los valores iniciales del bloque INEN y del artesanal.

3.1.3.8. Elección del mejor espécimen del ensayo acústico.

Tabla 57. Elección del mejor espécimen del ensayo acústico.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL Mejor espécimen 				
Tipo	Aislación acústica (dBA)	Nivel recibido (Confort dBA)	Mejor Espécimen por aislación acústica	Mejor Espécimen por Confort acústico
BLOQUE INEN 3066	36,22	47,29	<i>PARED BLOQUE 75% PET</i>	<i>PARED BLOQUE 75% PET</i>
BLOQUE ARTESANAL	35,99	47,43		
BLOQUE 15% PET	39,20	47,24		
BLOQUE 25% PET	41,05	46,39		
BLOQUE 50% PET	42,42	45,04		
BLOQUE 75% PET	44,07	43,74		

Fuente: Andrés Paguay

Análisis e interpretación de resultados:

En base a los datos analizados en los ensayos acústicos tanto en los parámetros de aislación y confort, se llega a la conclusión que la pared de bloques con 75% de plástico PET es el espécimen que presenta los mejores resultados.

3.2. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Hipótesis

La adición de botellas plásticas PET en la elaboración de bloques alivianados para viviendas unifamiliares influye en la variación de temperatura y acondicionamiento acústico en los prototipos realizados en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua.

Verificación de hipótesis.

En base a los resultados obtenidos de los diferentes análisis de los ensayos se pudo confirmar la hipótesis anteriormente planteada, verificando que la adición de botellas plásticas PET en la elaboración de bloques alivianados influye en la variación de temperatura y acondicionamiento acústico en los prototipos realizados en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Con los resultados de los ensayos realizados se presentan las siguientes conclusiones:

- Se analizó el uso de botellas plásticas PET en la elaboración de bloques alivianados de hormigón evaluando su variación de temperatura y acondicionamiento acústico en viviendas unifamiliares como una alternativa de solución al problema de contaminación ambiental, dando a este material la oportunidad de ser nuevamente útil como un sustituto parcial de uno de los agregados que conforman el bloque.
- Se sometió a compresión bloques no estructurales de elaboración artesanal obteniendo un resultado de resistencia de 1,54 MPa, que no cumplen con la resistencia establecida por la norma NTE INEN 3066 para bloque no estructuras Tipo B, por tanto se elaboró una dosificación aplicando el Método de Densidades Óptimas para la elaboración de bloques Tipo B de 4 MPa de resistencia a la compresión, con la cual se obtuvo una resistencia de 4,55 MPa. Esta dosificación sirvió de base para elaborar las demás dosificaciones con sustitución de 15, 25, 50 y 75% de plástico PET en función del volumen del agregado grueso (Chasqui).
- Los bloques con adición de PET se evaluaron según la norma NTE INEN 3066 en el parámetro de resistencia compresión siendo el espécimen con mejor resultado el bloque con 15% de adición de PET, que obtuvo una resistencia a compresión de 4,37 MPa. También se concluye que conforme aumenta el porcentaje de material PET, la resistencia disminuye en 4, 12, 30 y 50%, sin embargo sigue siendo superior en comparación al bloque artesanal tradicional.
- Se analizó la influencia que tiene el material adicionado en el peso del bloque y se determinó que conforme aumenta el porcentaje de material PET, el peso de los bloques disminuye debido a que la densidad aparente suelta del PET es mucho menor que la del Chasqui; siendo el bloque con 75% de adición de PET con un

peso de 7,68 kg el espécimen más liviano en comparación del bloque INEN con 9,81 kg y el bloque artesanal con 8,00 kg.

- Se determinó la variación de temperatura entre los ambientes divididos por la pared elaborada y el coeficiente de conductividad térmica de los diferentes tipos de bloques; siendo la pared de bloques con 50% de PET la mayor aislante con 35,56 °C y un coeficiente de 0,524 W/m*°K, en relación a una pared de bloque de elaboración tradicional con 25,16 °C y un coeficiente de 0,541 W/m*°K y la de una pared de bloque normado con 31,26 °C y un coeficiente de 0,535 W/m*°K.
- Se determinó los parámetros de acondicionamiento acústico como son: la variación o aislación acústica y el confort acústico que se da entre los ambientes divididos por una pared elaborada con los diferentes tipos de bloques, siendo la pared de bloque con 75% de adición de PET el mejor espécimen con una aislación de 44,07 dBA y confort acústico de 43,74 dBA, en comparación con la pared de bloque INEN que tiene una aislación de 36,22 dBA y confort acústico de 47,29 dBA, y la pared de bloque Artesanal que tiene una aislación de 35,99 dBA y confort acústico de 47,43 dBA.
- En conclusión, el bloque óptimo con las mejores características en resistencia a compresión, confort térmico y acústico en función de las normas con las que se realizó los respectivos ensayos es el bloque con adición de 50% de plástico PET con los siguientes resultados: resistencia a compresión 3.16 MPa, variación o aislación de temperatura 33,21 °C, coeficiente de conductividad térmica 0,524 W/m*°K, aislación o variación acústica 42,42 dBA y presión acústica para confort 45,04 dBA; ya que presenta una mayor variación de temperatura superior a las demás muestras, siendo este espécimen el mejor aislante térmico con menor capacidad de transmitir calor, además, es el segundo mejor aislante acústico al no permitir el paso del ruido de una ambiente a otro y no pierde demasiada resistencia a compresión, concluyendo como el mejor prototipo de bloque de toda la investigación.

4.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda tener una fuente proveedora fija para los agregados pétreos que garanticen el suministro necesario del material y poder realizar los ensayos para la dosificación.
- Se recomienda cubrir los bloques con plástico durante las primeras 8 horas para evitar la exposición directa al sol o lluvia e impedir que se modifique la forma del bloque por evaporación o sobresaturación del agua de la mezcla.
- Los agregados pétreos, al ser materiales muy volátiles, se recomienda el uso de equipo de protección visual, olfativa y acústica al momento de fabricar los bloques.
- Se recomienda adquirir equipos de mayor tecnología para mediciones térmicas y acústicas para futuras investigaciones.
- Se recomienda hacer uso de los estudios y prototipos de máquinas trituradoras de botellas plásticas PET que posee la carrera de Ingeniería con el objetivo de reducir más el costo de elaboración de los bloques alivianados, por tanto se recomienda implantar este proyecto y generar recursos económicos para entidades de beneficencia.

C. MATERIALES DE REFERENCIA

BIBLIOGRAFÍA

- [1] C. Sánchez, J. Peña y L. Rico, Identificación de los usos actuales del tereftalato de polietileno (PET) reciclado en la Ingeniería Civil, Villavicencio: Tesis de grado, 2018.
- [2] D. Ruiz, C. López, E. Cortes y A. Froese, «Nuevas alternativas en la construcción: botellas PET con relleno de tierra,» *APUNTES*, vol. XXV, n° 2, pp. 292-303, 2012.
- [3] R. Gaggino, R. Arguello y H. Berretta, «APLICACION DE MATERIAL PLÁSTICO RECICLADO EN ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS A BASE DE CEMENTO,» *ELECS*, pp. 906-915, 2007.
- [4] F. Doumet y A. Durán, Análisis de las propiedades de bloques construidos a base de cemento y plástico (PET) para determinar su uso y aplicación en elementos arquitectónicos, Portoviejo: Tesis de grado, 2018.
- [5] C. Rodas y F. Ordoñez, Desarrollo tecnológico, investigativo y experimental de ecobloques de hormigón en base a vidrio y polietileno de tereftalato (PET) reciclado, como alternativa sustentable al bloque tradicional, Cuenca: Tesis de grado, 2016.
- [6] I. 3066., BLOQUES DE HORMIGÓN. REQUISITOS Y MÉTODOS DE ENSAYO, Quito: Norma Técnica Ecuatoriana, 2016.
- [7] E. Tarbuck y F. Lutgens, Ciencias de la Tierra. Una introducción a la geología física, Madrid: Pearson Educación S.A, 2005.
- [8] W. Santacruz y D. Velasteguí, DETERMINACIÓN DE DOSIFICACIÓN PARA ELABORAR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN QUE CUMPLAN CON LA ACTUAL NORMA INEN 3066., Quito: Tesis de Grado, 2018.

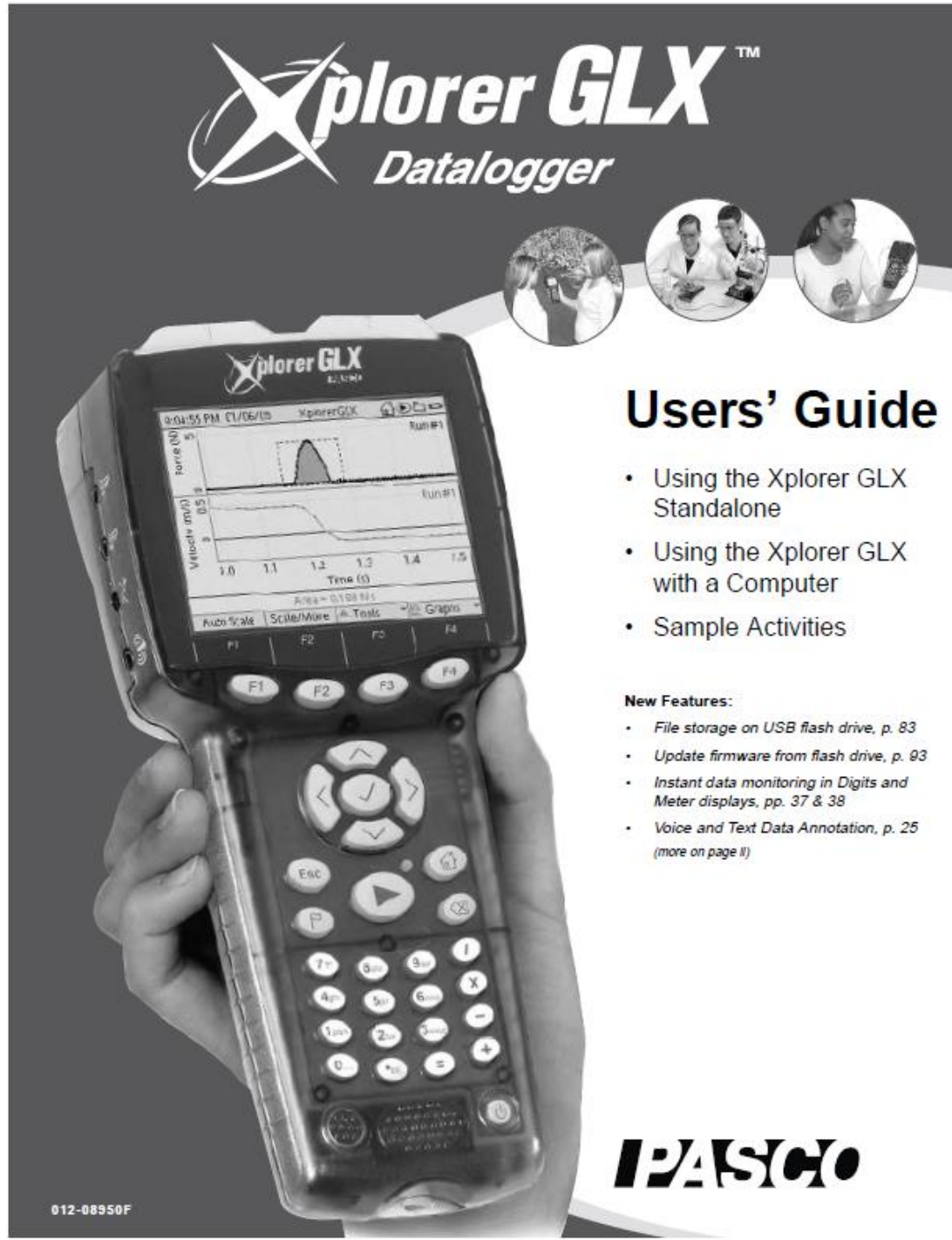
- [9] M. Bernal y N. Palacio, Correlacion entre las propiedades de los bloques ecologicos fabricados con los componentes del Tetra pak reciclado y bloques convencionales, Quito: Tesis de Grado, 2018.
- [10] E. Vidaud, «CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA EN CONCRETO,» 28 Octubre 2013. [En línea]. Available: <http://www.revistacyt.com.mx/index.php/ingenieria/60-de-la-historia-del-cemento>. [Último acceso: 21 Febrero 2018].
- [11] NTE INEN 152, Cemento Portland. Requisitos, Quito: Norma Técnica Ecuatoriana, 2012.
- [12] S. Medina, HORMIGÓN, Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2016.
- [13] M. Juárez, M. Santiago y J. Vera, «Estudio de factibilidad para la manufactura de empuñaduras de PET reciclado,» *CULYT*, vol. IX, nº 2, pp. 1-12, 2010.
- [14] M. Conrado y A. Rojas, Diseño de hormigones con fibras de polipropileno para resistencias a la compresion de 21 y 28 MPa con agregados de la cantera de Guayllabamba, Quito: Tesis de Grado, 2012.
- [15] E. Juárez y A. Rico, Mecánica de Suelos. Tomo1. Fundamentos de la Mecánica de Suelos, México: Limusa, 2005.
- [16] NTE INEN 696, Áridos. Análisis granulométrico en los áridos, fino y grueso, Quito: Norma Técnica Ecuatotiana, 2011.
- [17] NTE INEN 858, Áridos. Determinación de la masa unitaria (Peso volumétrico) y el porcentaje de vacios, Quito: Norma Técnica Ecuatotiana, 2010.
- [18] NTE INEN 857, Áridos. Determinación de la densidad, densidad relativa (Gravedad Específica) y absorcion del árido grueso, Quito: Norma Técnica Ecuatoriana, 2010.
- [19] NTE INEN 856, Áridos. Determinacion de la densidad, densidad relativa (gravedad especifica) y absorción del árido fino, Quito: Norma Técnca Ecuatoriana, 2010.

- [20] NTE INEN 156, Cemento Hidráulico. Determinación de la densidad, Quito: Norma Técnica Ecuatoriana, 2009.
- [21] NTE INEN 862, Aridos para hormigon. Determinación del contenido total de humedad., Quito: Norma Técnica Ecuatoriana, 2011.
- [22] C. Sánchez, «Diseño Experimental para Elaborar Bloques de Conglomerado Madera–Cemento,» *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas*, n° 8, pp. 28-37, 2014.
- [23] NTE INEN 3124, Hormigón. Elaboración y curado de especímenes de ensayo en el laboratorio, Quito: Norma Técnica Ecuatoriana, 2017.
- [24] NCh 851, Aislación térmica. Determinación de propiedades de transmisión térmica en estado estacionario y propiedades relacionadas. Cámara térmica calibrada y de guarda., Santiago de Chile: Instituto Nacional de Normalización - INN, 2008.
- [25] Gavilán y Juan, Evaluación térmica y acústica de paneles fabricados con ladrillos ecológicos., Valparaíso: Tesis de Grado, 2014.
- [26] E. Bravo, A. Poveda y D. Ubico, Manual de Construcción con Bloques de Concreto., San José: ICCYC, 2007.
- [27] C. Paéz, Determinación de la carga permanente debida al peso de mampostería de bloque en edificaciones de vivienda., Quito: Tesis de Grado, 2014.
- [28] I. d. I. Construcción, Manual de aplicación. Reglamentación térmica, Santiago de Chile: MINVU, 2006.
- [29] MINVU, Reacondicionamiento térmico de viviendas en uso., Santiago de Chile: Aislantes Nacionales S.A, 2010.
- [30] N. E. D. L. CONSTRUCCIÓN, EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA CONSTRUCCIÓN EN ECUADOR, Quito: MIDUVI, 2011.
- [31] PASCO, Guía de usuario Xplorer GLX, Roseville: PASCO scientific, 2006.

- [32] PASCO, Manual de Instrucciones. Sensor de temperatura/ nivel de sonido/ luz., Roseville: PASCO scientific, 2002.
- [33] NCh 849, Aislacion termica. Transmision termica. Terminologia, magnitudes, unidades y simbolos, Santiago de Chile: Norma Chilena Oficial, 1987.
- [34] A. Anta y D. Enriquez, Evaluacion de confort acustico en distintos ambientes, Valladolid: Tesis de Grado, 2013.
- [35] M. Fernandez, M. Mancera, M. Mancera y J. Mnacera, Seguridad y salud en el trabajo. Gestion de riesgos., Segunda ed., Bogota: Alfaomega, 2018.
- [36] S. Gassab, Proyecto acustico de una actividad susceptible de ruido y vibraciones, Valladolid: Tesis de Grado, 2012.
- [37] M. d. Trabajo, Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores, Quito: Decreto Ejecutivo 2393, 2003.
- [38] E. S. Smart, «Acerca de nosotros: Express Shop Smart,» [En línea]. Available: <https://www.shopsmartexpress.com/item/B07GJ5654Z/instrument-compact-professional-sound-level-meter-with-backlit-display-high-accuracy-measuring-30db-130db#>. [Último acceso: 14 Junio 2019].
- [39] NCh 2786, Acustica. Medicion de aislacion acustica en construcciones y elementos de cosnruccion. Mediciones en laboratorio de la aislacion acustica aerea de elementos de construccion, Santiago de Chile: Norma Chilena Oficial, 2003.

ANEXOS

A 1. Manual Xplorer GLX PASCO



The cover features the title "Xplorer GLX™ Datalogger" in a large, stylized font. Below the title are three circular inset images showing students using the device. The central image is a large photograph of a hand holding the Xplorer GLX, which displays a graph of Force (N) and Velocity (m/s) versus Time (s). The screen shows a peak in force and a corresponding change in velocity. The device has a keypad with function keys (F1-F4), a numeric keypad, and a directional pad.

Users' Guide

- Using the Xplorer GLX Standalone
- Using the Xplorer GLX with a Computer
- Sample Activities

New Features:

- File storage on USB flash drive, p. 83
- Update firmware from flash drive, p. 93
- Instant data monitoring in Digits and Meter displays, pp. 37 & 38
- Voice and Text Data Annotation, p. 25
(more on page II)

PASCO

012-08950F

Quick Start

Getting started with the GLX is easy—simply plug in the AC adapter, connect one of the included sensors, and collect data. In the example below, you will start the GLX and collect temperature data.

1. Plug In the AC Adapter

Connect the AC adapter to the power port on the right side of the GLX and plug the adapter into a power outlet (100 to 240 VAC, depending on your location). When you connect the AC adapter, the GLX turns on automatically.

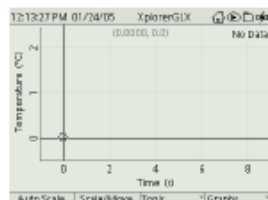
The first time you use the GLX, leave it plugged in overnight (at least 14 hours) to allow the battery to fully charge.

If the battery has already been charged, you can use the GLX without the AC adapter. To turn it on using battery power, push the power button at the lower-right corner of the keypad (⏻) and hold it for about one second.

2. Connect a Sensor

Connect a temperature probe to one of the temperature ports on the left side of the GLX.

In most cases, the Graph display will launch automatically with the axes labeled “Temperature (°C)” and “Time (s).”

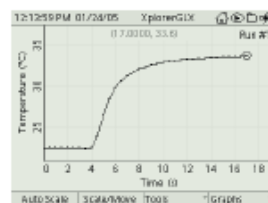




3. Collect Data




Press **▶**.

The GLX is now recording and graphing data from the sensor. Press **⏻** to automatically scale the graph.


Hold the end of the temperature probe in your hand and observe how the data plotted on the Graph react.



recording, you must press and hold  until you hear three beeps again. Data recording will stop when you *release* .

Alternative Recording Modes If you have put the GLX into Manual Sampling mode (see page 57), it will not start recording when you press ; rather it will stand by to record a data point whenever you press . If you have turned on the Trigger in the Graph display (see page 20), then the GLX will delay the start of recording after you press  until the specified trigger condition is reached.

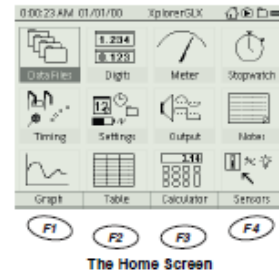
Home Screen


The Home Screen is the center of the GLX environment. All other screens are just one step away from the Home Screen. From any other screen, you can always return to the Home Screen by pressing .

The Home Screen consists of three sections: the Main Icons, the Bottom Row, and the Top Bar.

Main Icons

The main icons on the Home Screen lead to the other screens of the GLX environment.



To open another screen via one of the main icons, use the up, down, left, and right arrow keys to highlight the desired icon, then press .

The highlight wraps around, so you can move it to any icon within three key presses. For instance, if the highlight is in the first column, and you want to move it to the fourth column, press the left arrow key once.

Alternatively, if you are using a mouse, simply click on the desired icon.

You can also access the four icons in the bottom row using the function keys. See "Bottom Row" on page 10 for more information.

The icons and the screens they lead to are described briefly here, and in more detail elsewhere in the following chapters.


Data Files Once you have collected data or configured the GLX for an experiment, you can go to the Data Files screen to save your work. You can also open or delete saved files and manage the displays, sensors, calculations, and manually entered data sets that are part of a data file. See page 78 for more information.



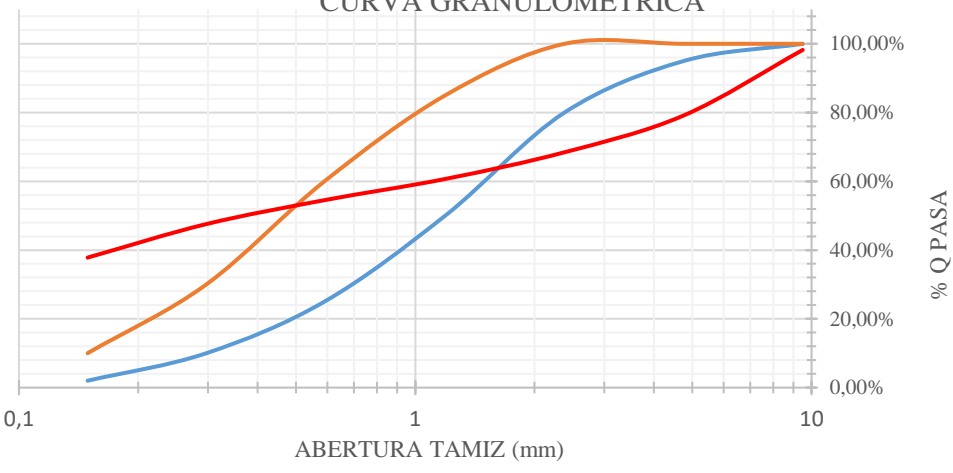
A 2. Ensayos a los materiales pétreos.

Granulometría del agregado fino.

Tabla 58. Análisis Granulométrico del Agregado Fino (Polvo).

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
Laboratorio de Ensayo de Materiales						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO						
ORIGEN:		Área de pequeña minería " PROFUTURO" Cod. 201004				
PESO MUESTRA (gr):		1000		PÉRDIDA DE MUESTRA (%):		0.57
ENSAYADO POR:		Andrés Paguay		FECHA:		29/ene/2019
NORMA:		NTE INEN 696				
Tamiz	Abertura (mm)	Retenido parcial (gr)	Retenido acumulado (gr)	% Retenido acumulado	% que pasa	Límites ASTM % que pasa
3/8	9.5	17.8	17.8	1.79%	98.21%	100
#4	4.76	189.4	207.2	20.84%	79.16%	95-100
#8	2.38	106.5	313.7	31.55%	68.45%	80-100
#16	1.19	77.2	390.9	39.31%	60.69%	50-85
#30	0.59	61.3	452.2	45.48%	54.52%	25-60
#50	0.297	69.2	521.4	52.44%	47.56%	10-30
#100	0.149	96.9	618.3	62.18%	37.82%	2-10
#200	0.075	170	788.3	79.28%	20.72%	-
BANDEJA		206	994.3	100.00%	0.00%	-
MÓDULO DE FINURA				2.54%		

CURVA GRANULOMÉTRICA



— Límite ASTM C33 — Límite ASTM C33 — % QUE PASA

Fuente: Andrés Paguay



Preparación de la muestra



Colocación de los tamices



Tamizadora mecánica


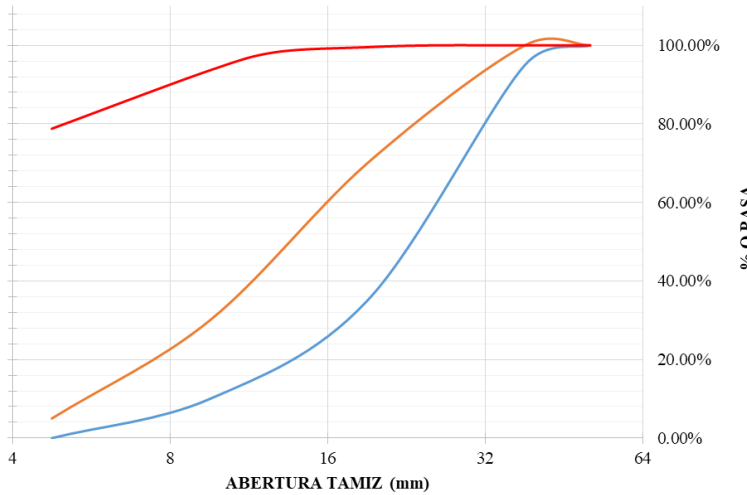


Ensayo

Fuente: Andrés Paguay

Granulometría del agregado grueso.

Tabla 59. Análisis Granulométrico del Agregado Grueso (Chasqui).

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
<i>Laboratorio de Ensayo de Materiales</i>						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO						
ORIGEN:		Área Minera "Niño de Isinche" Cod. 201006				
PESO MUESTRA (gr):		5000		PÉRDIDA DE MUESTRA (%):		0.39
ENSAYADO POR:		Andrés Paguay		FECHA:		29/ene/2019
NORMA:		NTE INEN 696				
Tamiz	Abertura (mm)	Retenido parcial (gr)	Retenido acumulado (gr)	% Retenido acumulado	% que pasa	Límites ASTM % que pasa
2"	50.8	0	0	0.00%	100.00%	100
1 ½"	38.1	0	0	0.00%	100.00%	95 - 100
1"	25.4	0	0	0.00%	100.00%	-
¾"	19.05	23.4	23.4	0.47%	99.53%	35 - 70
½"	12.7	63.3	86.7	1.74%	98.26%	-
⅜"	9.53	229.7	316.4	6.35%	93.65%	10 - 30
#4	4.75	740	1056.4	21.21%	78.79%	0 - 5
BANDEJA		3924	4980.4	100.00%	0.00%	-
TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO:				3/8"		
CURVA GRANULOMÉTRICA						
						
— Limite ASTM C33 — Limite ASTM C33 — % Que pasa						

Fuente: Andrés Paguay



Preparación de la muestra.



Colocación de los tamices.



Colocación del material



Tamizado manual.

Fuente: Andrés Paguay

Densidad aparente suelta de los agregados fino y grueso.

Tabla 60. Densidad aparente suelta del Agregado fino y grueso.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIOS				
<i>Laboratorio de Ensayo de Materiales</i>				
DENSIDAD APARENTE SUELTA DEL AGREGADO FINO Y GRUESO				
ORIGEN:	Área de pequeña minería " PROFUTURO" Cod. 201004 / Área Minera "Niño de Isinche" Cod. 201006			
MASA RECIPIENTE (Kg):	9.8			
ENSAYADO POR:	Andrés Paguay	FECHA:	29/ene/2019	
VOLUMEN RECIPIENTE (dm³):	20.56			
NORMA:	NTE INEN 858:2010			
<i>Agregado</i>	<i>Agregado + Recipiente (kg)</i>	<i>Agregado (kg)</i>	<i>Peso Unitario (kg/dm³)</i>	<i>Peso Unitario Promedio (kg/dm³)</i>
GRUESO	22.00	12.20	0.59	0.60
	22.10	12.30	0.60	
FINO	26.50	16.70	0.81	0.81
	26.50	16.70	0.81	

Fuente: Andrés Paguay



Fuente: Andrés Paguay

Densidad aparente compactada de los agregados fino y grueso.

Tabla 61. Densidad aparente compactada del Agregados fino y grueso.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
<i>Laboratorio de Ensayo de Materiales</i>				
DENSIDAD APARENTE COMPACTADA DEL AGREGADO FINO Y GRUESO				
ORIGEN:	Área de pequeña minería " PROFUTURO" Cod. 201004 / Área Minera "Niño de Isinche" Cod. 201006			
MASA RECIPIENTE (Kg):	9.8			
ENSAYADO POR:	Andrés Paguay	FECHA:	29/ene/2019	
VOLUMEN RECIPIENTE (dm³):	20.56			
NORMA:	NTE INEN 858:2010			
<i>Agregado</i>	<i>Agregado + Recipiente (kg)</i>	<i>Agregado (kg)</i>	<i>Peso Unitario (kg/dm³)</i>	<i>Peso Unitario Promedio (kg/dm³)</i>
GRUESO	25.10	15.30	0.74	0.74
	24.90	15.10	0.73	
FINO	27.80	18.00	0.88	0.87
	27.70	17.90	0.87	


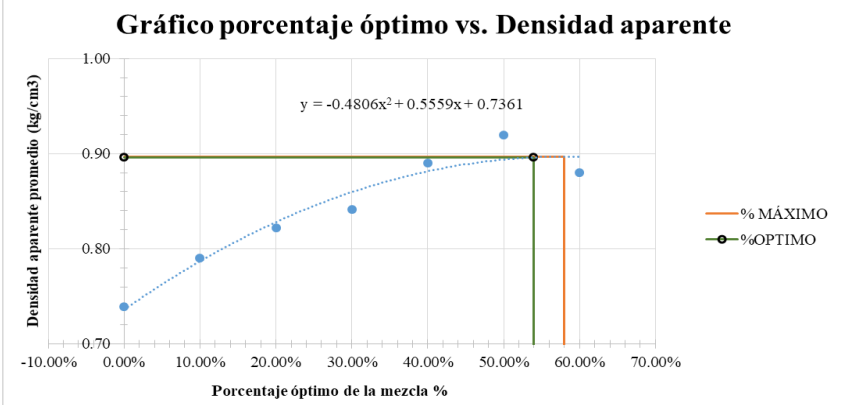
Fuente: Andrés Paguay



Fuente: Andrés Paguay

Densidad aparente compactada de la mezcla de los agregados.

Tabla 62. Densidad aparente compactada de la mezcla de los agregados.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
Laboratorio de Ensayo de Materiales									
DENSIDAD APARENTE COMPACTADA DE LA MEZCLA									
ORIGEN:		Área de pequeña minería " PROFUTURO" Cod. 201004 / Área Minera "Niño de Isinche" Cod. 201006							
MASA RECIPIENTE (Kg):		9.8							
ENSAYADO POR:		Andrés Paguay				FECHA:		29/ene/2019	
VOLUMEN RECIPIENTE (dm³):		20.56							
NORMA:		NTE INEN 858:2010							
% Mezcla		Cantidad (kg)		Fino añadido (kg)	Agregado + Recipiente (kg)	Agregado (kg)	Peso unitario mezcla (kg/dm³)	Peso unitario promedio	
GRUESO	FINO	GRUESO	FINO	FINO	AGREGADO FINO + GRUESO				
100.00%	0.00%	40.00	0.00	0.00	25.10	15.30	0.74	0.74	
					24.90	15.10	0.73		
90.00%	10.00%	40.00	4.44	4.44	26.10	16.30	0.79	0.79	
					26.00	16.20	0.79		
80.00%	20.00%	40.00	10.00	5.56	26.80	17.00	0.83	0.82	
					26.60	16.80	0.82		
70.00%	30.00%	40.00	17.14	7.14	27.20	17.40	0.85	0.84	
					27.00	17.20	0.84		
60.00%	40.00%	40.00	26.67	9.53	28.20	18.40	0.89	0.89	
					28.00	18.20	0.89		
50.00%	50.00%	40.00	40.00	13.33	28.80	19.00	0.92	0.92	
					28.60	18.80	0.91		
40.00%	60.00%	40.00	60.00	20.00	28.00	18.20	0.89	0.88	
					27.80	18.00	0.88		
Gráfico porcentaje óptimo vs. Densidad aparente									
									
Porcentaje máximo de agregado fino (%)							58.00%		
Porcentaje máximo de agregado grueso (%)							42.00%		
Porcentaje óptimo de agregado fino (%)							54.00%		
Porcentaje óptimo de agregado grueso (%)							46.00%		
Peso unitario máximo (kg/dm³)							0.897		
Peso unitario óptimo (kg/dm³)							0.896		

Fuente: Andrés Paguay



Inicio del ensayo solo con agregado grueso.



Adición de agregado fino por cada nuevo ensayo.



Proceso de compactación por capas y golpes.



Pesado de la mezcla.

Fuente: Andrés Paguay

Densidad real y capacidad de absorción del agregado fino (Polvo).

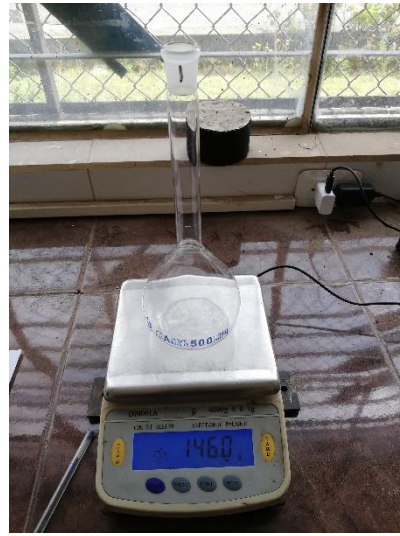
Tabla 63. Densidad real y capacidad de absorción del Agregado fino (Polvo).

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
<i>Laboratorio de Ensayo de Materiales</i>				
DENSIDAD REAL Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO				
ORIGEN:	Área de pequeña minería " PROFUTURO" Cod. 201004			
ENSAYADO POR:	Andrés Paguay	FECHA:	06/feb/2019	
NORMA:	NTE INEN 856			
CÁLCULO DE LA DENSIDAD REAL				
DATOS	DESIGNACIÓN	UNIDAD	VALOR	
M1	Masa del picnómetro	gr	153.30	146.00
M2	Masa del picnómetro + muestra SSS	gr	281.70	315.40
M3	Masa del picnómetro + muestra SSS + agua	gr	707.90	719.60
M4=M3-M2	Masa agua añadida	gr	426.20	404.20
M5	Masa picnómetro + 500cc de agua	gr	651.80	645.20
M6=M5-M1	Masa de 500cc de agua	gr	498.50	499.20
DA=M6/500cm ³	Densidad del agua	gr/cm ³	1.00	1.00
M7=M6-M4	Masa del agua desalojada por la muestra	gr	72.30	95.00
Msss=M2-M1	Masa del agregado	gr	128.40	169.40
Vsss=M7/DA	Volumen del agua desalojada	cm ³	72.52	95.15
DRA=Msss/Vsss	Densidad real de la arena	gr/cm ³	1.77	1.78
DRA Prom	DENSIDAD REAL DE LA ARENA	gr/cm ³	1.78	
CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN				
DATOS	DESIGNACIÓN	UNIDAD	VALOR	
M7	Masa del recipiente	gr	24.20	26.50
M8	Masa del recipiente + muestra SSS	gr	94.10	96.80
M9=M8-M7	Masa de la muestra SSS	gr	69.90	70.30
M10	Masa del recipiente + muestra seca	gr	79.40	82.00
M11=M10-M7	Masa de la muestra seca	gr	55.20	55.50
CA=((M9-M11)/M11)*100	Capacidad de absorción	%	26.63	26.67
P2=(CA1+CA2)/2	Capacidad de absorción promedio	%	26.65	

Fuente: Andrés Paguay



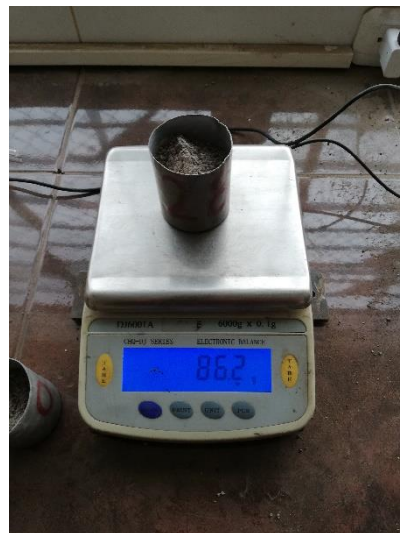
Preparación de la muestra



Preparación de los equipos.



Peso de muestras por pasos.




Muestra para ensayo de absorción.

Fuente: Andrés Paguay

Densidad real y capacidad de absorción del agregado grueso (Chasqui).

Tabla 64. Densidad real y capacidad de absorción del Agregado grueso (Chasqui).

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
<i>Laboratorio de Ensayo de Materiales</i>				
DENSIDAD REAL Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO				
ORIGEN:	Área Minera "Niño de Isinche" Cod. 201006			
ENSAYADO POR:	Andrés Paguay	FECHA :	31/ene/2019	
NORMA:	NTE INEN 857			
CÁLCULO DE LA DENSIDAD REAL				
DATOS	DESIGNACIÓN	UNID AD	VALOR	
M1	Masa de la canastilla en el aire	gr	1195.00	
M2	Masa de la canastilla en el agua	gr	1027.00	
M3	Masa de la canastilla + muestra SSS en el aire	gr	1955.00	
M4	Masa de la canastilla + muestra SSS en el agua	gr	1104.00	
DA	Densidad real del agua	gr/cm ³	1.00	
M5 = M3-M1	Masa de la muestra SSS en el aire	gr	760.00	
M6 = M4-M2	Masa de la muestra SSS en el agua	gr	77.00	
VR=(M5-M6)/DA	Volumen real de la muestra	cm ³	683.00	
DR=M5/VR	Densidad real	gr/cm ³	1.113	
CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN				
DATOS	DESIGNACIÓN	UNID AD	VALOR	
M7	Masa del recipiente	gr	31.00	30.80
M8	Masa del recipiente + muestra SSS	gr	74.10	74.40
M9=M8-M7	Masa de la muestra SSS	gr	43.10	43.60
M10	Masa del recipiente + muestra seca	gr	58.20	58.40
M11=M10-M7	Masa de la muestra seca	gr	27.20	27.60
CA=((M9-M11)/M11)*100	Capacidad de absorción	%	58.46	57.97
P2=(CA1+CA2)/2	Capacidad de absorción promedio	%	58.21	

Fuente: Andrés Paguay



Preparación de la muestra.



Colocación en los equipos.



Peso de la muestra.



Muestra para absorción del material.

Fuente: Andrés Paguay

Contenido de humedad del Agregado grueso (Chasqui).

Tabla 65. Contenido de humedad del Agregado grueso (Chasqui).

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
<i>Laboratorio de Ensayo de Materiales</i>					
CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO					
ORIGEN:	Área Minera "Niño de Isinche" Cod. 201006				
ENSAYADO POR:	Andrés Paguay	FECHA:	31/ene/2019		
NORMA:	NTE INEN 862				
CÁLCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
DATOS	DESIGNACIÓN	UNIDAD	VALOR		
M1	Masa del recipiente	gr	25.30	25.60	
M2	Masa del recipiente + Agreg. Gr humedo	gr	75.30	76.40	
M3	Masa del recipiente + Agreg. Gr seco	gr	64.80	64.70	
M4=M2-M3	Masa del agua	gr	10.50	11.70	
M5=M3-M1	Masa Agreg. Gr seco	gr	39.50	39.10	
C Hum=M4/M5	Contenido de humedad	%	26.58	29.92	
C Hum Promedio	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	28.25		

Fuente: Andrés Paguay

Contenido de humedad del agregado fino (Polvo).

Tabla 66. Contenido de humedad del Agregado fino (Polvo).

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
<i>Laboratorio de Ensayo de Materiales</i>					
CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO					
ORIGEN:	Área de pequeña minería " PROFUTURO" Cod. 201004				
ENSAYADO POR:	Andrés Paguay	FECHA:	31/ene/2019		
NORMA:	NTE INEN 862				
CÁLCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
DATOS	DESIGNACIÓN	UNIDAD	VALOR		
M1	Masa del recipiente	gr	30.30	30.70	
M2	Masa del recipiente + Agreg. Gr humedo	gr	89.40	89.90	
M3	Masa del recipiente + Agreg. Gr seco	gr	81.70	82.40	
M4=M2-M3	Masa del agua	gr	7.70	7.50	
M5=M3-M1	Masa Agreg. Gr seco	gr	51.40	51.70	
C Hum=M4/M5	Contenido de humedad	%	14.98	14.51	
C Hum Promedio	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	14.74		

Fuente: Andrés Paguay

Densidad real del cemento.

Tabla 67. Densidad real del cemento.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIOS				
<i>Laboratorio de Ensayo de Materiales</i>				
DENSIDAD REAL DEL CEMENTO				
TIPO:	PORTLAND IP / HOLCIM			
ENSAYADO POR:	Andrés Paguay	FECHA:	06/feb/2019	
NORMA:	NTE INEN 156: 2009 / ASTM C 188-03			
CÁLCULO DE LA DENSIDAD REAL				
DATOS	DESIGNACIÓN	UNIDAD	VALOR	
M1	Masa del picnómetro	gr	154.70	153.30
M2	Masa del picnómetro + muestra	gr	269.50	251.80
M3	Masa del picnómetro + muestra + gasolina	gr	608.10	594.80
M4=M3-M2	Masa gasolina añadida	gr	338.60	343.00
M5	Masa picnómetro + 500cc de gasolina	gr	522.50	521.30
M6=M5-M1	Masa de 500cc de gasolina	gr	367.80	368.00
DG=M6/500cm3	Densidad de la gasolina	gr/cm3	0.74	0.74
M7=M6-M4	Masa de la gasolina desalojada por la muestra	gr	29.20	25.00
M _C =M2-M1	Masa del cemento	gr	114.80	98.50
V _G =M7/DG	Volumen de la gasolina desalojada	cm3	39.70	33.97
DRC=M _C /V _G	Densidad real del cemento	gr/cm3	2.89	2.90
	Densidad real promedio	gr/cm3	2.896	

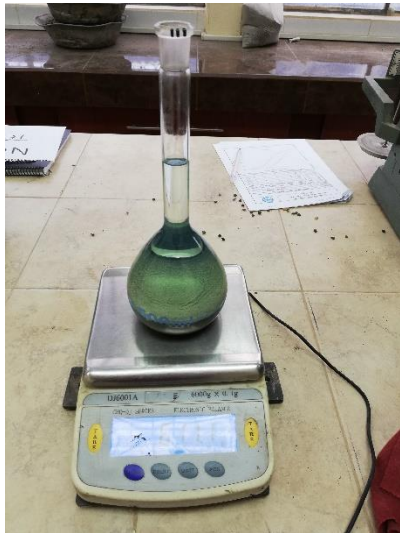
Fuente: Andrés Paguay



Peso de muestra seca.



Colocación de la gasolina.



Peso de material con gasolina.



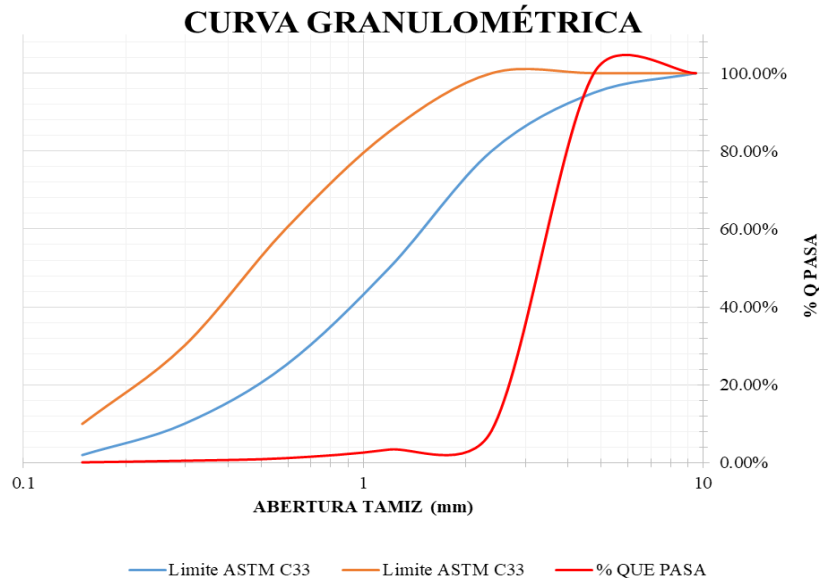
Densidad de la gasolina.

Fuente: Andrés Paguay

Granulometría del plástico triturado PET.

Tabla 68. Granulometría del plástico triturado PET.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
<i>Laboratorio de Ensayo de Materiales</i>						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO						
ORIGEN:		ENKADOR				
PESO MUESTRA (gr):		1000	PÉRDIDA DE MUESTRA (%):		0.02	
ENSAYADO POR:		Andrés Paguay	FECHA:		29/ene/2019	
NORMA:		NTE INEN 696				
<i>Tamiz</i>	<i>Abertura (mm)</i>	<i>Retenido parcial (gr)</i>	<i>Retenido acumulado (gr)</i>	<i>% Retenido acumulado</i>	<i>% que pasa</i>	<i>Límites ASTM % que pasa</i>
3/8	9.5	0	0	0.00%	100.00%	100
#4	4.76	0	0	0.00%	100.00%	95-100
#8	2.38	917.6	917.6	91.78%	8.22%	80-100
#16	1.19	48.1	965.7	96.59%	3.41%	50-85
#30	0.59	22.1	987.8	98.80%	1.20%	25-60
#50	0.297	6.7	994.5	99.47%	0.53%	10-30
#100	0.149	4.1	998.6	99.88%	0.12%	2-10
#200	0.075	1.2	999.8	100.00%	0.00%	-
BANDEJA		0	999.8	100.00%	0.00%	-
MÓDULO DE FINURA				4.87%		



Fuente: Andrés Paguay



Secado del material PET.



Peso de la muestra.



Colocación en los Tamices.



Peso del material retenido acumulado.

Densidad aparente suelta del plástico triturado PET.

Tabla 69. Densidad aparente suelta del plástico triturado PET.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
<i>Laboratorio de Ensayo de Materiales</i>				
DENSIDAD APARENTE SUELTA DEL PET				
ORIGEN:	ENKADOR			
MASA RECIPIENTE (Kg):	9.8			
ENSAYADO POR:	Andrés Paguay	FECHA:	29/ene/2019	
VOLUMEN RECIPIENTE (dm³):	20.56			
NORMA:	NTE INEN 858:2010			
<i>Agregado</i>	<i>Agregado + Recipiente (kg)</i>	<i>Agregado (kg)</i>	<i>Peso Unitario (kg/dm³)</i>	<i>Peso Unitario Promedio (kg/dm³)</i>
PET	17.93	8.13	0.40	0.40
	17.92	8.12	0.39	

Fuente: Andrés Paguay



Fuente: Andrés Paguay

Densidad aparente compactada del plástico triturado PET.

Tabla 70. Densidad aparente compactada del plástico triturado PET

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
<i>Laboratorio de Ensayo de Materiales</i>				
DENSIDAD APARENTE COMPACTADA DEL PET				
ORIGEN:	ENKADOR			
MASA RECIPIENTE (Kg):	9.8			
ENSAYADO POR:	Andrés Paguay	FECHA:	29/ene/2019	
VOLUMEN RECIPIENTE (dm³):	20.56			
NORMA:	NTE INEN 858:2010			
<i>Agregado</i>	<i>Agregado + Recipiente (kg)</i>	<i>Agregado (kg)</i>	<i>Peso Unitario (kg/dm³)</i>	<i>Peso Unitario Promedio (kg/dm³)</i>
PET	19.04	9.24	0.449	0.45
	19.07	9.27	0.451	

Fuente: Andrés Paguay



Fuente: Andrés Paguay

Densidad real y capacidad de absorción del plástico triturado PET.


Tabla 71. Densidad real y capacidad de absorción del plástico triturado PET.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
<i>Laboratorio de Ensayo de Materiales</i>				
DENSIDAD REAL Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL PLÁSTICO PET				
ORIGEN:	ENKADOR			
ENSAYADO POR:	Andrés Paguay	FECHA:	06/feb/2019	
NORMA:	NTE INEN 856			
CÁLCULO DE LA DENSIDAD REAL				
DATOS	DESIGNACIÓN	UNIDAD	VALOR	
M1	Masa del picnómetro	gr	154.70	166.10
M2	Masa del picnómetro + muestra SSS	gr	214.60	245.00
M3	Masa del picnómetro + muestra SSS + agua	gr	665.20	680.30
M4=M3-M2	Masa agua añadida	gr	450.60	435.30
M5	Masa picnómetro + 500cc de agua	gr	653.30	655.20
M6=M5-M1	Masa de 500cc de agua	gr	498.60	489.10
DA=M6/500cm ³	Densidad del agua	gr/cm ³	0.997	0.978
M7=M6-M4	Masa del agua desalojada por la muestra	gr	48.00	53.80
Msss=M2-M1	Masa del agregado	gr	59.90	78.90
Vsss=M7/DA	Volumen del agua desalojada	cm ³	48.13	55.00
DRA=Msss/Vsss	Densidad real de la arena	gr/cm ³	1.24	1.43
DRA Prom	DENSIDAD REAL DE LA ARENA	gr/cm ³	1.34	
CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN				
DATOS	DESIGNACIÓN	UNIDAD	VALOR	
M7	Masa del recipiente	gr	57.70	30.80
M8	Masa del recipiente + muestra SSS	gr	90.00	68.80
M9=M8-M7	Masa de la muestra SSS	gr	32.30	38.00
M10	Masa del recipiente + muestra seca	gr	83.40	61.50
M11=M10-M7	Masa de la muestra seca	gr	25.70	30.70
CA=((M9-M11)/M11)*100	Capacidad de absorción	%	25.68	23.78
P2=(CA1+CA2)/2	Capacidad de absorción promedio	%	24.73	

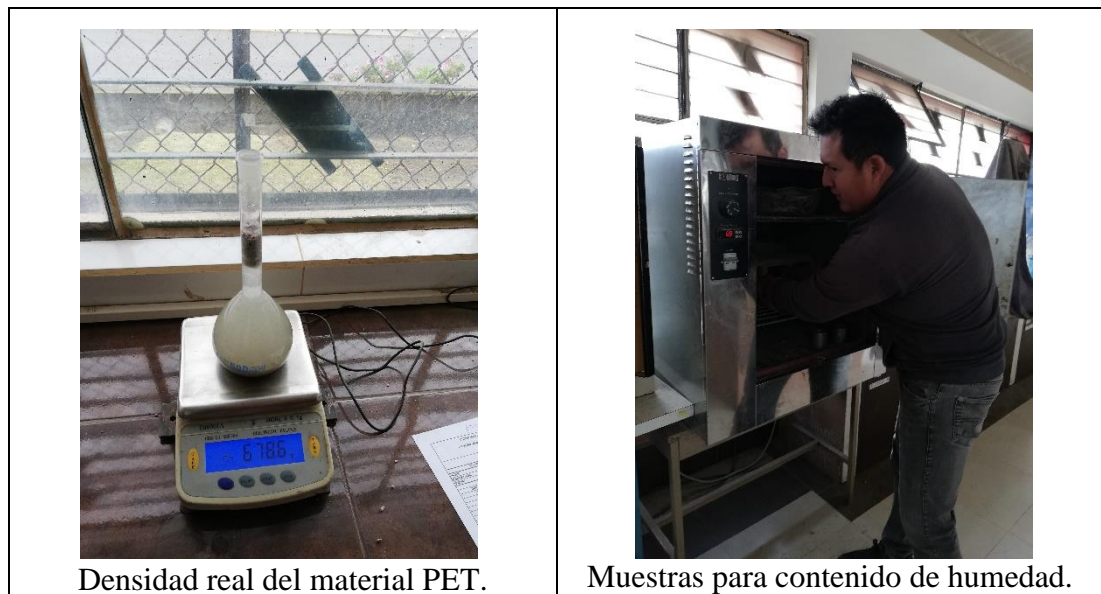
Fuente: Andrés Paguay

Contenido de humedad del plástico triturado PET.

Tabla 72. Contenido de humedad del plástico triturado PET.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
<i>Laboratorio de Ensayo de Materiales</i>			
CONTENIDO DE HUMEDAD PLÁSTICO PET			
ORIGEN:	ENKADOR S.A		
ENSAYADO POR:	Andrés Paguay	FECHA:	31/ene/2019
NORMA:	NTE INEN 862		
CÁLCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD			
DATOS	DESIGNACIÓN	UNIDAD	VALOR
M1	Masa del recipiente	gr	30.90 30.70
M2	Masa del recipiente + Agreg. Gr humedo	gr	75.00 69.80
M3	Masa del recipiente + Agreg. Gr seco	gr	71.50 65.80
M4=M2-M3	Masa del agua	gr	3.50 4.00
M5=M3-M1	Masa Agreg. Gr seco	gr	40.60 35.10
C Hum=M4/M5	Contenido de humedad	%	8.62 11.40
C Hum Promedio	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	10.01

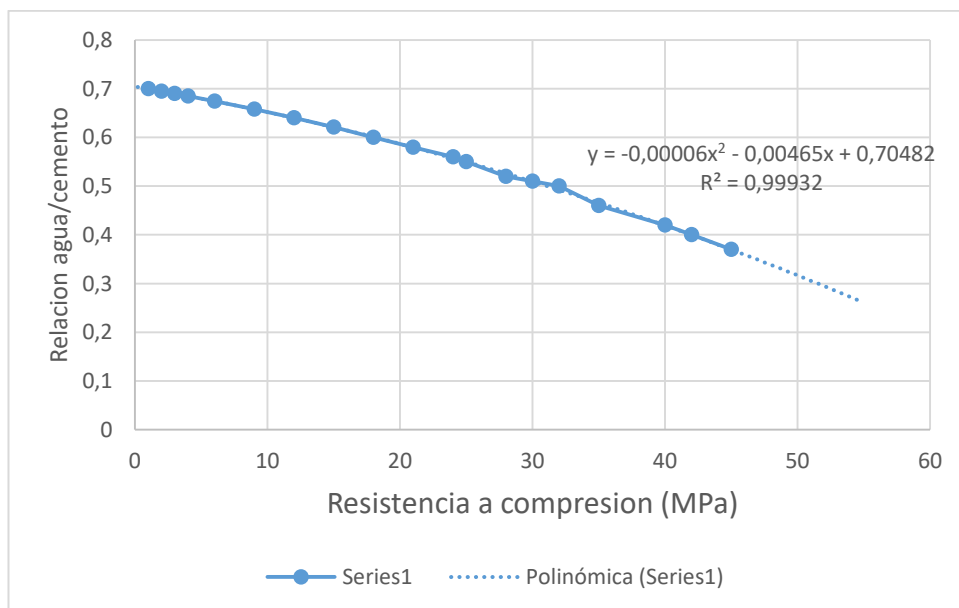
Fuente: Andrés Paguay





Fuente: Andrés Paguay

Extrapolación de la curva de relación agua/cemento.

Resistencia a la compresión a los 28 días en MPa (f'c)	Relación agua/cemento
45	0,37
42	0,4
40	0,42
35	0,46
32	0,5
30	0,51
28	0,52
25	0,55
24	0,56
21	0,58
18	0,6
15	0,62
12	0,64
9	0,66
6	0,67
4	0,69
3	0,69
2	0,70
1	0,70





A 3. Dosificación inicial al peso y volumen

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIOS DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES				
ORDEN N°:	001	TEMA DE TESIS:				
FECHA:	1-feb-19	LA ADICIÓN DE BOTELLAS PLÁSTICAS PET EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES ALIVIANADOS PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y SU EFECTO EN LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.				
ORIGEN:	Área de pequeña minería "	LUGAR DEL PROYECTO:		Ambato		
	PROFUTURO" Cod. 201004 / Área	TESISTA		Andrés Paguay		
	Minera "Niño de Isinche" Cod. 201006	TUTOR:		Ing. Mg. Jorge Guevara		
DOSIFICACIÓN MÉTODO DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL						
DATOS DE ENSAYOS			DATOS DE TABLAS			
f'c	40,8	Kg/cm²	W/C	0,69		
Asentamiento	0 - 3	cm	CP (%)	POV + 2% + 3%(POV)		
DRC	2,896	gr/cm ³	CÁLCULOS			
DRA	1,775	gr/cm ³	DRM	1,471	kg/dm ³	
DRR	1,113	gr/cm ³	POV	39,06	%	
DSA	0,812	gr/cm ³	CP	422,35	dm ³	
DSR	0,596	gr/cm ³	C	407,94	Kg	
POA	54	%	W	281,48	lts	
POR	46	%	A	553,82	kg	
DOM	0,896	gr/cm ³	R	295,68	kg	
DOSIFICACIÓN AL PESO						
MATERIAL		CANTIDAD EN Kg POR CADA m³ DE		DOSIFICACIÓN AL PESO		
W		281,48		0,69		
C		407,94		1,00		
A		553,82		1,36		
R		295,68		0,72		
TOTAL		1538,92		kg/m³ Densidad del Horm.		
DOSIFICACIÓN AL VOLUMEN						
MATERIAL	CANTIDAD EN Kg POR CADA m³ DE HORMIGÓN	DOSIFICACIÓN AL PESO	CANTIDAD EN Kg POR SACO DE CEMENTO	VOLUMEN APARENTE SUELTO EN dm³ POR CADA SACO DE CEMENTO	DOSIFICACIÓN AL VOLUMEN EN OBRA	
W	281,48	0,69	34,50	-	34,50	litros
C	407,94	1,00	50,00	-	1	saco
A	553,82	1,36	67,88	83,57	3,10	cajones
R	295,68	0,72	36,24	60,82	2,30	cajones
VOLUMEN REAL DEL HORMIGÓN			188,62	dm³ c/saco		
DIMENSIONES PARIHUELA: B = L = H = 3,00 dm			VOLUMEN PARIHUELA		27,00 dm³	
NOMENCLATURA:						
DRC	Densidad Real del Cemento		CP (%)	Cantidad de Pasta en %		
DRA	Densidad Real de la Arena		DRM	Densidad Real de la Mezcla		
DRR	Densidad Real del Ripio		POV	Porcentaje Óptimo de Vacíos		
DSA	Densidad Suelta de la Arena		CP	Cantidad de Pasta		
DSR	Densidad Suelta del Ripio		C	Cantidad de Cemento		
POA	Porcentaje Óptimo de Arena		W	Cantidad de Agua		
POR	Porcentaje Óptimo de Ripio		A	Cantidad de Arena		
DOM	Densidad Óptima de la Mezcla		R	Cantidad de Ripio		
W/C	Relación Agua Cemento					



Fuente: Andrés Paguay

A 4.Reajuste de dosificación con POV del 15%

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIOS DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES				
ORDEN N°:	001	TEMA DE TESIS:				
FECHA:	8-mar-19	LA ADICIÓN DE BOTELLAS PLÁSTICAS PET EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES ALIVIANADOS PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y SU EFECTO EN LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.				
ORIGEN:	Área de pequeña minería " PROFUTURO" Cod. 201004 / Área Minera "Niño de Isinche" Cod. 201006	LUGAR DEL PROYECTO:	Ambato			
		TESISTA	Andrés Paguay			
		TUTOR:	Ing. Mg. Jorge Guevara			
DOSIFICACIÓN MÉTODO DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL						
DATOS DE ENSAYOS			DATOS DE TABLAS			
f'c	40,8	Kg/cm²	W/C	0,69		
Asentamiento	0 - 3	cm	CP (%)	POV + 2% + 3%(POV)		
DRC	2,896	gr/cm ³	CÁLCULOS			
DRA	1,775	gr/cm ³	DRM	1,471	kg/dm ³	
DRR	1,113	gr/cm ³	POV	15,00	%	
DSA	0,812	gr/cm ³	CP	174,50	dm ³	
DSR	0,596	gr/cm ³	C	168,55	Kg	
POA	54	%	W	116,30	lts	
POR	46	%	A	791,44	kg	
DOM	0,896	gr/cm ³	R	422,54	kg	
DOSIFICACIÓN AL PESO						
MATERIAL		CANTIDAD EN Kg POR CADA m³ DE		DOSIFICACIÓN AL PESO		
W		116,30		0,69		
C		168,55		1,00		
A		791,44		4,70		
R		422,54		2,51		
TOTAL		1498,83		kg/m³ Densidad del Horm.		
DOSIFICACIÓN AL VOLUMEN						
MATERIAL	CANTIDAD EN Kg POR CADA m³ DE HORMIGÓN	DOSIFICACIÓN AL PESO	CANTIDAD EN Kg POR SACO DE CEMENTO	VOLUMEN APARENTE SUELTO EN dm³ POR CADA SACO DE CEMENTO	DOSIFICACIÓN AL VOLUMEN EN OBRA	
W	116,30	0,69	34,50	-	34,50	litros
C	168,55	1,00	50,00	-	1	saco
A	791,44	4,70	234,78	289,05	10,70	cajones
R	422,54	2,51	125,35	210,38	7,80	cajones
VOLUMEN REAL DEL HORMIGÓN			444,63	dm³ c/saco		
DIMENSIONES PARIHUELA: B = L = H = 3,00 dm			VOLUMEN PARIHUELA		27,00 dm³	
NOMENCLATURA:						
DRC	Densidad Real del Cemento			CP (%)	Cantidad de Pasta en %	
DRA	Densidad Real de la Arena			DRM	Densidad Real de la Mezcla	
DRR	Densidad Real del Ripio			POV	Porcentaje Óptimo de Vacíos	
DSA	Densidad Suelta de la Arena			CP	Cantidad de Pasta	
DSR	Densidad Suelta del Ripio			C	Cantidad de Cemento	
POA	Porcentaje Óptimo de Arena			W	Cantidad de Agua	
POR	Porcentaje Óptimo de Ripio			A	Cantidad de Arena	
DOM	Densidad Óptima de la Mezcla			R	Cantidad de Ripio	
W/C	Relación Agua Cemento					

Fuente: Andrés Paguay

A 5. Reajuste de dosificación con POV del 20%

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIOS DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES				
ORDEN N°:	001	TEMA DE TESIS:				
FECHA:	8-mar-19	LA ADICIÓN DE BOTELLAS PLÁSTICAS PET EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES ALIVIANADOS PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y SU EFECTO EN LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.				
ORIGEN:	Área de pequeña minería " PROFUTURO" Cod. 201004 / Área Minera "Niño de Isinche" Cod. 201006	LUGAR DEL PROYECTO:	Ambato			
		TESISTA	Andrés Paguay			
		TUTOR:	Ing. Mg. Jorge Guevara			
DOSIFICACIÓN MÉTODO DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL						
DATOS DE ENSAYOS			DATOS DE TABLAS			
f'c	40	Kg/cm²	W/C	0,69		
Asentamiento	0 - 3	cm	CP (%)	POV + 2% + 3%(POV)		
DRC	2,896	gr/cm ³	CÁLCULOS			
DRA	1,775	gr/cm ³	DRM	1,471	kg/dm ³	
DRR	1,113	gr/cm ³	POV	20,00	%	
DSA	0,812	gr/cm ³	CP	226,00	dm ³	
DSR	0,596	gr/cm ³	C	218,29	Kg	
POA	54	%	W	150,62	lts	
POR	46	%	A	742,07	kg	
DOM	0,896	gr/cm ³	R	396,18	kg	
DOSIFICACIÓN AL PESO						
MATERIAL		CANTIDAD EN Kg POR CADA m ³ DE		DOSIFICACIÓN AL PESO		
W		150,62		0,69		
C		218,29		1,00		
A		742,07		3,40		
R		396,18		1,81		
TOTAL		1507,16		kg/m³ Densidad del Horm.		
DOSIFICACIÓN AL VOLUMEN						
MATERIAL	CANTIDAD EN Kg POR CADA m ³ DE HORMIGÓN	DOSIFICACIÓN AL PESO	CANTIDAD EN Kg POR SACO DE CEMENTO	VOLUMEN APARENTE SUELTO EN dm ³ POR CADA SACO DE CEMENTO	DOSIFICACIÓN AL VOLUMEN EN OBRA	
					34,50	litros
W	150,62	0,69	34,50	-	34,50	litros
C	218,29	1,00	50,00	-	1	saco
A	742,07	3,40	169,97	209,26	7,80	cajones
R	396,18	1,81	90,75	152,30	5,60	cajones
VOLUMEN REAL DEL HORMIGÓN			345,22	dm ³ c/saco		
DIMENSIONES PARIHUELA: B = L = H = 3,00 dm			VOLUMEN PARIHUELA		27,00 dm ³	
NOMENCLATURA:						
DRC	Densidad Real del Cemento			CP (%)	Cantidad de Pasta en %	
DRA	Densidad Real de la Arena			DRM	Densidad Real de la Mezcla	
DRR	Densidad Real del Ripio			POV	Porcentaje Óptimo de Vacíos	
DSA	Densidad Suelta de la Arena			CP	Cantidad de Pasta	
DSR	Densidad Suelta del Ripio			C	Cantidad de Cemento	
POA	Porcentaje Óptimo de Arena			W	Cantidad de Agua	
POR	Porcentaje Óptimo de Ripio			A	Cantidad de Arena	
DOM	Densidad Óptima de la Mezcla			R	Cantidad de Ripio	
W/C	Relación Agua Cemento					

A 6. Valores del ensayo térmico de pared bloque INEN 3066.

PARED BLOQUE NORMA INEN 3066					
Time (s)	Temperatura cara 1 (°C)	Temperatura cara 2 (°C)	Temperatura ambiente 1 (°C)	Temperatura ambiente 2 (°C)	Temperatura exterior (°C)
0:00:00	19,78	14,84	19,56	12,87	14,88
0:01:00	21,52	14,88	21,19	13,15	15,02
0:02:00	22,87	14,90	22,65	13,38	14,68
0:03:00	23,86	14,93	24,03	13,58	14,80
0:04:00	24,67	14,96	25,30	13,76	14,89
0:05:00	25,31	14,95	26,46	13,92	14,98
0:06:00	25,89	14,98	27,53	14,05	14,81
0:07:00	26,44	15,01	28,49	14,16	14,92
0:08:00	26,93	15,04	29,35	14,27	14,78
0:09:00	27,43	15,07	30,16	14,37	14,85
0:10:00	27,90	15,05	30,90	14,45	14,71
0:11:00	28,36	15,08	31,60	14,52	14,72
0:12:00	28,82	15,10	32,22	14,59	14,73
0:13:00	29,25	15,13	32,81	14,64	14,72
0:14:00	29,67	15,15	33,36	14,69	14,81
0:15:00	30,07	15,18	33,88	14,74	14,79
0:16:00	30,46	15,20	34,36	14,79	14,85
0:17:00	30,86	15,19	34,83	14,82	14,86
0:18:00	31,25	15,21	35,26	14,85	14,77
0:19:00	31,64	15,23	35,69	14,88	14,74
0:20:00	32,02	15,26	36,07	14,91	14,79
0:21:00	32,36	15,28	36,46	14,93	14,84
0:22:00	32,73	15,30	36,82	14,96	14,84
0:23:00	33,10	15,33	37,18	14,98	14,88
0:24:00	33,47	15,35	37,52	15,00	14,70
0:25:00	33,79	15,37	37,86	15,03	14,79
0:26:00	34,11	15,36	38,18	15,03	14,82
0:27:00	34,47	15,39	38,49	15,06	14,75
0:28:00	34,82	15,41	38,79	15,06	14,89
0:29:00	35,15	15,43	39,08	15,08	14,80
0:30:00	35,48	15,45	39,37	15,08	14,88
0:31:00	35,80	15,47	39,64	15,11	14,82
0:32:00	36,12	15,50	39,91	15,11	14,83
0:33:00	36,40	15,52	40,19	15,13	14,93
0:34:00	36,72	15,54	40,46	15,14	15,01
0:35:00	37,05	15,57	40,73	15,14	14,82

0:36:00	37,34	15,56	41,00	15,16	14,80
0:37:00	37,62	15,58	41,25	15,16	14,86
0:38:00	37,92	15,61	41,50	15,16	14,90
0:39:00	38,20	15,63	41,76	15,17	15,09
0:40:00	38,47	15,65	42,01	15,19	14,98
0:41:00	38,78	15,68	42,28	15,19	15,11
0:42:00	39,06	15,71	42,51	15,20	15,13
0:43:00	39,33	15,73	42,76	15,21	15,07
0:44:00	39,59	15,75	42,99	15,21	14,94
0:45:00	39,85	15,78	43,22	15,22	15,03
0:46:00	40,09	15,80	43,46	15,24	15,05
0:47:00	40,36	15,83	43,70	15,24	15,09
0:48:00	40,61	15,83	43,93	15,24	15,09
0:49:00	40,87	15,85	44,16	15,24	15,26
0:50:00	41,12	15,88	44,39	15,26	15,01
0:51:00	41,38	15,91	44,63	15,27	15,02
0:52:00	41,62	15,94	44,86	15,27	15,12
0:53:00	41,86	15,97	45,09	15,27	15,39
0:54:00	42,10	16,00	45,30	15,29	15,46
0:55:00	42,34	16,02	45,54	15,29	15,08
0:56:00	42,58	16,06	45,75	15,30	15,38
0:57:00	42,82	16,09	45,95	15,31	15,54
0:58:00	43,02	16,12	46,17	15,32	15,39
0:59:00	43,26	16,15	46,37	15,32	15,38
1:00:00	43,48	16,18	46,59	15,32	15,38
Máximo	43,48	16,18	46,59	15,32	15,54
Mínimo	19,78	14,84	19,56	12,87	14,68
Promedio	34,59	15,47	37,76	14,86	14,95
Δ T (máx.)	27,31		31,26		

A 7. Valores del ensayo térmico de pared bloque artesanal.

PARED BLOQUE ARTESANAL					
Time (s)	Temperatura cara 1 (°C)	Temperatura cara 2 (°C)	Temperatura ambiente 1 (°C)	Temperatura ambiente 2 (°C)	Temperatura exterior (°C)
0:00:00	13,1190	13,2035	15,1095	14,5113	15,2038
0:01:00	14,6913	13,2053	16,4248	14,6102	15,1558
0:02:00	15,8751	13,2204	17,5823	14,6893	15,0572
0:03:00	16,7973	13,2244	18,6822	14,7650	15,0581
0:04:00	17,5732	13,2302	19,7137	14,8209	15,0021
0:05:00	18,2547	13,2395	20,6721	14,8734	14,9735
0:06:00	18,8834	13,2462	21,5586	14,9259	15,0052
0:07:00	19,4545	13,2280	22,3799	14,9686	14,9153
0:08:00	20,0116	13,2404	23,1362	15,0030	14,9122
0:09:00	20,5613	13,2511	23,8213	15,0325	14,8554
0:10:00	21,0851	13,2648	24,4693	15,0571	14,9484
0:11:00	21,5969	13,2759	25,0794	15,0865	14,8642
0:12:00	22,0948	13,2906	25,6327	15,1095	14,8148
0:13:00	22,5734	13,2657	26,1758	15,1357	14,8100
0:14:00	23,0562	13,2786	26,6765	15,1454	14,9135
0:15:00	23,5220	13,2942	27,1585	15,1635	14,9070
0:16:00	23,9847	13,3120	27,6252	15,1732	14,9369
0:17:00	24,4494	13,3235	28,0677	15,1863	14,9651
0:18:00	24,9118	13,3368	28,4774	15,1880	14,9528
0:19:00	25,3477	13,3213	28,9002	15,2043	14,8757
0:20:00	25,7952	13,3342	29,2815	15,2125	14,9471
0:21:00	26,2049	13,3515	29,6581	15,2158	14,8342
0:22:00	26,6375	13,3741	30,0171	15,2207	14,9277
0:23:00	27,0503	13,3933	30,3687	15,2386	14,9105
0:24:00	27,4449	13,4110	30,7232	15,2419	14,9678
0:25:00	27,8477	13,4310	31,0557	15,2403	15,0109
0:26:00	28,2445	13,4177	31,3853	15,2403	14,9471
0:27:00	28,6259	13,4399	31,7151	15,2435	14,9563
0:28:00	29,0123	13,4590	32,0243	15,2468	14,9360
0:29:00	29,3775	13,4883	32,3322	15,2501	15,1316
0:30:00	29,7455	13,5091	32,6284	15,2549	15,2254
0:31:00	30,1033	13,5349	32,9234	15,2631	15,0770
0:32:00	30,4652	13,5682	33,2097	15,2631	15,1642
0:33:00	30,8210	13,5992	33,4962	15,2648	15,1875
0:34:00	31,1595	13,5943	33,7800	15,2648	15,4194

0:35:00	31,5013	13,6232	34,0655	15,2664	15,1593
0:36:00	31,8367	13,6560	34,3305	15,2648	15,4176
0:37:00	32,1912	13,6879	34,6122	15,2664	15,1382
0:38:00	32,5143	13,7216	34,8763	15,2664	15,4000
0:39:00	32,8372	13,7610	35,1406	15,2664	15,1836
0:40:00	33,1447	13,7899	35,4023	15,2664	15,3596
0:41:00	33,4456	13,8284	35,6673	15,2746	15,5060
0:42:00	33,7536	13,8679	35,9296	15,2827	15,2491
0:43:00	34,0610	13,8749	36,1938	15,2925	15,6273
0:44:00	34,3755	13,9161	36,4343	15,2909	15,5997
0:45:00	34,6791	13,9564	36,6977	15,2925	15,0766
0:46:00	34,9791	14,0029	36,9404	15,2925	15,5364
0:47:00	35,2750	14,0476	37,1955	15,2958	15,4647
0:48:00	35,5697	14,0923	37,4465	15,2958	15,7908
0:49:00	35,8471	14,1396	37,6903	15,3137	15,6229
0:50:00	36,1343	14,1900	37,9345	15,3121	16,1038
0:51:00	36,4454	14,2387	38,1912	15,3170	16,0375
0:52:00	36,7044	14,2922	38,4286	15,3186	15,8233
0:53:00	36,9837	14,3399	38,6665	15,3186	15,7104
0:54:00	37,2628	14,3527	38,9077	15,3203	15,7170
0:55:00	37,5349	14,4075	39,1494	15,3317	15,7108
0:56:00	37,7979	14,4676	39,3732	15,3448	15,8672
0:57:00	38,0600	14,5166	39,6189	15,3463	15,6889
0:58:00	38,3493	14,5744	39,8434	15,3448	15,4585
0:59:00	38,6206	14,6380	40,0762	15,3627	15,8843
1:00:00	38,7500	14,7100	40,5300	15,3700	15,5600
Máximo	38,75	14,71	40,53	15,37	16,10
Mínimo	13,12	13,20	15,11	14,51	14,81
Promedio	28,77	13,67	31,33	15,18	15,24
Δ T (máx.)	24,04		25,16		

A 8. Valores del ensayo térmico de pared bloque 15% PET.

PARED BLOQUE 15% PET					
Time (s)	Temperatura cara 1 (°C)	Temperatura cara 2 (°C)	Temperatura ambiente 1 (°C)	Temperatura ambiente 2 (°C)	Temperatura exterior (°C)
0:00:00	14,975	14,0622	12,845	12,7111	14,5126
0:01:00	16,509	14,083	14,8472	13,0259	14,1635
0:02:00	17,8954	14,0649	16,6304	13,2803	14,01
0:03:00	19,0385	14,0808	18,3039	13,5019	14,0865
0:04:00	19,9758	14,0551	19,8624	13,706	14,1219
0:05:00	20,7822	14,0618	21,3127	13,8679	14,1135
0:06:00	21,5018	14,0742	22,6299	14,0276	14,0405
0:07:00	22,1862	14,0582	23,8558	14,1588	14,0299
0:08:00	22,8321	14,0582	24,9614	14,2665	14,0303
0:09:00	23,4465	14,0618	25,9855	14,3708	14,064
0:10:00	24,0405	14,0706	26,9361	14,4684	14,0441
0:11:00	24,6105	14,0795	27,8147	14,5509	14,0383
0:12:00	25,169	14,0578	28,6194	14,6119	14,0525
0:13:00	25,7397	14,0644	29,3997	14,686	13,9914
0:14:00	26,2942	14,0706	30,1087	14,7419	13,9892
0:15:00	26,814	14,079	30,7956	14,7946	13,9476
0:16:00	27,3254	14,0905	31,4311	14,8291	14,0689
0:17:00	27,8332	14,1029	32,0465	14,8751	14,0308
0:18:00	28,3084	14,0742	32,6388	14,9046	14,0693
0:19:00	28,8274	14,0839	33,2097	14,9407	14,0321
0:20:00	29,3278	14,0932	33,7562	14,9784	14,0485
0:21:00	29,8307	14,11	34,2829	15,0047	14,0401
0:22:00	30,2938	14,1224	34,7807	15,0292	14,045
0:23:00	30,7565	14,137	35,2811	15,0407	14,1967
0:24:00	31,2366	14,1135	35,7617	15,0587	14,3373
0:25:00	31,7199	14,1268	36,2404	15,0833	14,2467
0:26:00	32,1969	14,1414	36,7037	15,0947	14,1356
0:27:00	32,6868	14,1525	37,1698	15,1095	14,0914
0:28:00	33,148	14,1697	37,6176	15,1307	14,1693
0:29:00	33,6096	14,1927	38,0378	15,1357	14,2533
0:30:00	34,0926	14,1693	38,4698	15,1438	14,1905
0:31:00	34,5534	14,1909	38,9047	15,1635	14,396
0:32:00	34,9998	14,2095	39,3226	15,1651	14,5135
0:33:00	35,4632	14,2258	39,7388	15,1847	14,5493
0:34:00	35,9007	14,244	40,1348	15,188	14,6821
0:35:00	36,3471	14,2688	40,5321	15,2027	14,3014

0:36:00	36,7784	14,2913	40,9262	15,2141	14,2736
0:37:00	37,2112	14,2771	41,3108	15,2174	14,388
0:38:00	37,6233	14,305	41,6951	15,2141	14,5731
0:39:00	38,0584	14,3169	42,0542	15,237	14,5201
0:40:00	38,4775	14,3452	42,4287	15,2403	14,5236
0:41:00	38,9205	14,3739	42,8094	15,2419	14,9091
0:42:00	39,3162	14,3929	43,1662	15,2533	15,3239
0:43:00	39,7066	14,4181	43,5228	15,2664	15,0858
0:44:00	40,0938	14,4495	43,8791	15,2648	14,6556
0:45:00	40,4936	14,4406	44,2224	15,2697	14,7377
0:46:00	40,8837	14,4698	44,5735	15,2843	14,8152
0:47:00	41,2548	14,4989	44,9114	15,2909	14,5907
0:48:00	41,6428	14,5316	45,2491	15,2958	14,7006
0:49:00	42,0198	14,5559	45,5882	15,2941	14,8117
0:50:00	42,3995	14,589	45,9287	15,2941	14,472
0:51:00	42,7787	14,6229	46,2459	15,3055	14,7831
0:52:00	43,1517	14,6574	46,5859	15,317	14,4601
0:53:00	43,5246	14,6865	46,9126	15,3186	15,0387
0:54:00	43,8981	14,724	47,2522	15,3186	15,3891
0:55:00	44,2569	14,7204	47,5733	15,3203	14,8448
0:56:00	44,6172	14,7566	47,8958	15,3333	15,9462
0:57:00	44,9708	14,7919	48,2164	15,3448	16,0941
0:58:00	45,3366	14,8338	48,5198	15,3448	15,7442
0:59:00	45,6788	14,862	48,8449	15,3448	14,9228
1:00:00	46,0302	14,9056	49,151	15,3448	15,1827
Máximo	46,03	14,91	49,15	15,34	16,09
Mínimo	14,98	14,06	12,85	12,71	13,95
Promedio	33,27	14,29	36,56	14,89	14,47
Δ T (máx.)	31,12		33,81		

A 9. Valores del ensayo térmico de pared bloque 25% PET.

PARED BLOQUE 25% PET					
Time (s)	Temperatura cara 1 (°C)	Temperatura cara 2 (°C)	Temperatura ambiente 1 (°C)	Temperatura ambiente 2 (°C)	Temperatura exterior (°C)
0:00:00	13,7948	13,7783	13,7978	13,171	15,6252
0:01:00	15,3222	13,8776	15,6296	13,171	15,4097
0:02:00	16,82	13,8807	17,3267	13,171	15,2161
0:03:00	18,0139	13,8532	18,9418	13,171	15,1294
0:04:00	18,9808	13,8572	20,4568	13,5471	14,9515
0:05:00	19,8901	13,8634	21,8512	13,8095	15,0056
0:06:00	20,5674	13,8311	22,9188	14,0226	14,9171
0:07:00	21,1167	13,8125	23,8108	14,1937	14,8602
0:08:00	21,7512	13,8094	24,6729	14,3526	14,8452
0:09:00	22,3892	13,8147	25,4851	13,69786	14,8893
0:10:00	23,017	13,7824	26,2472	14,2384	14,832
0:11:00	23,6156	13,785	26,9613	14,0858	14,8858
0:12:00	24,2158	13,7912	27,646	13,9744	14,9008
0:13:00	24,75	13,7983	28,3015	13,8929	14,9175
0:14:00	25,3107	13,8107	28,9268	13,8078	14,9237
0:15:00	25,8748	13,7895	29,5193	13,7344	14,9735
0:16:00	26,4155	13,7988	30,088	13,6743	15,0131
0:17:00	26,9307	13,8063	30,6493	13,6024	14,9739
0:18:00	27,454	13,8151	31,1724	13,5488	15,0149
0:19:00	27,9536	13,7872	31,6677	13,4935	15,0598
0:20:00	28,4558	13,7939	32,1427	13,4617	15,0299
0:21:00	28,9508	13,8045	32,6299	13,4131	15,0096
0:22:00	29,4504	13,8151	33,091	13,3812	15,0731
0:23:00	29,9594	13,828	33,5942	13,3391	15,1963
0:24:00	30,4484	13,8563	34,2859	13,319	15,3033
0:25:00	30,9221	13,8306	34,9479	13,2971	15,3046
0:26:00	31,4122	13,8417	35,5624	13,314	15,2835
0:27:00	31,9035	13,8532	36,1427	13,5471	15,4572
0:28:00	32,3812	13,8634	36,6826	13,8145	15,5337
0:29:00	32,8123	13,8581	36,9645	14,0176	15,4933
0:30:00	33,2675	13,8661	37,2076	14,187	15,5399
0:31:00	33,7352	13,8802	37,4949	14,3411	15,7157
0:32:00	34,1907	13,8612	37,7873	14,2119	15,3912
0:33:00	34,6378	13,8687	38,0818	14,0526	15,637
0:34:00	35,0883	13,8869	38,3967	13,9128	15,7534
0:35:00	35,5273	13,9073	38,7336	13,8112	15,4678

0:36:00	35,9723	13,9236	39,0515	13,7344	15,7183
0:37:00	36,4066	13,9422	39,3732	13,6526	15,6559
0:38:00	36,8703	13,956	39,7157	13,594	15,7363
0:39:00	37,3385	13,9445	40,0376	13,5287	15,8193
0:40:00	37,7809	13,9622	40,3604	13,4935	15,8496
0:41:00	38,2312	13,9808	40,7042	13,4399	15,8861
0:42:00	38,6625	14,0038	41,0288	13,4131	15,8439
0:43:00	39,2062	14,0277	41,3497	13,3845	16,3683
0:44:00	39,6885	14,052	41,6779	13,3593	16,0678
0:45:00	40,197	14,0746	42,0023	13,3156	16,3652
0:46:00	40,656	14,064	42,3294	13,2971	15,9787
0:47:00	41,1031	14,0923	42,887	13,2787	16,0217
0:48:00	41,5699	14,1202	43,4447	13,2635	16,0867
0:49:00	42,0459	14,1458	43,9528	13,2349	16,2687
0:50:00	42,5022	14,175	44,4203	13,2265	16,0156
0:51:00	42,9592	14,2011	44,8596	13,2248	16,5169
0:52:00	43,4696	14,2307	45,1191	13,2029	16,3529
0:53:00	44,2225	14,2294	45,2947	13,1979	16,2341
0:54:00	44,8558	14,2608	45,4837	13,1979	16,5046
0:55:00	45,3479	14,297	45,6961	13,1777	16,5546
0:56:00	45,8151	14,3293	45,9303	13,1743	16,5743
0:57:00	46,2166	14,3638	46,1653	13,693	16,7237
0:58:00	46,5984	14,3956	46,5295	13,58976	16,7964
0:59:00	46,9785	14,4305	47,6894	13,24897	16,4336
1:00:00	47,3437	14,4689	48,78325	14,3538	16,7692
Máximo	47,34	14,47	48,78	14,35	16,80
Mínimo	13,79	13,78	13,80	13,17	14,83
Promedio	32,78	13,96	35,31	13,59	15,60
Δ T (máx.)	32,87		34,43		

A 10. Valores del ensayo térmico de pared bloque 50% PET.

PARED BLOQUE 50% PET					
Time (s)	Temperatura cara 1 (°C)	Temperatura cara 2 (°C)	Temperatura ambiente 1 (°C)	Temperatura ambiente 2 (°C)	Temperatura exterior (°C)
0:00:00	18,1782	18,2005	18,4658	15,8444	15,5012
0:01:00	19,8779	18,2097	20,3181	15,8659	15,7027
0:02:00	21,5162	18,2101	22,1417	15,8896	15,8665
0:03:00	22,8013	18,2149	23,8589	15,9576	16,0202
0:04:00	23,8976	18,221	25,4792	15,9581	16,1494
0:05:00	24,8598	18,2276	26,9598	15,9172	16,2526
0:06:00	25,6852	18,2328	28,0515	15,9326	16,172
0:07:00	26,4914	18,2337	29,014	15,9756	15,9814
0:08:00	27,2558	18,235	29,8989	15,9309	15,834
0:09:00	27,945	18,2359	30,7469	15,8918	15,7092
0:10:00	28,6419	18,2359	31,545	15,9497	15,6052
0:11:00	29,3513	18,2359	32,2863	15,8571	15,5174
0:12:00	29,9859	18,2411	32,9961	16,0371	15,4458
0:13:00	30,6051	18,242	33,6641	15,8694	15,3708
0:14:00	31,2141	18,2459	34,2859	15,9875	15,3186
0:15:00	31,8419	18,2464	34,8777	15,9691	15,2615
0:16:00	32,4379	18,2512	35,4591	15,9594	15,2125
0:17:00	33,0499	18,2534	36,0136	16,0239	15,1635
0:18:00	33,6203	18,256	36,5547	16,0292	15,1357
0:19:00	34,2019	18,2586	37,0747	16,0568	15,1062
0:20:00	34,776	18,2656	37,5721	16,084	15,0816
0:21:00	35,3365	18,28	38,056	16,1319	15,0555
0:22:00	35,8941	18,2883	38,5414	16,177	15,0309
0:23:00	36,4344	18,2896	38,9811	16,1292	15,0047
0:24:00	36,9746	18,2971	39,4208	16,0415	14,9883
0:25:00	37,5139	18,3032	39,865	16,1538	14,9784
0:26:00	38,0331	18,3154	40,3001	16,4577	14,9555
0:27:00	38,5469	18,3163	40,7151	16,4388	14,944
0:28:00	39,0579	18,3233	41,1284	16,4209	14,9259
0:29:00	39,5618	18,3303	41,5262	16,5033	14,9259
0:30:00	40,0794	18,3338	41,927	16,5204	14,9243
0:31:00	40,5493	18,3534	42,5597	16,6194	14,9013
0:32:00	41,0326	18,3687	43,1932	16,6645	14,8997
0:33:00	41,5082	18,3753	43,7783	16,6939	14,8997
0:34:00	41,9714	18,3871	44,3157	16,6089	14,898
0:35:00	42,4214	18,3919	44,8094	16,5993	14,8734

0:36:00	42,876	18,3993	45,1353	16,6702	14,8701
0:37:00	43,3193	18,4055	45,3273	16,7408	14,8734
0:38:00	43,7539	18,4137	45,5359	16,6523	14,8718
0:39:00	44,1813	18,4151	45,7713	16,7955	14,8652
0:40:00	44,585	18,4295	46,0338	16,7219	14,8669
0:41:00	45,0104	18,4303	46,297	16,8244	14,8619
0:42:00	45,4271	18,4417	46,5859	16,8805	14,8521
0:43:00	45,8409	18,4893	46,8578	16,9396	14,8488
0:44:00	46,2415	18,5094	47,1472	16,8726	14,8455
0:45:00	46,6431	18,526	47,441	16,965	14,8472
0:46:00	47,0365	18,5405	47,7344	17,0468	14,8472
0:47:00	47,4103	18,5592	48,0307	17,0284	14,8488
0:48:00	47,8099	18,6095	48,3281	17,0272	14,8472
0:49:00	48,2074	18,634	48,6252	17,1099	14,8488
0:50:00	48,5695	18,6492	48,9183	16,7355	14,8472
0:51:00	48,9365	18,6706	49,2281	16,9851	14,8488
0:52:00	49,3047	18,6951	49,6412	17,2097	14,8455
0:53:00	49,6775	18,7449	50,2133	17,2578	14,8488
0:54:00	50,0633	18,7677	50,7342	17,165	14,8472
0:55:00	50,4333	18,7891	51,2276	17,186	14,8439
0:56:00	50,7918	18,8681	51,6714	17,0989	14,8455
0:57:00	51,1534	18,8913	52,095	17,0539	14,8472
0:58:00	51,5155	18,9083	52,2566	17,3094	14,8488
0:59:00	51,8358	18,959	52,6083	17,032	14,8472
1:00:00	52,1781	18,9677	53,044	17,4809	14,8472
Máximo	52,18	18,97	53,04	17,48	16,25
Mínimo	18,18	18,20	18,47	15,84	14,84
Promedio	38,79	18,42	40,54	16,49	15,13
Δ T (máx.)	33,21		35,56		

A 11. Valores del ensayo térmico de pared bloque 75% PET.

PARED BLOQUE 75% PET					
Time (s)	Temperatura pared 1 (°C)	Temperatura pared 2 (°C)	Temperatura ambiente 1 (°C)	Temperatura ambiente 2 (°C)	Temperatura exterior (°C)
0:00:00	15,3671	17,3995	16,4586	15,5786	17,9857
0:01:00	16,40	17,7223	17,5823	15,6133	17,962
0:02:00	18,18	17,7879	19,2911	15,6111	17,9352
0:03:00	19,55	17,776	20,8733	15,5948	17,9146
0:04:00	20,70	17,6392	22,3814	15,5847	17,9115
0:05:00	21,69	17,5399	23,7672	15,5808	17,8862
0:06:00	22,59	17,494	25,0585	15,5816	17,8862
0:07:00	23,44	17,4323	26,2487	15,5847	17,8672
0:08:00	24,29	17,4262	27,3423	15,5891	17,8609
0:09:00	25,07	17,435	28,3607	15,5922	17,8609
0:10:00	25,79	17,4048	29,3066	15,5966	17,8593
0:11:00	26,52	17,428	30,187	15,5975	17,8514
0:12:00	27,20	17,4415	31,0069	15,6054	17,8451
0:13:00	27,89	17,4652	31,7875	15,6106	17,8404
0:14:00	28,55	17,4669	32,5069	15,6137	17,8372
0:15:00	29,18	17,4748	33,2097	15,6163	17,8356
0:16:00	29,83	17,487	33,8766	15,6256	17,8356
0:17:00	30,42	17,508	34,4944	15,6282	17,8356
0:18:00	30,99	17,5115	35,0898	15,6353	17,834
0:19:00	31,56	17,5373	35,6658	15,6344	17,8356
0:20:00	32,16	17,5793	36,1923	15,6432	17,8404
0:21:00	32,71	17,6125	36,7233	15,648	17,8388
0:22:00	33,30	17,6703	37,2302	15,6502	17,8419
0:23:00	33,87	17,7083	37,7388	15,6537	17,8435
0:24:00	34,40	17,7175	38,2018	15,6585	17,8514
0:25:00	34,93	17,7695	38,6863	15,6651	17,853
0:26:00	35,49	17,8281	39,1357	15,6748	17,8546
0:27:00	36,02	17,8867	39,5774	15,6766	17,8593
0:28:00	36,55	17,9339	40,013	15,6862	17,8609
0:29:00	37,03	17,9968	40,433	15,6946	17,8609
0:30:00	37,52	18,0432	40,8299	15,6963	17,8609
0:31:00	38,03	18,1166	41,2406	15,7047	17,8609
0:32:00	38,50	18,1856	41,6513	15,7108	17,8609
0:33:00	38,98	18,2669	42,0306	15,7152	17,8641
0:34:00	39,45	18,3391	42,4066	15,7214	17,8704
0:35:00	39,93	18,4229	42,7841	15,7324	17,8799

0:36:00	40,44	18,4557	43,1614	15,7359	17,883
0:37:00	40,89	18,5238	43,5228	15,7451	17,8862
0:38:00	41,36	18,5767	43,9047	15,7526	17,8862
0:39:00	41,80	18,6344	44,2626	15,7635	17,8893
0:40:00	42,25	18,7017	44,6154	15,7736	17,8862
0:41:00	42,68	18,8174	44,9617	15,7785	17,8957
0:42:00	43,12	18,8445	45,3012	15,7886	17,9036
0:43:00	43,54	18,9105	45,6389	15,8013	17,9067
0:44:00	43,96	19,0119	45,9549	15,8088	17,9115
0:45:00	44,37	19,0424	46,2707	15,8215	17,9115
0:46:00	44,79	19,1259	46,6141	15,8277	17,9115
0:47:00	45,19	19,1844	46,9325	15,8409	17,9115
0:48:00	45,57	19,2897	47,2522	15,8523	17,9115
0:49:00	45,96	19,3531	47,5716	15,8663	17,9225
0:50:00	46,36	19,3946	47,8925	15,876	17,9336
0:51:00	46,77	19,475	48,1945	15,8909	17,9383
0:52:00	47,17	19,5698	48,4977	15,9023	17,9367
0:53:00	47,56	19,6568	48,8176	15,915	17,9367
0:54:00	47,93	19,7171	49,1407	15,9326	17,9383
0:55:00	48,33	19,9539	49,4309	15,9467	17,9494
0:56:00	48,71	19,8779	49,7241	15,962	17,962
0:57:00	49,09	20,0077	50,0325	15,9778	17,9636
0:58:00	49,47	19,9828	50,0371	15,9892	17,9604
0:59:00	49,85	20,1712	50,143	16,5064	17,9683
1:00:00	50,21	20,2626	50,1329	16,9257	17,9857
Máximo	50,21	20,26	50,14	16,93	17,99
Mínimo	15,37	17,40	16,46	15,58	17,83
Promedio	36,25	18,36	38,81	15,75	17,89
Δ T (máx.)	29,95		33,22		

A 12. Elaboración de los mampuestos.



Pesaje de materiales.



Mezcla de los materiales.



Vibro-compactación de bloques.



Lotes.



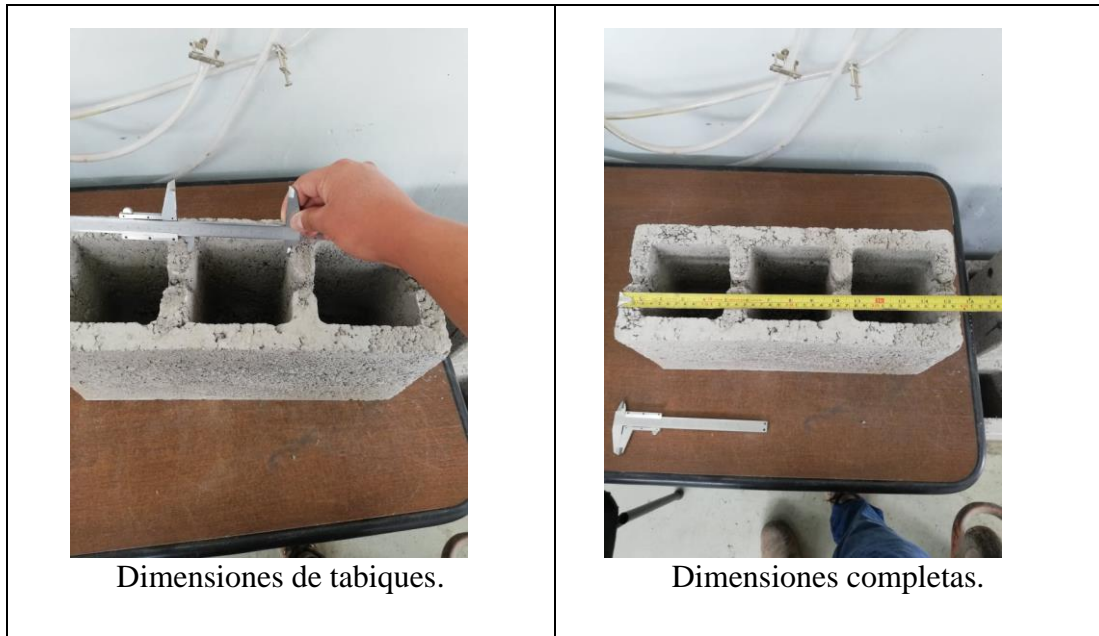
Transporte de los bloques.



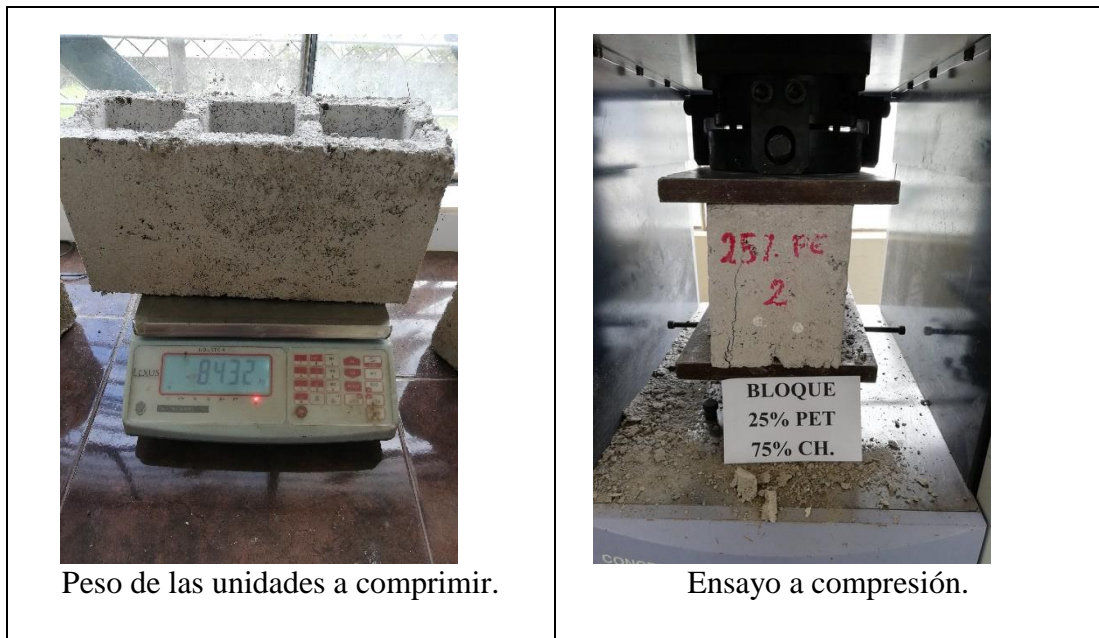
Curado de los bloques.

A 13. Ensayos a los mampuestos según la norma INEN 3066.

Características geométricas de los mampuestos.



Resistencia a la compresión de los mampuestos.



Ensayo de densidad, absorción y porcentaje de sólidos.



Peso del bloque sumergido.



Secado superficial por 1 minuto.



Peso del bloque estado SSS.



Secado de la muestra por 24 horas.

A 14. Elaboración de la cámara de ensayo térmico y acústico.



Elaboración del armazón.



Recubrimiento con espuma aislante.



Inventario de equipos.



Cámara de ensayo final.

A 15. Ensayo térmico y acústico.



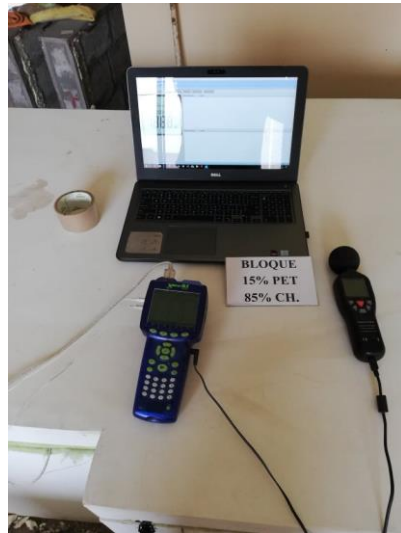
Bloques para elaboración de pared.



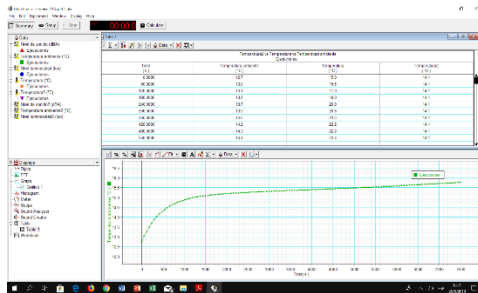
Colocación de pared en la cámara.



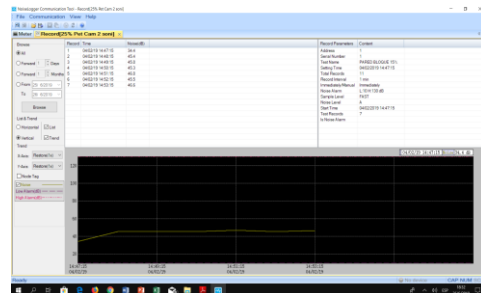
Colocación de los equipos y sensores.



Ensayo térmico y acústico.



Exportacion de datos térmicos.



Exportacion de datos acústicos.