UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL

TEMA:

"LA ADICIÓN DE ASERRÍN Y POLIESTIRENO 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: JORGE LUIS MORALES APRÁEZ

TUTOR: ING. JORGE GUEVARA ROBALINO

AMBATO-ECUADOR

2019

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, JORGE GUEVARA ROBALINO certifico que la presente investigación bajo la modalidad de trabajo experimental **"LA ADICIÓN DE ASERRÍN Y POLIESTIRENO 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"** realizado por el Señor, Jorge Luis Morales, Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, se desarrolló bajo mi supervisión y tutoría, siendo un trabajo elaborado de manera personal e inédito.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ambato, marzo del 2019

ING. JORGE GUEVARA ROBALINO

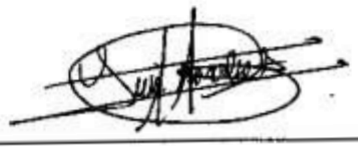
TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO

Yo JORGE LUIS MORALES APRÁEZ, con CI. 1804415089 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 ASERRÍN Y POLIESTIRENO 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, marzo del 2019



Jorge Luis Morales Apráez

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos profesores calificadores, una vez revisado, aprueban el informe de investigación, sobre el tema: **"LA ADICIÓN DE ASERRÍN Y POLIESTIRENO 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 Jorge Luis Morales, de la carrera de Ingeniería Civil, el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por el Centro de Estudios de Pregrado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman

Ing. Alex López

PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Diego Chérrez

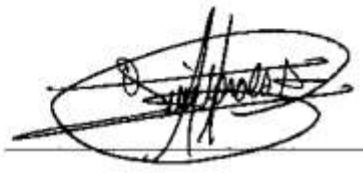
PROFESOR CALIFICADOR

DERECHOS DE AUTOR

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

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

Ambato, marzo del 2019



DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios por darme salud y vida durante toda mi etapa estudiantil y permitirme llegar a este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre Martha por estar pendiente de mí siempre y preocuparse de todo lo que me suceda.

A mi padre Luis por guiar mi camino e incentivarme no solo a mi formación profesional sino también a ser una mejor persona cada día.

A mi hermana Malu por preocuparse de mí siempre y darme su ejemplo todos los días.

AGRADECIMIENTO

Me van a faltar páginas para agradecer a las personas que se han involucrado en la realización de este trabajo, sin embargo merecen reconocimiento especial mi Madre y mi Padre que con su esfuerzo y dedicación me ayudaron a culminar mi carrera universitaria y me dieron el apoyo suficiente para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible.

De igual forma agradezco infinitamente a mi hermana por apoyarme y alentarme para llegar a ser un profesional.

Por ultimo agradezco a mi tutor por su apoyo y ayuda en el desarrollo de este trabajo, a los profesores que me impartieron sus conocimientos y también a mis compañeros y amigos que formaron parte de mi vida universitaria.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA ..... **I**

A. PAGINAS PRELIMINARES ..... **II**

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR ..... **II**

AUTORÍA DEL TRABAJO ..... **III**

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO ..... **IV**

DERECHOS DE AUTOR ..... **V**

DEDICATORIA ..... **VI**

AGRADECIMIENTO ..... **VII**

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS ..... **VIII**

ÍNDICE DE TABLAS ..... **XIV**

ÍNDICE DE GRÁFICOS ..... **XIV**

RESUMEN EJECUTIVO **16**

ABSTRACT **17**

B. CONTENIDOS **18**

CAPÍTULO I. – marco teórico **18**

1.1 ANTECEDENTES investigativos **18**

1.2 OBJETIVOS. **20**

1.2.1 Objetivo General: 20

1.2.2 Objetivos específicos.....20

CAPÍTULO II. – METODOLOGÍA. 22

2.1 INVESTIGACIÓN APLICADA.....22

2.2 INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL. 22

2.3 INVESTIGACIÓN DE DESCRIPTIVA. 22

2.4 POBLACIÓN Y MUESTRA. 23

2.4.1 Población. 23

2.4.2 Muestra. 23

2.4.3 Nivel de confiabilidad y estimación de datos.....23

2.5 Materiales y equipos.....25

2.5.1 Cemento 25

2.5.2 Chasqui.....26

2.5.3 Agua 27

2.5.4 Polvo.....27

2.5.5 Poliestireno.....28

2.5.6 Aserrín como agregado a bloques 28

Equipos utilizados 29

2.6 Métodos 40

2.6.1 método de obtención del poliestireno 42

2.6.1.1 Propiedades del poliestireno.....42

2.6.1.2 Aislamiento Térmico.....42

2.6.1.3 Comportamiento con el vapor de agua.....43

2.6.1.4 Estabilidad dimensional 43

2.6.1.5 Comportamiento del Poliestireno en bloques que son expuestos a factores atmosféricos.....43

2.6.1.6 Comportamiento del poliestireno ante el fuego. 43

2.6.2 procedimiento para la elaboración del bloque 44

2.6.2.1 Clasificación de bloques.....45

2.6.2.2 Resistencia a la compresión simple en bloques 45

2.6.2.3 Dosificación 46

2.6.2.4 Mezclado 47

2.6.2.5 Moldeado.....48

2.6.2.6 Fraguado.....49

2.6.2.7 Curado 49

2.6.2.8 Elaboración de paredes con los diferentes tipos de bloques 50

2.6.3. Ensayo Térmico; Norma NCh 849 y NCh 851. 51

2.6.4. Ensayo Acústico; Norma NCh 2786 y NCh 2864.....52

2.7 Plan de recolección de datos 53

2.7.1 Información 53

2.7.2 Materiales 53

2.8 Plan de procesamiento y análisis de la información.....54

2.9 Procedimiento para establecer el efecto en la variación de temperatura y acondicionamiento acústico de los bloques con aserrín y poliestireno. ..54

CAPÍTULO III. – RESULTADOS Y DISCUSIÓN 56

3.1 Análisis y discusión de los resultados 56

3.1.1. Granulometría del aserrín. 56

3.1.2. Granulometría del Polvo 58

3.1.3. Granulometría del Chasqui.....60

3.1.4. Ensayo de contenido de Humedad del agregado Grueso 61

3.1.5. Ensayo de contenido de Humedad del agregado Fino 62

3.1.6. Ensayo de contenido de Humedad del Aserrín 63

3.1.7. Ensayo de contenido de Densidad aparente compactada del aserrín y densidad aparente suelta del aserrín. 64

3.1.8. Ensayo de contenido de Densidad aparente compactada y densidad aparente suelta del agregado fino y grueso. 67

3.1.9. Ensayo de contenido de Densidad aparente compactada de la mezcla para la elaboración de los bloques. 69

3.1.10. Ensayo de contenido de Densidad real y capacidad de absorción del agregado grueso.....71

3.1.11. Ensayo de contenido de Densidad real y capacidad de absorción del polvo. 73

3.1.12. Ensayo de contenido de Densidad real y capacidad de absorción del cemento. 75

3.1.13. Ensayo de contenido de Densidad real y capacidad de absorción del aserrín. 76

3.1.14. Dosificación método de Densidad Óptima.....77

3.1.15. Método de dosificación con aserrín para la elaboración de bloques. 78

3.1.16. Ensayo de compresión de los bloques.....83

3.1.18. Ensayo térmico.....89

3.1.19. Ensayo Acústico.....111

3.2 HIPÓTESIS.....126

3.3 Verificación de hipótesis.....127

CAPÍTULO Iv. – conclusiones y recomendaciones.....128

4.1 CONCLUSIONES.....128

4.2 RECOMENDACIONES.....129

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....130

Anexo 1. Ensayo Térmico Bloque Artesanal.....134

Anexo 2. Ensayo Térmico Bloque Norma INEN 3066.....136

Anexo 3. Ensayo Térmico Bloque 15% de Aserrín.....138

Anexo 4. Ensayo Térmico Bloque 25% de Aserrín.....140

Anexo 5. Ensayo Térmico Bloque 50% de Aserrín.....142

Anexo 6. Ensayo Térmico Bloque 75% de Aserrín.....144

Anexo 7. Construcción Cámara de ensayo.....146

Anexo 8. Ensayo de temperatura pared de bloque 15 % de aserrín 147

Anexo 15. Ensayo de temperatura pared de bloque 25 % de aserrín 147

Anexo 9. Ensayo de temperatura pared de bloque 50 % de aserrín 148

Anexo 10. Ensayo de temperatura pared de bloque 75 % de aserrín 148

Anexo 11. Resultado Ensayo de compresión bloques de 15%, 25%, 50% y 75% de aserrín, bloque artesanal y bloque norma Inen 3066.....149

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No 1. Muestra Ensayo Acústico y Térmico 24

Tabla No 2. Muestra Ensayo de Compresión 24

Tabla No 3. Descripción de tipos de arenas. 27

Tabla No 4. Clasificación de bloques en función de la densidad..... 45

Tabla No 5. Resistencia a la compresión. 46

Tabla No 6. Análisis granulométrico del aserrín. 57

Tabla No 7. Análisis granulométrico del polvo 59

Tabla No 8. Análisis granulométrico del chasqui. 61

Tabla No 9. Contenido de humedad – Agregado Grueso. 62

Tabla No 10. Contenido de humedad – Agregado Fino..... 63

Tabla No 11. Contenido de humedad – Aserrín..... 64

Tabla No 12. Densidad aparente compactada del aserrín 66

Tabla No 13. Densidad aparente suelta del aserrín 67

Tabla No 14. Densidad aparente compactada del agregado fino y grueso 68

Tabla No 15. Densidad aparente suelta del agregado fino y grueso 69

Tabla No 16. Densidad aparente compactada de la mezcla 70

Tabla No 17. Densidad real y capacidad de absorción del agregado grueso. 72

Tabla No 18. Capacidad de absorción..... 73

Tabla No 19. Densidad real y capacidad de absorción del agregado grueso. 74

Tabla No 20. Densidad real y capacidad de absorción del agregado grueso. 74

Tabla No 21. Densidad real y capacidad de absorción del aserrín..... 75

Tabla No 22. Densidad real y capacidad de absorción del aserrín..... 76

Tabla No 23. Dosificación método de la Universidad Central. 77

Tabla No 24. Dosificación método de la Universidad Central. 78

Tabla No. 25. Dosificación original para 1 saco de cemento**¡Error! Marcador no definido.**

Tabla No. 26. Dosificación 15 % de aserrín 79

Tabla No. 27. Dosificación original para 25 % de aserrín 80

Tabla No. 28. Dosificación original para 50 % de aserrín 81

Tabla No. 29. Dosificación original para 75 % de aserrín 82

Tabla No 30. Ensayo de compresión – dosificación norma INEN 3066 84

Tabla No 31. Ensayo de compresión – dosificación 15 % de aserrín 84

Tabla No 32. Ensayo de compresión – dosificación 25 % de aserrín 85

Tabla No 33. Ensayo de compresión – dosificación 50 % de aserrín 85

Tabla No 34. Ensayo de compresión – dosificación 75 % de aserrín 86

Tabla No 35. Ensayo de compresión – dosificación bloques Artesanales 86

Tabla No 36. Ensayo acústico pared bloque comprado 111

Tabla No 37. Valores máximos y mínimos en dB de presión sonora bloque Artesanal ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla No 38. Ensayo acústico pared norma INEN 3066 113

Tabla No 39. Valores máximos y mínimos en dB de presión sonora bloque norma INEN 3066 113

Tabla No 40. Ensayo acústico 15 % de aserrín 114

Tabla No 41. Valores máximos y mínimos en dB de presión sonora bloque 15% aserrín 115

Tabla No 42. Ensayo acústico 25 % de aserrín 116

Tabla No 43. Valores máximos y mínimos en dB de presión sonora bloque 25% aserrín 116

Tabla No 44. Ensayo acústico 50 % de aserrín 117

Tabla No 45. Valores máximos y mínimos en dB de presión sonora bloque 50% aserrín 118

Tabla No 46. Ensayo acústico 75 % de aserrín 119

Tabla No 47. Valores máximos y mínimos en dB de presión sonora bloque 75% aserrín 119

Tabla No 48. Comparación de Valores máximos y mínimos en dB de presión sonora 122

Tabla No 49. Ensayo de temperatura, bloque artesanal 89

Tabla No 50. Coeficiente de Conductividad Térmica, bloque artesanal..... 91

Tabla No 51. Ensayo de temperatura, bloque norma INEN 3066 92

Tabla No 52. Coeficiente de Conductividad Térmica, bloque Norma INEN 3066 ... 94

Tabla No 53. Ensayo de temperatura, bloque 15 % de aserrín 94

Tabla No 54. Coeficiente de Conductividad Térmica, bloque 15% de Aserrín..... 97

Tabla No 55. Ensayo de temperatura, bloque 25 % de aserrín 98

Tabla No 56. Coeficiente de Conductividad Térmica, bloque 25% de Aserrín..... 99

Tabla No 57. Ensayo de temperatura, bloque 50 % de aserrín 100

Tabla No 58. Coeficiente de Conductividad Térmica, bloque 50% de Aserrín..... 102

Tabla No 59. Ensayo de temperatura, bloque 75% de aserrín 103

Tabla No 60. Coeficiente de Conductividad Térmica, bloque 75% de Aserrín..... 104

Tabla No 61. Coeficiente de Conductividad Térmica de Materiales 111

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico No 1. Curva granulométrica – Aserrín..... 58
Gráfico No 2. Curva granulométrica - Polvo..... 60
Gráfico No 3. Curva de porcentaje optimo vs densidad aparente..... 71
Gráfico No 4. Resultados de resistencia a la compresión..... 87
Gráfico No 5. Ensayo acústico pared de bloque Artesanal..... 112
Gráfico No 6. Ensayo acústico pared norma INEN 3066..... 113
Gráfico No 7. Ensayo acústico pared 15 % de aserrín..... 115
Gráfico No 8. Ensayo acústico pared 25 % de aserrín..... 116
Gráfico No 9. Ensayo acústico pared 50 % de aserrín..... 118
Gráfico No 10. Ensayo acústico pared 75 % de aserrín..... 119
Gráfico No 11. Comparación Ensayo acústico ambiente 1..... 120
Gráfico No 12. Comparación Ensayo acústico ambiente 2..... 121
Gráfico No 13. Nivel de Aislación de los Bloques..... 125
Gráfico No 14. Ensayo térmico caras pared bloque artesanal..... 90
Gráfico No 15. Ensayo térmico ambientes pared bloque artesanal..... 91
Gráfico No 16. Ensayo térmico caras pared bloque norma INEN 3066..... 93
Gráfico No 17. Ensayo térmico ambientes pared bloque norma INEN 3066..... 93
Gráfico No 18. Ensayo térmico caras pared bloque 15% de Aserrín..... 95
Gráfico No 19. Ensayo térmico ambientes pared bloque 15% de Aserrín..... 96
Gráfico No 20. Ensayo térmico caras pared bloque 25% de Aserrín..... 98
Gráfico No 21. Ensayo térmico ambientes pared bloque 25% de Aserrín..... 99
Gráfico No 22. Ensayo térmico caras pared bloque 50% de Aserrín..... 101
Gráfico No 23. Ensayo térmico ambientes pared bloque 50% de Aserrín..... 102
Gráfico No 24. Ensayo térmico caras pared bloque 75% de Aserrín..... 104

Gráfico No 25. Ensayo térmico ambientes pared bloque 75% de Aserrín..... 104

Gráfico No 27. Ensayo térmico en las cars de las paredes de bloque..... 105

Gráfico No 27. Ensayo térmico en los ambientes de la cámara de ensayo..... 108

Gráfico No 28. Coeficiente de conductividad térmica de las paredes de bloque..... 110

RESUMEN EJECUTIVO

TEMA: "LA ADICIÓN DE ASERRÍN Y POLIESTIRENO EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES ALIVIANADOS PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y SU EFECTO EN LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO EN EL CANTÓN AMBATO A PROVINCIA, DE TUNGURAHUA"

En el desarrollo de la presente investigación, en primera instancia se realizaron ensayos de los agregados para conformar el mampuesto de acuerdo a una dosificación inicial que nos permitió obtener buenos resultados a compresión de los mismos basándonos en la norma INEN 3066. El estudio abordado, optó por la sustitución del chasqui por 15 %, 25 % 50 % y 75 % de aserrín, de donde se obtuvo que los bloques artesanales poseen una resistencia aproximada de 10.96 kg/cm² y que bajo este parámetro los bloques de 15 y 25 % cumplen con los rangos establecidos como dosificación original a diferencia de los bloques artesanales, mientras que se descarta el que posee un 50 y 75 % de aserrín, debido a que su resistencia a la compresión es muy baja. Por otra parte, dentro de la presente y siguiendo la normativa Chilena NCH 849 y NCH 851, se realizó un ensayo térmico y acústico, obteniendo como resultado que el bloque con 75 % de aserrín posee mayor capacidad de aislación térmica a diferencia de los demás bloques ensayados, mientras que el bloque con 25 % de dosificación del agregado posee mayor capacidad de aislación acústica. Dentro del estudio abordado, se señalan de manera clara el proceso realizado tanto para la fabricación como para los ensayos de laboratorio, lo que generó resultados factibles, enmarcados dentro de los estatutos normativos para la construcción.

AUTOR: JORGE LUIS MORALES APRÁEZ

TUTOR: ING. JORGE GUEVARA ROBALINO

FECHA: Ambato, Junio del 2019

ABSTRACT

THEME: "THE ADDITION OF ASERRÍN AND POLIESTIRENO IN THE DEVELOPMENT OF ALLOYED BLOCKS FOR UNIFAMILIARY HOUSING AND ITS EFFECT ON THE VARIATION OF TEMPERATURE AND ACOUSTIC CONDITIONING IN AMBATO OF THE PROVINCE OF TUNGURAHUA"

In the development of the present investigation, in the first instance tests were performed on the aggregates to form the masonry according to an initial dosage that allowed us to obtain good results at compression based on the INEN 3066 norm. The study addressed, opted for the substitution of the chasqui by 15%, 25% 50% and 75% sawdust, from which it was obtained that the handcrafted blocks have an approximate resistance of 10.96 kg / cm² and that under this parameter the blocks of 15 and 25% comply with the ranges established as original dosage unlike the artisan blocks, while the one with 50 and 75% sawdust is discarded, due to its very low compressive strength. On the other hand, within the present and following the Chilean regulations NCH 849 and NCH 851, a thermal and acoustic test was carried out, obtaining as a result that the block with 75% sawdust has greater thermal insulation capacity unlike the other blocks tested, while the block with 25% dosing of the aggregate has greater acoustic insulation capacity. Within the study addressed, the process carried out for both manufacturing and laboratory tests is clearly indicated, which generated feasible results, framed within the normative statutes for construction.

AUTHOR: JORGE LUIS MORALES APRÁEZ

TUTOR: ING. JORGE GUEVARA ROBALINO

DATE: Ambato, Junio 2019

A. CONTENIDOS

CAPÍTULO I. – MARCO TEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Para el desarrollo de la presente investigación, se considera importante la revisión de diferentes artículos y trabajos de investigación, los cuales aportan diferentes conocimientos metodológicos y teóricos para establecer los lineamientos necesarios en el desarrollo del estudio, con el fin de generar y predecir el comportamiento de los bloques que contengan aserrín y poliestireno.

En base al estudio realizado en el año 2007 el centro experimental de la vivienda económica de Córdova relacionado con la aplicación de material plástico reciclado en elementos constructivos a base de cemento se demuestra que en los últimos 10 años se han fabricado elementos constructivos elaborados con plásticos reciclados [1]. Algunos de estos elementos son ladrillo (5,5 cm. x 26,2 cm. x 12,5 cm.), bloque (20 cm. x 20,5 cm. x 40 cm.) y placa de ladrillos (240 cm. x 28 cm. x 5,6 cm), que se utilizan como cerramiento lateral no estructural en viviendas económicas. Su elaboración es similar al de un concreto común, reemplazando los áridos pétreos por los plásticos triturados como: PET (polietileno-tereftalato), procedentes de envases descartables de bebidas (residuo post-consumo); PE (polietileno), BOPP (polipropileno biorientado) y PVC (cloruro de polivinilo) [1].

Se aplicó una metodología integrada de Investigación – Acción, en la cual los investigadores aportaron una alternativa a otras tecnologías de construcción tradicionales, que consumen recursos no renovables, o que producen impacto ambiental negativo. La tecnología descrita posee características ecológicas debido a que recicla residuos; además, su proceso de producción no contamina el medio ambiente. También es económica, pues utiliza como materia prima principal residuos, lo cual la hace apta para viviendas de interés social. La tecnología con plásticos reciclados presentada en su investigación es una alternativa posible, más ecológica, más económica, más liviana y de mejor aislación térmica que otras tradicionales; con una resistencia mecánica suficiente para su aplicación en la construcción de cerramientos no portantes [1].

Mediante la implementación de nuevos materiales y el desarrollo de los mismos se han buscado una serie de alternativas que satisfagan las necesidades aplicando características similares a la de los materiales convencionales, es por esto que se sigue la investigación realizada por Cabo en el año 2011, donde expone la importancia que tiene el ladrillo ecológico como material sostenible para la construcción. Siendo esta una investigación fundamental para el estudio de aditivos comerciales que se emplean en el cemento dando una combinación eficiente de la cal hidráulica, estableciendo un producto construido en cuatro fases experimentales según como se haya añadido un aditivo diferente a la muestra, teniendo como resultados que la cal hidráulica y las cenizas de cascara de arroz suponen un aditivo netamente sostenible con capacidad de desarrollar resistencia [2].

Por otra parte, se llevó a cabo el estudio que lleva por nombre “Caracterización de morteros de cemento con la incorporación de material plástico reciclado, donde expuso que la investigación tiene como principal objetivo caracterizar morteros de cemento con la incorporación de material plástico reciclado. Con el objeto de diseñar una mezcla para la fabricación de bloques huecos de concreto, que con la implementación de película de polietileno de baja densidad reciclada y molida; permita el aprovechamiento de este recurso no biodegradable y así contribuir con la recuperación del medio ambiente. Metodológicamente se enmarco como una investigación de tipo descriptiva y diseño de laboratorio. Para la misma se estableció una mezcla patrón denominada P0 con una relación de una parte de cemento para seis partes de arena (1:6), y cuatro mezclas experimentales donde disminuyendo consecutivamente una parte más de arena que en la mezcla anterior y suplantando el faltante por plástico, se tienen las mezclas llamadas P1 (1:5:1), P2 (1:4:2), P3 (1:3:3) y P4 (1:2:4) [2].

De las mezclas se fabricaron muestras cilíndricas y núcleos cúbicos; para la aplicación de ensayos de resistencia a la compresión y porcentaje de absorción de agua como principales parámetros exigidos por la norma para su caracterización, la cual establece unos requisitos a los 28 días de fabricados, más para la elaboración de la curva de resistencia a la compresión se fijaron edades intermedias de 7 y 14 días de elaboración. De esta forma tras procesar los datos mediante diagramas y tablas se pudo apreciar el comportamiento de cada dosificación planteada y después de su

comparación con la normativa se concluyó que la muestra P1 representa la dosificación óptima para la elaboración de bloques, debido a que cumple con todos los requisitos para la fabricación de cualquier tipo y clase de bloque en cualquiera de sus denominaciones ordinarias. Además, que las muestras P2 y P3 demostraron un buen comportamiento para la fabricación de bloques no portantes y no expuestos a la humedad [2].

Por otra parte se tiene la investigación denominada "Bases de diseño para la construcción sostenible con bloque alivianado de poliestireno", en donde se expone que para una mejor resistencia y calidad del bloque alivianado con dicho material, en donde fue necesario la realización de una serie de ensayos químicos que ayuden a determinar la reacción que puede generarse si se disminuye la resistencia, dejando como aporte el método utilizado para la construcción de cada pieza, mediante un proceso de rallado por medios manuales hasta obtener una serie de partículas pequeñas, en la dosificación del agua de manera mínima [3].

Finalizando con la revisión de los antecedentes, se analizó el estudio realizado en la maestría de ciencias de especialidad en ingeniería química en donde se expone la cantidad de desperdicio que genera el tratado que se le da a la madera mediante la aplicación de materiales provenientes de la naturaleza, de manera que se obtengan muestras más livianas de bloques de manera o aserrín, teniendo como principal aporte el análisis de las diferentes alternativas utilizadas para minimizar los desechos, mejorando la integración del trabajo en la elaboración de los boques de concreto para obtener muestras más livianas con la adición de aserrín.

1.2 OBJETIVOS.

1.2.1 Objetivo General:

Evaluar el uso de aserrín y poliestireno en la elaboración de bloques alivianado en viviendas unifamiliares y su variación de temperatura y acondicionamiento acústico.

1.2.2 Objetivos específicos.

- Analizar el uso de aserrín y poliestireno en la elaboración de bloques alivianados en 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 acondicionamiento acústico según la normativa.

CAPÍTULO II. – METODOLOGÍA.

Para darle respuesta a los objetivos de la presente investigación, es necesario describir el tipo y nivel de investigación, incluyendo la población y muestra necesaria para el estudio abordado, tal como se muestra a continuación:

2.1 INVESTIGACIÓN APLICADA.

La investigación aplicada se caracteriza por buscar la actuación, conocimiento, construcción y modificación de la realidad inmediata de manera que se dé una solución a la problemática o estudio que se plantea [1].

La presente investigación se denomina aplicada debido a que tiene como propósito principal el efecto de la variación de la temperatura y acondicionamiento acústico en base a la adición de aserrín y poliestireno como propiedad principal de los mismos, siendo estos materiales reciclables o alternativos para obtener resultados mediante diferentes ensayos para así establecer la factibilidad y la posibilidad de introducirlo en el mercado como elemento de construcción sustentable.

2.2 INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL.

Los métodos de investigación experimental se caracterizan por la verificación de la hipótesis mediante procedimientos intencionados por parte del investigador, de manera que se aseguren las manipulaciones de todas y cada una de las variables independientes comprobando el efecto y comportamiento de la variable dependiente [4].

Es necesario mencionar que la investigación se caracteriza por ser de tipo experimental debido a que se debe elaborar un grupo de bloques adicionando aserrín poliestireno como sustituto parcial del agregado grueso, así como también elaborar bloques tradicionales para comparar la resistencia, variación de la temperatura y el acondicionamiento acústico mediante diferentes métodos o estudios.

2.3 INVESTIGACIÓN DE DESCRIPTIVA.

La metodología de investigación descriptiva se caracteriza por indagar, seleccionar y determinar las características fundamentales del objeto de estudio para obtener resultados concretos y reales [1].

Debido a lo mencionado, la presente investigación se define como descriptiva,

debido a que describe e investiga los elementos y propiedades que conciernen a la elaboración de los bloques y el uso de materiales sustentables o alternativos, detallando la variación que se da con respecto a la temperatura y acústica.

2.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.

2.4.1 Población.

La población, se caracteriza como el conjunto de elementos que se encuentran sometidos a estudios que poseen características netamente observables y los cuales deban ser estadísticamente representativos. Para fines del presente estudio, la población abarca los bloques de aserrín y poliestireno, lo que comprende la necesidad de establecer una muestra representativa de manera que se pueda desarrollar un resultado extenso en base a los mismos.

2.4.2 Muestra.

Metodología de muestreo

Tamaño de la muestra

Para la selección del tamaño de la muestra, se tomara como referencia la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 3066, relacionada con bloques huecos de hormigón, muestreo, inspección y recepción, teniendo como número mínimo de población 1000 bloques, pero para fines de la presente se tomaran 80 muestras aleatorias, dividas según el material, concreto aserrín, es decir, combinación de ambos materiales, los cuales deben estar señalados o identificados tal cual como lo indica la norma mencionada, para luego determinar el comportamiento o variación que tiene con respecto a los parámetros mencionados anteriormente, de manera que se obtengan resultados mucho más confiables con porcentajes ajustados a la realidad.

2.4.3 Nivel de confiabilidad y estimación de datos

Para la sustitución parcial del agregado grueso a la mezcla que mediaran la elaboración de bloques, se hizo necesario analizar una serie de metodologías propuestas por diferentes autores, de manera que pueda establecerse un porcentaje coherente que den resultados eficaces en los ensayos de compresión de los estudios de materiales alternativos, siendo estos el aserrín y el poliestireno. Entre estas metodologías, se tienen los trabajos propuestos por los autores mencionados a continuación:

Garcés L. (2004) "*Hormigón de Aserrín*" [5]

Sánchez C. (2017) *"Comportamiento del aserrín sobre la resistencia a la compresión, absorción, densidad y asentamiento del concreto para bloques en la construcción"* [6]

Una vez que se tienen los autores, se puede aplicar en la presente investigación los porcentajes deseados los cuales se estiman brinden buenos resultados de resistencia a la compresión, variación térmica y acondicionamiento acústico los cuales serán desglosados de la siguiente manera:

Tabla No 1. Muestra Ensayo Acústico y Térmico

ENSAYO	CANTIDAD DE BLOQUES	% DE ASERRÍN	% DE CHASQUÍ
Acústico y Térmico	14	15 %	85 %
	14	25 %	75 %
	14	50 %	50 %
	14	75 %	25 %

Fuente: Jorge Morales

Tabla No 2. Muestra Ensayo de Compresión

ENSAYO	CANTIDAD DE BLOQUES	% DE ASERRÍN	% DE CHASQUÍ
Resistencia a la Compresión 28 días	6	15 %	85 %
	6	25 %	75 %
	6	50 %	50 %
	6	75 %	25 %

Fuente: Jorge Morales

Mediante la información mostrada, correspondiente a la Tabla 1 y 2 se puede notar que se utilizara una muestra de 56 bloques que serán utilizados en los ensayos acústicos y térmicos a realizarse en la cámara de ensayo.

La muestra de 24 bloques adicionales será utilizada para realizar el ensayo de compresión simple a los 28 días de edad de los mismos.

2.5 Materiales y equipos

En vista de las necesidades que existe en base a la presente investigación para mitigar el impacto ambiental que es causado por la contaminación con materiales no degradables, se toma como iniciativa fomentar el reciclaje en el campo de la producción industrial con respecto al aserrín y poliestireno, dando uso de los mencionados para la construcción de bloques de mampostería. Para llevar a cabo el proceso de producción de los bloques, es necesaria, la realización de un acopio de materiales, de manera que pueda conocerse cuales son los requeridos incluyendo su dosificación para la elaboración de estos.

Los bloques por normativa deben ser elaborados con cemento Portland, áridos finos y gruesos, bien sean, gravas, piedras partidas, arenas, granulados volcánicos entre otros, a su vez, puede ser agregada en su mezcla materiales inorgánicos inertes y adecuados [7]. Los materiales que deben utilizarse para la elaboración de estos son los siguientes:

2.5.1 Cemento

El cemento es un conglomerante hidráulico, es decir, un material inorgánico finamente molido que, amasado con agua forma una pasta que fragua y endurece por medio de reacciones y procesos de hidratación y que, una vez endurecido, conserva su resistencia y estabilidad incluso bajo el agua. De todos los conglomerantes hidráulicos, el cemento portland y sus derivados son los más empleados en la construcción debido a estar formados, básicamente, por mezclas de caliza, arcilla y yeso, que son minerales muy abundantes en la naturaleza, ser su precio relativamente bajo en comparación con otras soluciones alternativas y tener unas propiedades adecuadas para las metas que deben alcanzar [2].

Los cementos se emplean, fundamentalmente, para elaborar morteros y hormigones cuando se mezclan con áridos y agua, obteniéndose con ellos elementos constructivos. La pasta de conglomerante, una vez hidratada, constituye el nexo de unión, actuando como suministrador de resistencias mecánicas [2]. En forma de morteros se utilizan para:

- Solidarizar distintos elementos, como bloques, ladrillos o mampuestos, para formar los muros y tabiques.

- Servir de material de agarre de baldosas y azulejos.

- Revestir las diferentes fábricas constituyendo los enfoscados y revocos.

Figura No 1. Protección del cemento

Fuente: Aceros Arequipa [8].

2.5.2 Chasqui

El chasqui, es considerado como un grupo de elementos que procederán de la disgregación física o química, natural o artificial, es una roca volcánica de peso ligero que posee una superficie porosa y de color amarillento. En ecuador se la conoce con el nombre de Chasqui y para el presente proyecto se hizo la extracción del material de las minas ubicadas en las partes bajas del volcán Cotopaxi.

Cabe señalar que, para fines de la presente investigación, el chasqui será establecido de la siguiente manera:

Ávila, Córdova & Domínguez para el año 2014, exponen que la dosificación original para un saco de cemento con respecto al Chasqui se da en base a 396.18 kilogramos por metro cúbico (kg/m3) con una cantidad exacta de 90.75 kilogramos (kg) por cada saco de cemento [2].

2.5.3 Agua

Para la elaboración de los morteros o mezclas para la construcción de bloques alivianados de aserrín y poliestireno, deben emplearse la cantidad de agua justa para hidratar el aglomerante y darle al mortero la plasticidad acorde con el uso que se destine [2].

La dosificación tomada en consideración para la presente investigación se da con respecto a un saco de cemento, el cual se basa en 150.62 kilogramos por metro cúbico, con una totalidad de 34.50 litros (lts) por cada saco de cemento.

2.5.4 Polvo

Las arenas siempre procederán de la disgregación física o química, natural o artificial, de las rocas, sea cual sea su composición física, química o granulométrica, con la condición de que sean inertes. Tienen como misión reducir al máximo posible los cambios dimensionales (retracciones) el conjunto y abaratamiento del producto final. El tamaño de los granos tiene gran influencia para la fabricación de morteros y está íntimamente ligado con la calidad, capacidad, resistencia mecánica, entre otros. No es posible hacer un buen mortero sin una buena arena. Se consideran como agregados [9].

En la Tabla 3. Descripción de tipos de arena, se observan los tipos y su descomposición según su procedencia, según su composición mineralógica, según su yacimiento, según el tamaño de los granos, según su forma y según su granulometría.

Tabla No 3. Descripción de tipos de arenas.

Río	Yacimiento en los cursos de los ríos de cauce actual.
Playa	De granulometría mono granular y finas. Necesitan un lavado por las sales del agua del mar.
Mina	Proceden de depósitos sedimentarios de valles y cuencas antiguas. Composición según la roca madre. De granos angulosos o redondeados.

Miga	Son de mina, pero con un porcentaje de arcilla comprendido entre el 5 y 20%.
Duna	Son de granulometría mono granular y granos con las aristas desgastadas por la acción eólica.

Fuente: [2]

2.5.5 Poliestireno

Según diferentes autores el polímero termo plastique es obtenido de la polimerización de estireno clasificados en cuatro tipos principales, siendo estos el poliestireno cristal el cual tiene una contextura transparente, rígido y quebradizo, el poliestireno expandido, el cual es muy ligero, el poliestireno de alto impacto siendo este considerado como muy resistente y opaco, por último, se tiene el poliestireno extrusionado.

Cabe señalar que la primera producción que se dio en la industria de cualquiera de estas tipologías fue realizada por BASF, en Alemania, 1930 teniendo la aplicación e invento del poliestireno con una demanda de 13 millones de toneladas al año y actualmente es considerado como el cuarto plástico con más consumo detrás del polipropileno [2]. Para fines de la presente investigación, serán utilizados bloques de poliestireno expandido, los cuales serán cortados de forma rectangular e introducidos en los espacios vacíos del bloque, pudiendo este método servir para medir la resistencia de cada pieza a evaluar mediante los ensayos de laboratorio.

2.5.6 Aserrín como agregado a bloques

El aserrín es un material compuesto principalmente por celulosa y según la Norma de la American Society for testing and materials, este se contempla dentro de los agregados ligeros pasándose por una malla no mayor a 9.5 mm. La adición de aserrín en mezclas para elaborar bloques se considera como un método o alternativa sustentable, lo cual genera a su vez un menor costo y son mucho más resistentes que los materiales tradicionales tal como el ladrillo hueco o el hormigón [10].

Los bloques de aserrín se componen por módulos de concreto liviano, bajo características de densidad de 630 kg/m3 a los que se le unen residuos de madera y

aditivos previamente mineralizados. Cada uno de ellos, deben estar dotados de alta resistencia con respecto a la intemperie, resistencia a los hongos, roedores o en su defecto insectos, que no emitan compuestos orgánicos volátiles sin permitir la humedad ascendente, bajo pesos volumétricos y alta ductilidad. Así mismo, se admiten esta tipología de bloques que posean baja conductividad térmica, con excelente aislación acústica y fáciles perforar o clavar [10].

Equipos utilizados

Actualmente, para la fabricación de bloques alivianados de cualquier tipología de material, se utilizan grandes maquinarias, así como también se es utilizada maquinas manuales cuando se construyen en menor cantidad, teniendo un número menor en poblaciones rurales, donde la producción es muy baja. El equipamiento pala la elaboración de los bloques y el ensayo de compresión es el siguiente:

Para la elaboración de bloques se utiliza

- Barra compactadora: De acero, cilíndrica y lisa, de 16 mm de diámetro por 600 mm de longitud, aproximadamente, y punta semiesférica, de 8 mm de radio.
- Mazo de goma
- Peso de 600g ±200g.
- Palas
- Cubetas
- Llanas metálicas y de madera
- Guantes de goma
- Recipientes metálicos de mezclado

Para establecer la resistencia de los bloques por medio de ensayos de laboratorio se utilizaron:

- Balanza de precisión plataforma madera: La cual posee una potencia máxima de 100 kilogramos y es utilizada en los laboratorios de ensayos de materiales. Este tipo de equipo permite tomar las masas de los materiales y posee

características diferentes a muchos equipos, puesto que su plataforma es de madera de roble [11].

Figura No 2. Balanza de precisión plataforma madera

Fuente: Universidad Técnica de Ambato [11]

- Balanza de precisión mecánica: Este tipo de equipo se utiliza para realizar el resto de densidad máxima y densidad máxima seca de los materiales con una canastilla en el agua. La misma posee una potencia de 20 kilogramos, fabricada en México DF y su función secundaria se basa en la toma de pesos y masas áridos, posee características de color verde, con un platillo de acero inoxidable y pesas de 1, 2, 4 y 10 kilogramos, su precisión se da a 1 gramo y las barras se encuentran graduadas con lecturas en el centro, acompañada con una regla de medidas y un soporte para almacenar [11].

Figura No 3. Balanza de precisión mecánica

Fuente: Universidad Técnica de Ambato [11]

- Flexómetro: Este equipo es conocido como cinta métrica y existe de diferentes marcas, este, permite tomar medidas lineales de 1 a 5 metros [11].

Figura No 4. Flexómetro.

Fuente: Universidad Técnica de Ambato [11]

- Carretillas: Es un equipo utilizado para el transporte de materia prima, o desechos para llevar a cabo el ensayo de compresión. Las utilizadas en el laboratorio de mecánica de los materiales poseen color tomate o verde, sin ninguna marca en específico.

Figura No 5. Carretilla

Fuente: Universidad Técnica de Ambato [11]

- Tamiz: Este equipo se caracteriza por tener un uso específico, el cual se basa en pasar los diferentes tamaños de las partículas o agregados para realizar el

ensayo de granulometría, este viene dado en diferentes diámetros de acuerdo a la norma [11].

Figura No 6. Tamiz

Fuente: Universidad Técnica de Ambato [11]

- Palas cuadradas y redondas: Este equipo sirve para el desplazamiento de los materiales, se caracteriza por poseer un mango de metal, el cual es acompañado por un cabo de madera de roble [11].

Figura No 7. Palas cuadradas o redondas

Fuente: Universidad Técnica de Ambato [11]

- Recipiente metálico: Este se utiliza para la toma de muestras de los materiales pétreos utilizados para llevar a cabo el ensayo de densidad aparente suelta y

densidad compactada, el mismo posee características comunes, las cuales se dan en base a un equipo de tipo metálico y cilíndrico, con un diámetro de 30,7 centímetros aproximadamente y un alto de 30 centímetros [11].

Figura No 8. Recipiente metálico

Fuente: Universidad Técnica de Ambato [11]

- Artesas: Son utilizadas para la expansión del material a utilizar para los ensayos. Encima de estas se deja reposar el mismo hasta que pierda la humedad [11].

Figura No 9. Artesas

Fuente: Universidad Técnica de Ambato [11]

- Calibrador de 16cm de rango Vernierd: De marca Stainless Steel, el mismo sirve para medir las longitudes en milímetros y en fracciones de pulgadas de los bloques para de esta manera sacar el área del mismo [11].

Figura No 10. Calibrador de 16cm de rango Vernier

Fuente: Universidad Técnica de Ambato [11]

- Horno para laboratorio de suelos: Este equipo, sirve para secar las muestras de los ensayos realizados, su modelo es basado en "controls" y se utiliza durante todo el proceso de ensayo de resistencia [11].

Figura No 11. Horno para laboratorio de suelos

Fuente: Universidad Técnica de Ambato [11]

- Sistema de compresión y flexión de hormigón: Este equipo, sirve para determinar la compresión y flexión del hormigón a estudiar. El mismo posee un voltaje de +- 10% bajo un modelo de concreto 2000 [11].

Figura No 12. Sistema de compresión y flexión de hormigón

Fuente: Universidad Técnica de Ambato [11]

- Tamizadora: Este equipo se caracteriza por ser utilizado para realizar ensayo de granulometría de agregados, posee una potencia de 400 w aproximadamente y un voltaje de 110 y 220V, su modelo es el 15-D0407/BZ. Sus dimensiones se dan en 496 x 406 x 946 milímetros y posee un peso aproximado de 30 kilogramos [11].

Figura No 13. Tamizadora

Fuente: Universidad Técnica de Ambato [11]

- Cápsulas de contenido de humedad: Este equipo sirve para llevar a cabo el ensayo de humedad máxima seca y humedad máxima óptima, estas poseen un color gris y deben ser limpiadas y revisadas cada vez que son utilizadas [11].

Figura No 14. Cápsulas de contenido de humedad

Fuente: Universidad Técnica de Ambato [11]

- Cesta metálica para densidad relativa y absorción áridos gruesos: Estas cestas son utilizadas para el ensayo de densidad, poseen un diámetro de 20 centímetros y su altura sobre pasa los 20 cm. Vienen dadas en color café, acero o en su defecto con cordón. Su mantenimiento debe ser preventivo anualmente y su limpieza y revisión debe realizarse cada vez que se utiliza [11].

Figura No 15. Cesta metálica para densidad relativa y absorción áridos gruesos

Fuente: Universidad Técnica de Ambato [11]

- Calentador, bomba hidráulica: Conocido como cámara de curado y se utiliza para curar cada uno de los bloques antes de ser llevado a los ensayos de compresión y se utiliza bajo los lineamientos establecidos por la normativa [11].

Figura No 16. Calentador, bomba hidráulica:

Fuente: Universidad Técnica de Ambato [11]

- Matraz picnómetro, pipetas: Utilizado para ensayo de densidad real de agrados finos [11].

Figura No 17. Matraz picnómetro, pipetas

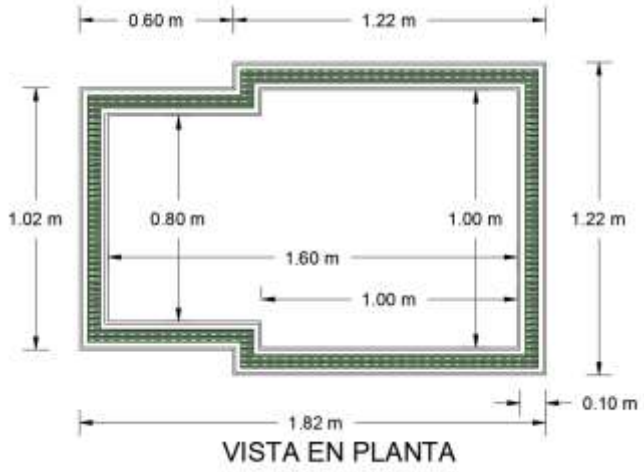
Fuente: Universidad Técnica de Ambato [11]

- Cámara de Ensayo: Este equipo fue construido de manera artesanal de acuerdo a la norma chilena NCH 851 y NCH 2864 con la finalidad de determinar

las propiedades acústicas y térmicas de las paredes de bloques con materiales aislantes.

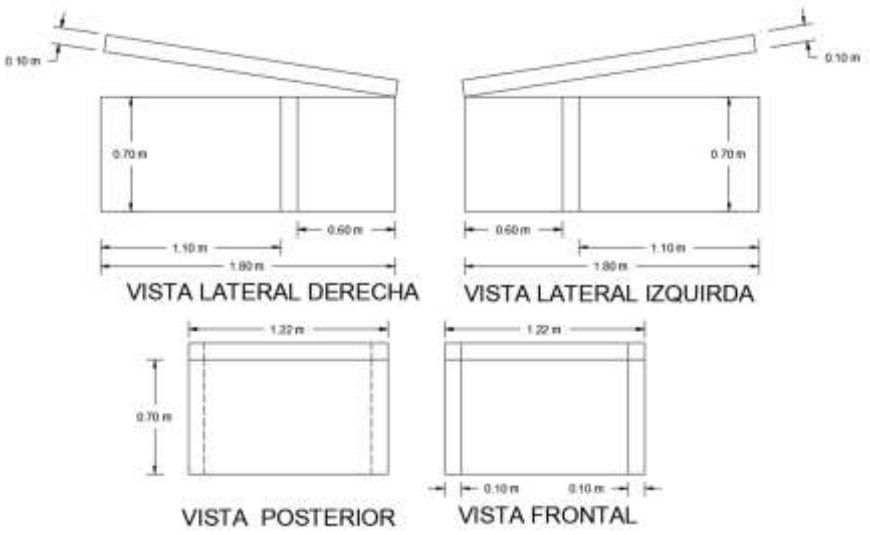
La Cámara de Ensayo está conformada por dos ambientes: emisor y receptor los mismos que se encuentran aislados con lana de fibra de vidrio y paneles de gypsum. Su base se encuentra conformada con un mortero 3:1 de chispa y cemento. [12]

Figura No 18. Cámara de ensayo.



Fuente: Jorge Morales

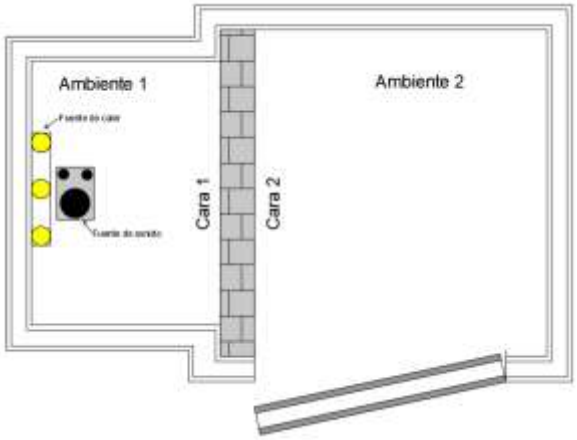
Figura No 199. Perspectivas Cámara de ensayo.



Fuente: Jorge Morales

En el interior de los paneles de gypsum se encuentra instalada una manguera corrugada de ½ ’’ para las instalaciones del difusor de sonido y el difusor de calor. [12]

Figura No 20. Ubicación de instalaciones de difusores.



Fuente: Jorge Morales

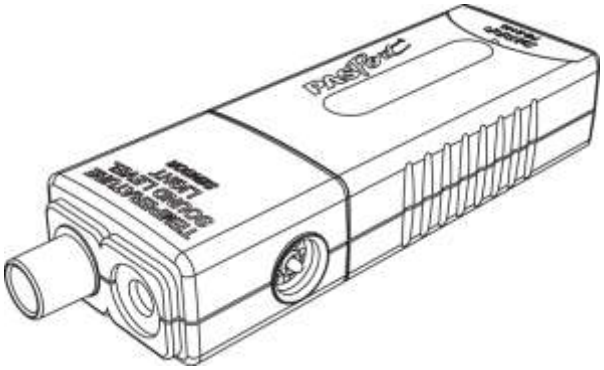
- Pasco ps 2000: Utilizado para realizar el ensayo termo acústico, de manera que pueda establecerse la resistencia del bloque y como actúa ante ondas sonoras y terminas [11].

Figura No 2120. Pasco 2000.

Fuente: Universidad Técnica de Ambato [11]

- Pasco PS 2140 sensor de temperatura, nivel de sonido y luz: Este equipo sirve para medir la diferencia de temperatura entre el suelo y el techo, determinar el nivel de luz en un día soleado o nublado y finalmente, comparar los niveles de sonido de los estudiantes susurrando, cantando en voz alta o aplaudiendo [11].

Figura No 21. Pasco PS 2140 sensor de temperatura, nivel de sonido y luz.



Fuente: Universidad Técnica de Ambato [11]

2.6 Métodos

En Ecuador, los volúmenes producidos de aserrín son relativamente difíciles de cuantificar, debido a que este, es considerado como un residuo que es almacenado y vendido, definiendo que sus volúmenes mensuales fluctúan de manera considerable, más que todo en los meses donde se produce el invierno. De igual modo, la obtención del aserrín, va a depender de diferentes factores, en donde resaltan el nivel

de la producción, tipos de aserradero y cierta tecnología utilizada en el proceso.

No obstante, a lo largo del tiempo se han desarrollado una serie de factores que están entre los 0.05 y 0.15 toneladas de residuos sólidos. Para fines de la presente investigación se tiene un material de desecho proveniente del aserradero “Paso lateral Huachi” con el propósito de realizar ensayos de compresión que indiquen la resistencia del bloque con el material adicionado. Es necesario mencionar que el aserrín seleccionado constituye a las siguientes características:

Aserrín fino de partículas pequeñas, iguales o inferiores a 2 milímetros.

Aserrín Grueso de partículas pequeñas, iguales o superiores a 2 milímetros e inferiores a 4.75 milímetros, lo cual corresponde una malla tamizadora correspondiente a la n°4

Figura No 223. Aserradero

Fuente: Jorge Morales

Figura 234. Obtención del Aserrín

Fuente: Jorge Morales

Una vez obtenido el aserrín se establece que la muestra más representativa del mismo constituye un grupo de aserrín fino, estableciendo que sus partículas con tan pequeñas que alcancen ser de 2 milímetros o inferiores a este. Teniendo la consistencia de la mezcla y la cantidad necesaria, para la realización de los ensayos, se procede a llevarla a unos hornos para su secado o en su defecto un secado al aire libre, cuidando que al material no afecte la humedad y se mantenga el contenido de la misma en un 50 %.

2.6.1 MÉTODO DE OBTENCIÓN DEL POLIESTIRENO

El poliestireno expandido (EPS) es considerado un derivado del petróleo, el cual es utilizado en distintas áreas bien sea en la construcción, decoración de interiores y revestimiento de exteriores. Las perlas de este tipo de material son enlazadas por medio de agentes expansivos, atrapando el aire y cohesionándolo de manera que se forme un elemento con propiedades físicas muy interesantes. Una de ellas es la capacidad que posee el mismo ante el aislamiento térmico y el bajo coeficiente de conductividad térmica, lo que genera un material acto para diferentes procesos [10].

2.6.1.1 Propiedades del poliestireno

El poliestireno expandido, posee una serie de propiedades que indican la capacidad de soporte y aislante que el mismo pueda poseer, entre estos se tiene:

2.6.1.2 Aislamiento Térmico

Los productos que poseen el poliestireno presentan buenas capacidades de

aislamiento térmico contra el frío y el calor y sus aplicaciones se encuentran directamente relacionadas con estas propiedades, su capacidad es definida por el coeficiente de conductividad térmica que el mismo posee y varía directamente con respecto a las propiedades mecánicas [10].

2.6.1.3 Comportamiento con el vapor de agua

El poliestireno no se considera como un material higroscópico y sus valores de absorción en muchas ocasiones son mínimos, estos se dan desde 1% a 3%, inclusive cuando se encuentra sumergido en su totalidad en el agua. Por otra parte, el vapor de agua este puede difundirse dentro de la estructura celular de los bloques de poliestireno, cuando son establecidas las gradientes de presión y temperatura [10].

2.6.1.4 Estabilidad dimensional

Las variaciones dimensionales afectan enormemente a este tipo de bloques, debido a la influencia térmica, cabe señalar que el coeficiente de expansión térmica permite medir las variaciones, tomando en consideración el factor de evaluación independiente de la densidad de este [10].

2.6.1.5 Comportamiento del Poliestireno en bloques que son expuestos a factores atmosféricos.

En referencia a este aspecto, la radiación ultravioleta es el único efecto atmosférico que afecta notablemente el material mencionado, debido a que el poliestireno tiende a tomar un color amarillento y se vuelve completamente frágil bajo acciones prolongas de la luz UV.

2.6.1.6 Comportamiento del poliestireno ante el fuego.

El poliestireno se encuentra constituido por diferentes de polímeros o copolímeros que están combinados con hidrocarburos de bajo punto de ebullición, los cuales intervienen como agente expansivo si este se expone a temperaturas mayores a los 100 °C el poliestireno expandido empezará a ablandarse o encogerse, y al exponer de manera prolongada llega a un punto de descomposición en forma gaseosa de color negro, en ausencia de fuego no se inflama hasta alcanzar temperaturas de 400-500ºC

[4].

Para el desarrollo del estudio abordado se necesita poliestireno reciclado que proviene de cualquier recicladora extendida en la ciudad, tomándose en consideración lo que se menciona a continuación:

- Se realiza una selección de láminas de poliestireno expandido.
- El poliestireno, debe ser cortado en forma rectangular, con un tamaño equivalente al del hueco del bloque y debe realizarse ese proceso en un lugar donde no haya corrientes de viento demasiado fuertes, debido a que de esta manera se evitara la pérdida del material.
- Luego de ser cortado, debe colocarse en forma de pila, uno encima del otro, en un sitio donde no prevalezca la humedad.

Figura No 25. Obtención del poliestireno

Fuente: Jorge Morales

2.6.2 PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DEL BLOQUE

2.6.2.1 Clasificación de bloques

- **Clasificación de acuerdo con su uso**

Los bloques o materiales de mampostería se clasifican según las necesidades y los requerimientos que se den en la obra de construcción y pueden ser colocados en las paredes que dividen cada uno de los espacios fundamentales de la vivienda, paredes externas y para losas nervadas, a su vez, se clasifica de la siguiente manera:

Tabla No 4. Clasificación de bloques en función de sus usos.

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

Fuente: Norma NTE INEN 3066 [7].

- **Clasificación de acuerdo con su densidad**

De acuerdo con su densidad, los bloques dependen del peso de los materiales y agregados utilizados, así como también el tiempo en que se emplea la compactación del mismo al momento de moldearlo a la forma tradicional o necesaria clasificándolos de la siguiente manera:

Tabla No 5. Clasificación de bloques en función de la densidad

TIPO	Densidad del hormigón (kg/m2)
Liviano	< 1680
Mediano	1680 a 2000
Normal	> 2000

Fuente: Norma NTE INEN 3066 [7].

2.6.2.2 Resistencia a la compresión simple en bloques

La resistencia a la compresión en bloques de diferentes materiales, depende de la

calidad de los agregados finos y agregados gruesos, esta varía dependiendo del grado de compactación logrado al momento en que se realiza el proceso de moldeo lo que asegura una unidad más compacta en su totalidad para resistir diferentes fuerzas o cargas. Para bloques de diferentes tipos y en base al número de los mismos, se tiene la siguiente resistencia a la compresión:

Tabla No 6. Resistencia a la compresión.

Número de bloques	**Resistencia neta mínima a la compresión simple (Kg/cm2)**		
	Clase A	Clase B	Clase C
Promedio de 3 unidades	140,76	40,8	17,34
1 unidad	126,48	35,7	14,78

Fuente: Norma NTE INEN 3066 [7].

2.6.2.3 Dosificación

Para la fabricación de bloques alivianados, es necesario establecer un proceso de dosificación de manera que se establezca la cantidad de materiales que va a poseer la mezcla en valores porcentuales. Cabe señalar, que, por medio de este proceso, se controlan las cantidades a emplear, este proceso para fines de la presente investigación, es realizado por medio de carretillas, para medir los agregados y baldes plásticos para recibir el agua.

La dosificación de los materiales para la elaboración de los bloques de aserrín y poliestireno es realizada en base a lo que se va a realizar, es decir, con respecto a las características del bloque y la cantidad que debe poseer el mismo en cuanto a áridos, tanto finos (polvo) como gruesos (chasqui), cemento y agua. Esta, fue realizada en proporciones conocidas en cuanto a grupos de materiales que varían en 15 %, 25 % 50 %, 75 %.

La mezcla que se va a obtener debe poseer una cantidad de agua razonable, con un alto contenido de agregado fino y la variación del aserrín en cuanto a la cantidad de agregado grueso. Es necesario resaltar que, el uso o combinación de los materiales mencionados pueden dar como resultado una mezcla, muy seca o muy homogénea,

por lo que se debe tener absoluto cuidado con la dosificación en cuanto al agua, puesto que se puede correr el riesgo de disgregamiento de cada uno de los elementos que son encontrados en la mezcla y puede perder de algún modo su trabajabilidad.

En el capítulo III, de la presente investigación, correspondiente a análisis de los resultados, se detallarán las dosificaciones de los materiales según el porcentaje de aserrín deseado.

2.6.2.4 Mezclado

Para la realización del mezclado se toma en consideración el proceso manual, aunque en muchas ocasiones no es muy recomendable porque produce un material no uniforme, es el que se utilizará, debido a que el tamaño de la muestra es muy pequeño y se necesita el ahorro del material, es decir, se busca que no sobre, ni se desperdicie.

Es necesario mencionar que este tipo de mezclado brinda en algunas ocasiones hasta un 50 % de resistencia, es decir, resistencias más bajas a comparación de las que son realizadas con mezclado mecánico [7]. Como se mencionó anteriormente, este proceso es utilizado solo cuando el volumen del hormigón es pequeño, recomendando que se utilice una dosificación de cemento grata para evitar inconvenientes y se procede de la siguiente forma a aplicar el método:

- Se selecciona un lugar adecuado para realizar la mezcla de cemento, se mide la arena previamente en función del corregimiento de su esponjamiento, en diferentes carretillas dosificadas según la cantidad expuestas en las tablas.
- Se ubica el cemento sobre el polvo y se debe aumentar en un 25 % de la mezcla a diferencia que el método mecánico, para así mejorar la consistencia y resistencia de la mezcla.
- Mezclar el cemento y el polvo de manera que pueda obtenerse una mezcla homogénea y con buena uniformidad, seguido, se extiende la mezcla en el lugar seleccionado. Repetir este proceso dos veces.
- Vaciar el chasis medido en la carretilla dosificadora, esto debe ser vaciado sobre la mezcla de polvo y cemento.
- Mezclar bien, el conjunto de materiales debe estar completamente uniforme.

- Mezclar nuevamente la mezcla hasta obtener un material completamente uniforme.
- No se debe dejar pasar como máximo un cuarto de hora entre preparación y colocación o en su defecto armado en el molde, tampoco se debe agregar el agua para ablandarla, puesto que esto dañaría por completo la mezcla.

2.6.2.5 Moldeado

Luego que se ha mezclado el concreto, este debe verterse en un molde para bloques, una vez que es vertido, se debe mover el molde agarrando el mismo desde la parte superior, puesto que el material suele dejar espacios vacíos o de aire, por tal motivo, se pide sea movido de manera que toda la mezcla se presione hacia abajo para formar el bloque como tal [7].

En caso de que el moldeo sea mecánico se debe verter en un transportador de cubos a una tolva elevada. Desde la tolva, el concreto debe moverse a otra tolva que se encuentra en la parte superior de la máquina de bloques. Dado que el material está en la máquina de bloques, el hormigón se presiona hacia abajo para formar los moldes.

Con la mezcla en el molde, la fase de compactación / vibración del concreto comienza a formar los bloques. Los bloques ya compactados son empujados hacia abajo y hacia afuera de los moldes hacia una plataforma plana de acero. Los bloques y las plataformas se mueven fuera de la máquina de bloques hacia un transportador de cadena.

Figura No 26. Proceso de moldeo de bloques

Fuente: Jorge Morales

2.6.2.6 Fraguado

Luego que los bloques han sido fabricados, estos, deben ser colocados en una cámara de fraguado, donde se dé la máxima seguridad con respecto a los factores climatológicos, bien sea, lluvia, viento y sol los cuales afectarían negativamente la estructura del bloque [7]. Generalmente en la ingeniería civil, este criterio no es cumplido debido a que a los bloques se les deja fraguando al aire libre.

2.6.2.7 Curado

El proceso de curado consiste en mantener el bloque totalmente húmedo, de manera que los efectos químicos del cemento se mantengan dentro de la estructura del mismo para obtener bloques con excelente calidad y resistencia requerida. Generalmente, en empresas dedicadas a la elaboración de los bloques, estos son llevados a un horno de curado o un horno de vapor a baja presión, dentro de este los bloques se mantienen entre 1 y 3 horas a temperatura ambiente, esto debido a que el material debe endurecerse ligeramente, posteriormente, se va introduciendo vapor gradualmente para así elevar la temperatura de 16 °C [7].

Figura No 27. Curado de Bloques.

Fuente: Jorge Morales

2.6.2.8 Elaboración de paredes con los diferentes tipos de bloques

Cada pared elaborada con los diferentes tipos de bloques consta de 9 unidades las mismas que serán colocadas en un molde metálico de 1.00m de largo, 0.70m de altura y 0.15m de ancho.

La colocación de los mampuestos serán con las caras de los Alivianamientos hacia abajo y trabados.

Figura No 28. Paredes de bloque

Fuente: Jorge Morales

2.6.3. Ensayo Térmico; Norma NCh 849 y NCh 851.

El ensayo térmico se realizará mediante transmisión de calor entre dos ambientes distintos de la cámara de ensayo, la misma que se realizara mediante un difusor compuesto por seis focos incandescentes de 100 w que se encuentran dispuestos en un panel aglomerado y alimentados por energía eléctrica de 110v.

Figura No 29. Difusor de Calor

Fuente: Jorge Morales

Los datos de este ensayo térmico se obtendrán mediante los sensores PS-2140 que se encontraran colocados en el centro de cada uno de los ambientes y sus extensiones que se colocaran en ambas caras de la pared dentro de la cámara de ensayo y una en el exterior de la misma. Los datos recolectados serán los siguientes:

- Temperatura Cara 1 en cámara 1
- Temperatura Cara 2 en cámara 2
- Temperatura Ambiente cámara 1 (emisor)
- Temperatura Ambiente cámara 2 (receptor)
- Temperatura Ambiente Exterior

El ensayo tiene un tiempo de duración de 60 minutos y se iniciará al momento en que este todo herméticamente cerrado y se encienda la fuente de calor. Las paredes de bloques se ensayarán de acuerdo a lo que establece la norma NCH 851 y NCH 849.

Figura No 30. Sensores en Cámara 1

Fuente: Jorge Morales

Figura No 31. Sensores en Cámara 2

Fuente: Jorge Morales

2.6.4. Ensayo Acústico; Norma NCh 2786 y NCh 2864.

El difusor de sonido, debe estar colocado en el interior de la cámara de ensayo la cual es diseñada con medidas propuestas. A su vez, los sensores de sonido PS-2140 deben ser colocados en el medio de las cámaras 1 y 2 para determinan la emisión y la recepción de sonido respectivamente. El rango de emisión producido por el difusor

esta entre el 70-80 dB. Para la realización del ensayo se utilizará el programa "Audacity" el mismo que nos permitirá difundir el ruido rosa en el rango de dB mencionado anteriormente. La duración de este ensayo es de 10 minutos.

Figura No 24. Cámara de ensayo termo acústico

Fuente: Jorge Morales

2.7 Plan de recolección de datos

2.7.1 Información

- Verificación detallada de la información recolectada para realizar los ensayos y procedimientos de manera eficaz
- Establecer documentos de ensayos y parámetros necesarios para establecer la resistencia de los bloques.

2.7.2 Materiales

- Obtención de materiales para la fabricación de las 80 muestras.
- Ensayos para determinar las propiedades de cada uno de los materiales o en su defecto obtención de información verificada con respecto a los materiales a utilizar.
- Dosificación de la mezcla para las muestras que serán ensayadas a compresión los 28 días
- Se procede a reemplazar el chasqui con el aserrín parcialmente en cantidades de 15 %, 25 %, 50 % y 75 % con los cuales se pretende tener buenos resultados

de resistencia a la compresión.

- Se realiza el grupo de muestreo y se ensayan, tomando en cuenta 28 días

2.8 Plan de procesamiento y análisis de la información

- Se apreciará la información teórica y se compararan los resultados de cada grupo de muestras.
- Registro de los datos y resultados obtenidos de cada ensayo.
- Se debe tabular y representar gráficamente los resultados comparados
- Interpretación de la correlación de las variables y lo que significa cada valor obtenido.
- Verificar la hipótesis
- Deducción de las conclusiones y recomendaciones

2.9 Procedimiento para establecer el efecto en la variación de temperatura y acondicionamiento acústico de los bloques con aserrín y poliestireno.

Para llevar a cabo el ensayo de aislación térmica se debe tomar en consideración lo que exponen las normativas que rigen esta tipología de estudios. Con el fin de darle respuesta a la investigación se plantea el uso de la Norma Chilena NCh. 851 of 1983, la cual se relaciona con la aislación térmica y la determinación de coeficientes de transmisión termina por medio de una cámara térmica y la norma chilena NCh 849 of 1987, la cual tiene como principal fin determinar la terminología que se decide usar en el proceso de estudio de las propiedades térmica. Primeramente, se debe construir una cámara a escala real, la cual debe estar aislada completamente [12]. La misma, será construida con una caja de madera y un revestimiento estructural con una especie de aislación entregada con la colocación de poliestireno expandido.

Dentro de esta cámara al momento de llevarse a cabo el ensayo, se debe instalar verticalmente el bloque, de igual modo se coloca una fuente de calor y se coloca el equipo de medición de calor que será utilizado. Por su parte, para realizar el ensayo de determinación de las propiedades acústicas se utiliza la norma chilena NCh. 2865 – 2004 y la NCH 2786, referente a la medición de aislación de sonido en

construcciones y/o elementos de construcción por medio de ensayos de laboratorio, la cual tiene como fin principal medir la aislación de elementos de construcción pequeños bajo condiciones diferentes [12].

Para la realización del ensayo mencionado se utiliza la cámara de ensayo que se encontrara en las cercanías de la universidad en un lugar particular.

CAPÍTULO III. – RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este capítulo comprende el análisis e interpretación de los resultados obtenidos en esta investigación, donde se planteó como objetivo general evaluar el uso de aserrín y poliestireno en la elaboración de bloques alivianados para viviendas de interés social. A continuación, se presenta en forma detallada toda la información desde el diseño de las mezclas, resultados de laboratorio, interpretación y análisis de las variables estadísticas estudiadas con la finalidad de dar respuesta al objetivo general planteado por los investigadores.

3.1 Análisis y discusión de los resultados

3.1.1. Granulometría del aserrín.

Se realizó un ensayo granulométrico a la muestra de aserrín seleccionada para la construcción de los bloques y de esta manera asegurar el cumplimiento de cada una de las normas referente a la degradación de los materiales finos y gruesos para mezclas de cemento. Para ello, se tomaron 300 gramos de aserrín y se siguieron los lineamientos expuestos en la normativa NTE INEN 696.

Figura No 33. Granulometría del aserrín

Fuente: Jorge Morales

Por medio del análisis granulométrico, se establece que la perdida de la muestra oscila en 0.27 %, para lo cual se tomó en consideración la propuesta de diferentes tamaños de tamices que indicaran el módulo de finura de la misma, así como también, para los resultados se tomó en consideración, el total del material retenido acumulado, el cual se expresa en gramos, el porcentaje de retenidos, el porcentaje que pasa y los limites expuestos por la normativa de la American Society for Testing

and Materials. Para lo que se obtuvieron los resultados que se muestran a continuación:

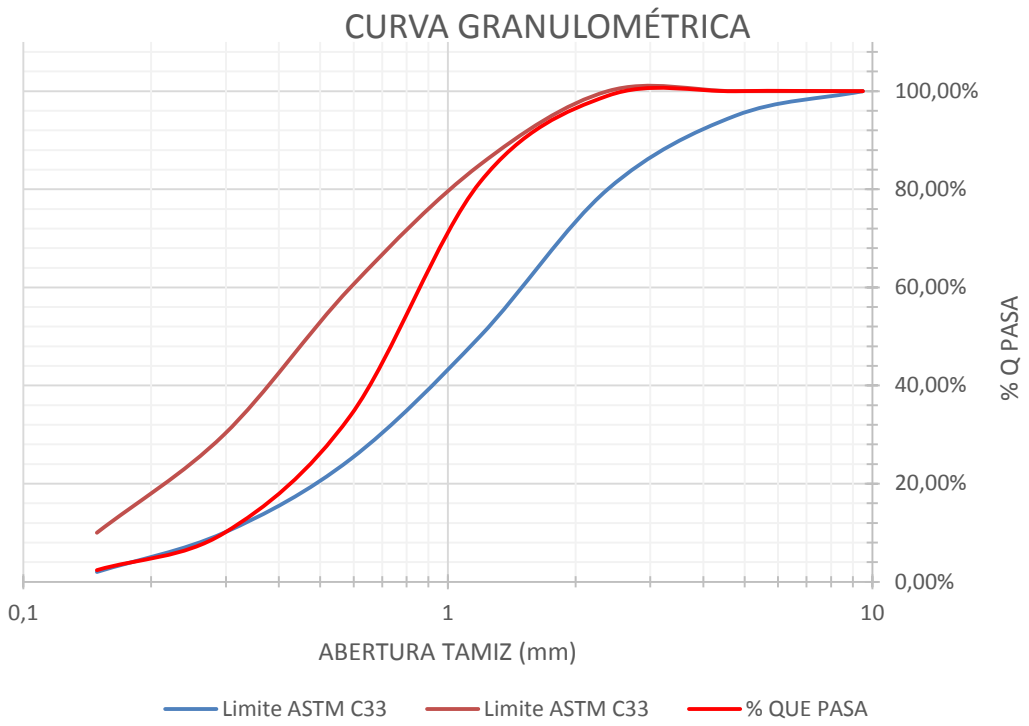
Tabla No 7. Análisis granulométrico del aserrín.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASERRÍN						
ORIGEN:		Aserradero Paso Lateral Huachi				
PESO MUESTRA (gr):		300		**PÉRDIDA DE MUESTRA (%):**		0.27
ENSAYADO POR:		Jorge Luis Morales		**FECHA:**		31/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	0.00	0	0.00%	100.00%	100
#4	4.76	0.00	0	0.00%	100.00%	95-100
#8	2.38	2.80	2.8	0.94%	99.06%	80-100
#16	1.19	52.80	55.6	18.58%	81.42%	50-85
#30	0.59	142.20	197.8	66.11%	33.89%	25-60
#50	0.297	71.70	269.5	90.07%	9.93%	10-30
#100	0.149	22.60	292.1	97.63%	2.37%	2-10
#200	0.075	5.50	297.6	99.47%	0.53%	-
Bandeja		1.60	299.2	100.00%	0.00%	-
MÓDULO DE FINURA				2.73%		

Fuente: Jorge Morales

Los presentes resultados denotan la granulometría de la muestra tomada correspondiente a 300 gramos. Dentro de este se puede observar que más del 90 % de la muestra pasa por el tamiz #16 y es el que divide u que se encuentra un módulo de finura correspondiente a 2.73%, lo quena fracción del aserrín gruesa, de la fina, lo que indica que las partículas son menores a 1.19 milímetros. Por otra parte, se puede observar que por el tamiz # 200 pasa 0.53 % de la muestra, lo que corresponde a tamaño mínimo e indica que las partículas son menores a 0.075 milímetros. Como resultado del estudio se tiene la siguiente gráfica:

Gráfico No 1. Curva granulométrica – Aserrín



Fuente: Jorge Morales

3.1.2. Granulometría del Polvo

En referencia al ensayo granulométrico realizado al polvo siguiendo los lineamientos de la normativa NTE INEN 696, se estudia una totalidad de 1000 gramos de muestra, la cual poseerá un coeficiente de pérdida de 0.57 % y de la cual se consideró, el valor de retenido acumulado en gramos, retenido parcial y el porcentaje que pasa, siendo este para la fracción granular gruesa un porcentaje total de 68.45 % valor que pasa por el tamiz # 8, el cual cumple con la función de separar su tamaño con el de la fracción granular fina, reteniendo por su parte un total de 20.72 % de la muestra general en el tamiz # 200, lo que indica que las partículas de la estudiada son menores a 0.075 milímetros, estableciendo que el tipo de polvo tamizado posee características provenientes de suelos que corresponden a limos,

arcillas y coloides, teniendo como resultado final 2.54 % de módulo de finura.

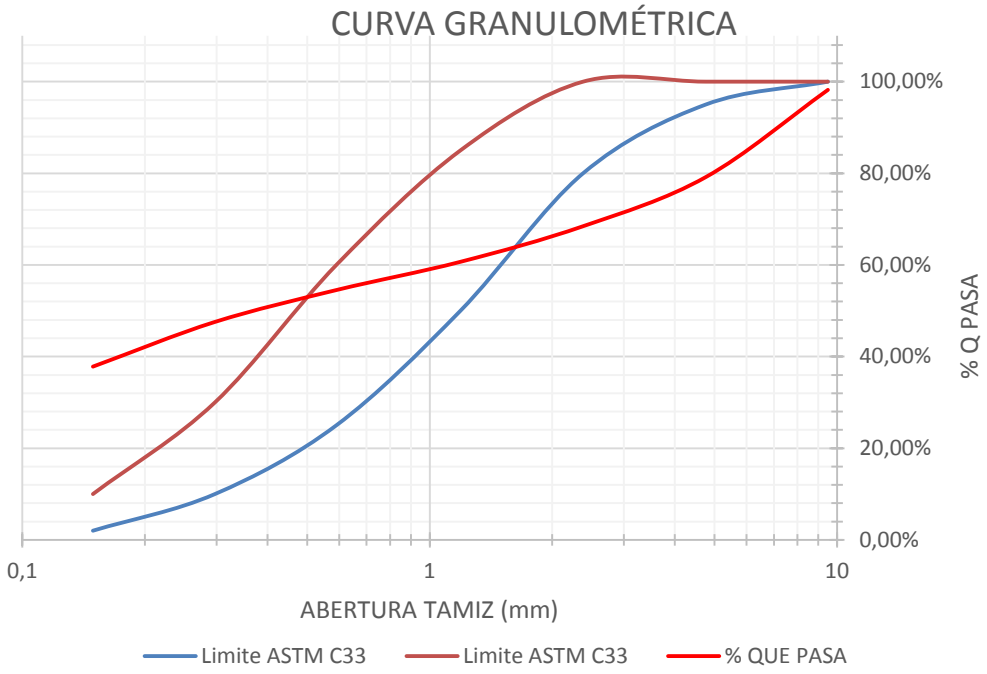
Tabla No 8. Análisis granulométrico del polvo

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO						
ORIGEN:		Área de la Pequeña Minería “Profuturo" Código: 201004				
PESO MUESTRA (gr):		1000		**PÉRDIDA DE MUESTRA (%):**		0.57
ENSAYADO POR:		Jorge Luis Morales		**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%		

Fuente: Jorge Morales

Del ensayo granulométrico del polvo, se puede definir que la muestra se encuentra en una tipología fina en su mayoría puesto que el porcentaje de retenido acumulado en el tamiz #200 es el mayor que se encuentra a diferencia de los demás tamices seleccionados para el método del tamizado, para lo cual se obtuvo la gráfica mostrada a continuación:

Gráfico No 2. Curva granulométrica - Polvo



Fuente: Jorge Morales

3.1.3. Granulometría del Chasqui

En referencia al ensayo granulométrico del Chasqui y siguiendo los lineamientos de la normativa NTE INEN 696, se estudia una totalidad de 5000 gramos de muestra, la cual poseerá un coeficiente de pérdida de 0.39 % y de la cual se consideró, el valor de retenido acumulado en gramos, retenido parcial y el porcentaje que pasa, siendo este para la fracción granular gruesa un porcentaje total de 0.00 % hasta el tamiz # 1, el cual cumple con la función de separar su tamaño con el de la fracción granular gruesa del chasqui de la fina. De igual modo, se retuvo en el tamiz # 4 un total de 21. 21 %, correspondiente a 1056.4 gramos, de lo cual pasa un total de 78.79 % hasta la bandeja, lo que indica que las partículas de la muestra son menores a 4.75 milímetros, concluyendo que se tiene un tamaño nominal máximo de 3/8 de pulgada, valores que son mostrados a continuación en el siguiente gráfico.

Tabla No 9. Análisis granulométrico del chasqui.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO						
ORIGEN:		Área Minera "Niño de Isinche"				
PESO MUESTRA (gr):		5000		**PÉRDIDA DE MUESTRA (%):**		0.39
ENSAYADO POR:		Jorge Luis Morales		**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 %	-
3/4"	19.05	23.4	23.4	0.47%	99.53%	35 - 70
1/2"	12.7	63.3	86.7	1.74%	98.26%	-
3/8"	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"		

Fuente: Jorge Morales

3.1.4. Ensayo de contenido de Humedad del agregado Grueso

Para obtener los valores reales de la densidad, primeramente, se debe realizar un ensayo de humedad, el cual indicará el contenido real de agua que poseen los materiales ensayados. Para fines de la presente investigación, se optó por seguir los lineamientos establecidos en la norma NTE INEN 862, considerando cada una de las designaciones de los datos proporcionados en gramos como unidad de manejo de muestra, para lo cual se obtuvieron los siguientes resultados:

En referencia a los agregados gruesos se obtuvo un peso de 75.30 gramos, de los

cuales 25.30 gramos corresponden al peso original del recipiente y 50.00 gramos, provienen del peso total de la muestra húmeda. Una vez seleccionada la muestra, se obtuvo un resultado final de 28.25 % de contenido de humedad promedio.

Tabla No 10. Contenido de humedad – Agregado Grueso.

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO				
ORIGEN:	Área Minera "Niño de Isinche"			
ENSAYADO POR:	Jorge Luis Morales	**FECHA:**	06/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 húmedo	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: Jorge Morales

3.1.5. Ensayo de contenido de Humedad del agregado Fino

En relación a las implicaciones también se realizó un ensayo de contenido de humedad a la fracción fina o agregado fino, en donde se utilizaron un total de 59.1 gramos de muestra y un recipiente que posee un peso de 30.30 gramos. Para este ensayo, fueron seleccionadas tres muestras, las cuales se dividen en muestra 1 para el peso del recipiente, muestra 2 para el peso del recipiente más el agregado fino húmedo y muestra 3 para el peso del recipiente más el agregado fino en estado seco, de lo cual se obtuvo una combinación de todo para encontrar el valor original del contenido de humedad, el cual corresponde a 14.74 como valor promedio de las

muestras estudiadas, tal como se muestra a continuación.

Tabla No 11. Contenido de humedad – Agregado Fino

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO				
ORIGEN:	Área de la Pequeña Minería “Profuturo" Código: 201004			
ENSAYADO POR:	Jorge Luis Morales	**FECHA:**	06/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 + Agregó. F húmedo	gr	89.40	89.90
M3	Masa del recipiente + Agregó. F seco	gr	81.70	82.40
M4=M2-M3	Masa del agua	gr	7.70	7.50
M5=M3-M1	Masa Agreg. F 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: Jorge Morales

3.1.6. Ensayo de contenido de Humedad del Aserrín

Finalmente, se debe realizar el ensayo de contenido de humedad a la muestra seleccionada de aserrín para la construcción del elemento o bloque. Para la realización del mismo se obtuvo un peso total de recipiente de 25.60 gramos, el cual al ser combinado con el peso del aserrín húmedo de obtienen 32.40 gramos y para su estado seco, se tiene un total de 31.40 gramos. Una vez pesado los materiales y realizado el proceso correspondiente, se tiene un contenido de humedad total en la muestra de aserrín de 17.24 %, teniendo como resultado final promedio para ambos estados (seco, húmedo) 16.71 % de contenido de humedad. Resultados que se muestran a continuación:

Tabla No 12. Contenido de humedad – Aserrín

CONTENIDO DE HUMEDAD ASERRÍN				
ORIGEN:	Aserradero Paso Lateral Huachi			
ENSAYADO POR:	Jorge Luis Morales	**FECHA:**	07/ene/2019	
NORMA:	NTE INEN 862			
CÁLCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD				
Datos	**Designación**	**Unidad**	**Valor**	
M1	Masa del recipiente	gr	25.60	25.20
M2	Masa del recipiente + Aserrín húmedo	gr	32.40	33.10
M3	Masa del recipiente + Aserrín seco	gr	31.40	32.00
M4=M2-M3	Masa del agua	gr	1.00	1.10
M5=M3-M1	Masa Aserrín seco	gr	5.80	6.80
C Hum=M4/M5	Contenido de humedad	%	17.24	16.18
C Hum Promedio	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	16.71	

Fuente: Jorge Morales

Figura No 34. Contenido de humedad

Fuente: Jorge Morales

3.1.7. Ensayo de contenido de Densidad aparente compactada del aserrín y densidad aparente suelta del aserrín.

Una vez obtenido los valores del contenido de humedad, se procedió a realizar el ensayo correspondiente a las densidades de cada uno de los materiales, los cuales se realizaron detalladamente en el laboratorio de materiales de la universidad técnica de

Ambato, tomando en consideración el material utilizado y tamizado anteriormente. Para el ensayo de densidad aparente compactada se tomó en consideración lo que expone la normativa NTE INEN 858, para lo cual debe utilizarse un recipiente con volúmenes dados en decímetros cúbicos. En el proceso de ensayo, el peso del recipiente fue de 9.98 kilogramos y su volumen corresponde a 20.44 decímetros cúbicos, en donde fueron vaciados 10.22 kilogramos de agregado, tal como se muestra a continuación:

Figura No 35. Ensayo de densidad aparente compactada

Fuente: Jorge Morales

Para la determinación de la densidad compactada, se llenó el recipiente hasta un tercio de la altura del mismo, este se compacto cada tres capas, considerando 25 golpes a cada capa con una varilla, lo que proporcionara una muestra totalmente compactada.

Tabla No 13. Densidad aparente compactada del aserrín

DENSIDAD APARENTE COMPACTADA DEL ASERRÍN				
ORIGEN:	Aserradero Paso Lateral Huachi			
MASA RECIPIENTE (Kg):	9.98			
ENSAYADO POR:	Jorge Luis Morales		**FECHA:**	31/ene/2019
VOLUMEN RECIPIENTE (dm^3):	20.44			
NORMA:	NTE INEN 858:2010			
Agregado	**Agregado + Recipiente (kg)**	**Agregado (kg)**	**Peso Unitario (kg/dm^3)**	**Peso Unitario Promedio (kg/dm^3)**
ASERRÍN	20.20	10.22	0.50	0.51
	20.50	10.52	0.51	

Fuente: Jorge Morales

Para la determinación de la densidad aparente suelta, se debe llenar el recipiente con las muestras, enrazar el nivel de la misma con el borde del recipiente y se debe pesar. Cabe señalar que se tomó en consideración el mismo recipiente, por lo que se establece, que este posee el mismo peso y volumen, a diferencia de este, se toma en cuenta una totalidad de 8.32 de agregado, tal como se muestra a continuación:

Figura No 36. Ensayo de densidad aparente suelta,

Fuente: Jorge Morales

Tabla No 14. Densidad aparente suelta del aserrín

DENSIDAD APARENTE SUELTA DEL ASERRÍN				
ORIGEN:	Aserradero Paso Lateral Huachi			
MASA RECIPIENTE (Kg):	9.98			
ENSAYADO POR:	Jorge Luis Morales		**FECHA:**	31/ene/2019
VOLUMEN RECIPIENTE (dm^3):	20.44			
NORMA:	NTE INEN 858:2010			
Agregado	**Agregado + Recipiente (kg)**	**Agregado (kg)**	**Peso Unitario (kg/dm^3)**	**Peso Unitario Promedio (kg/dm^3)**
ASERRÍN	18.30	8.32	0.41	0.42
	18.70	8.72	0.43	

Fuente: Jorge Morales

Analizando los resultados obtenidos, se puede observar un valor de 0.51 (kg/dm3) de densidad aparente compactada del aserrín y un valor de 0.42 (kg/dm3) de densidad aparente suelta del aserrín, datos que se consideran importantes para indicar la resistencia de los materiales en el ensayo de compactación.

3.1.8. Ensayo de contenido de Densidad aparente compactada y densidad aparente suelta del agregado fino y grueso.

Para el ensayo de densidad aparente compactada del agregado fino y grueso, se tomó en consideración lo que expone la normativa 858:2010, para lo cual debe utilizarse un recipiente con volúmenes dados en decímetros cúbicos. En el proceso de ensayo, el peso del recipiente brindo un valor total de 9.8 kilogramos y su volumen corresponde a 20.56 decímetros cúbicos, en donde fueron vaciados 15.30 kilogramos de agregado grueso y 18.0 kilogramos de agregado fino, tal como se muestra a continuación:

Tabla No 15. Densidad aparente compactada del agregado fino y grueso

DENSIDAD APARENTE COMPACTADA DEL AGREGADO FINO Y GRUESO				
ORIGEN AGREGADO GRUESO:	Área Minera "Niño de Isinche"			
ORIGEN AGREGADO FINO:	Área de la Pequeña Minería “Profuturo" Código: 201004			
MASA RECIPIENTE (Kg):	9.8			
ENSAYADO POR:	Jorge Luis Morales		**FECHA:**	29/ene/2019
VOLUMEN RECIPIENTE (dm^3):	20.56			
NORMA:	NTE INEN 858:2010			
Agregado	**Agregado + Recipiente (kg)**	**Agregado (kg)**	**Peso Unitario (kg/dm^3)**	**Peso Unitario Promedio (kg/dm^3)**
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: Jorge Morales

Para la densidad aparente suelta del agregado fino y grueso, se tomó en consideración el mismo recipiente, por lo que se establece, que este posee el mismo peso y volumen, a diferencia de este, se toma en cuenta una totalidad de 12.20 kg grueso y 16.70 kg de agregado fino, tal como se muestra a continuación:

Tabla No 16. Densidad aparente suelta del agregado fino y grueso

DENSIDAD APARENTE SUELTA DEL AGREGADO FINO Y GRUESO				
ORIGEN AGREGADO GRUESO:	Área Minera "Niño de Isinche"			
ORIGEN AGREGADO FINO:	Área de la Pequeña Minería “Profuturo" Código: 201004			
MASA RECIPIENTE (Kg):	9.8			
ENSAYADO POR:	Jorge Luis Morales		**FECHA**	29/01/2019
VOLUMEN RECIPIENTE (dm^3):	20.56			
NORMA:	NTE INEN 858:2010			
Agregado	**Agregado + Recipiente (kg)**	**Agregado (kg)**	**Peso Unitario (kg/dm^3)**	**Peso Unitario Promedio (kg/dm^3)**
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: Jorge Morales

3.1.9. Ensayo de contenido de Densidad aparente compactada de la mezcla para la elaboración de los bloques.

Una vez establecido los valores de densidades de cada uno de los materiales, se establece la densidad compactada de la mezcla, en donde se tomó en consideración el peso del recipiente correspondiente a 9.8 kg y un volumen general de 20.56 decímetros cúbicos, los cuales se dan en base los lineamientos expuestos en la norma NTE INEN 858.

Los resultados del ensayo mencionado, se muestran a continuación:

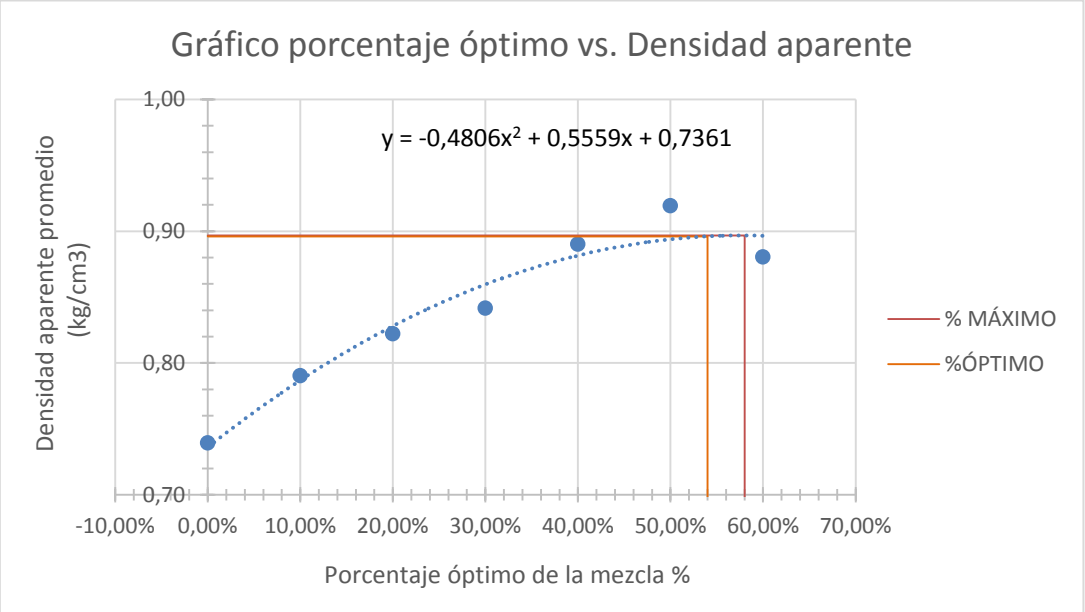
Tabla No 17. Densidad aparente compactada de la mezcla

DENSIDAD APARENTE COMPACTADA DE LA MEZCLA							
ORIGEN AGREGADO GRUESO:	Área Minera "Niño de Isinche"						
ORIGEN AGREGADO FINO:	Área de la Pequeña Minería "Profuturo" Código: 201004						
MASA RECIPIENTE (Kg):	9.8						
ENSAYADO POR:	Jorge Luis Morales		**FECHA:**	29/ene/2019			
VOLUMEN RECIPIENTE (dm^3):	20.56						
NORMA:	NTE INEN 858:2010						
% Mezcla		**Cantidad (kg)**		**Fino añadido (kg)**	**Agregado + Recipiente (kg)**	**Agregado (kg)**	**Peso unitario mezcla (kg/dm^3)**	**Peso unitario promedio**
G	**F**	**G**	**F**	**F**	**AGREGADO FINO + GRUESO**			
100%	0%	40.00	0.00	0.00	25.10	15.30	0.74	0.74
					24.90	15.10	0.73	
90%	10%	40.00	4.44	4.44	26.10	16.30	0.79	0.79
					26.00	16.20	0.79	
80%	20%	40.00	10.00	5.56	26.80	17.00	0.83	0.82
					26.60	16.80	0.82	
70%	30%	40.00	17.14	7.14	27.20	17.40	0.85	0.84
					27.00	17.20	0.84	
60%	40%	40.00	26.67	9.53	28.20	18.40	0.89	0.89
					28.00	18.20	0.89	
50%	50%	40.00	40.00	13.33	28.80	19.00	0.92	0.92
					28.60	18.80	0.91	
40%	60%	40.00	60.00	20.00	28.00	18.20	0.89	0.88
					27.80	18.00	0.88	

Fuente: Jorge Morales

Luego de haber realizado el ensayo correspondiente a la densidad de la mezcla se obtuvo la siguiente gráfica:

Gráfico No 3. Curva de porcentaje optimo vs densidad aparente



Fuente: Jorge Morales

Analizando los datos obtenidos en el gráfico 3, se puede observar que el porcentaje máximo de agregado fino se da en un 58 %, mientras que el porcentaje máximo de agregado grueso posee un valor total de 42 %.

3.1.10. Ensayo de contenido de Densidad real y capacidad de absorción del agregado grueso.

Para llevar a cabo el presente ensayo, se siguieron los lineamientos expuestos por la normativa NTE INEN 857, en donde se expresa las diferentes designaciones de material y equipo a utilizar, expresados en gramos y centímetros cúbicos, así como también la capacidad de absorción promedio expresado en porcentaje. Para el cálculo de la densidad real, se seleccionan 4 muestras, las cuales se dan en base al peso de la canasta en el aire, en el agua y el peso de las mismas con la muestra en aire y ahora, para así obtener un resultado coherente con respecto a las normativas.

La densidad real es determinada cuando la muestra se encuentra en estado saturado (húmeda) con superficie seca, utilizando el método del picnómetro de donde se obtienen los siguientes resultados:

Tabla No 18. Densidad real y capacidad de absorción del agregado grueso.

DENSIDAD REAL Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO			
ORIGEN:	Área Minera "Niño de Isinche"		
ENSAYADO POR:	Jorge Luis Morales	**FECHA:**	31/Ene/2019
NORMA:	NTE INEN 857		
CÁLCULO DE LA DENSIDAD REAL			
Datos	**Designación**	**Unidad**	**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/cm3	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	cm3	683.00
DR=M5/VR	Densidad real	gr/cm3	1.113

Fuente: Jorge Morales

La capacidad de absorción de cada uno de los agregados, es determinada una vez que la muestra se encuentra en estado saturado con una superficie seca. Para obtener resultados de los mismos, se colocan las muestras a secar en el horno, por un tiempo estimado de 24 horas.

Tabla No 19. Capacidad de absorción

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO				
Datos	**Designación**	**Unidad**	**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: Jorge Morales

3.1.11. Ensayo de contenido de Densidad real y capacidad de absorción del polvo.

Para llevar a cabo el presente ensayo, se siguieron los lineamientos expuestos por la normativa NTE INEN 857, en donde se expresa las diferentes designaciones de material y equipo a utilizar, expresados en gramos y centímetros cúbicos, así como también la capacidad de absorción promedio expresado en porcentaje. Para el cálculo de la densidad real, se seleccionan 11 muestras, las cuales se dan en base al peso de la canasta en el aire, en el agua y el peso de las mismas con la muestra en aire y ahora, para así obtener un resultado coherente con respecto a las normativas.

Una vez realizado el ensayo se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla No 20. Densidad real y capacidad de absorción del agregado fino.

CÁLCULO DE LA DENSIDAD REAL DEL AGREGADO FINO				
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=M6/500cm3	Densidad del agua	gr/cm3	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	cm3	72.52	95.15
DRA=Msss/Vsss	Densidad real del Polvo	gr/cm3	1.77	1.78
DRA Prom.	DENSIDAD REAL DEL POLVO	gr/cm3	1.78	

Fuente: Jorge Morales

Tabla No 4. Densidad real y capacidad de absorción del agregado fino.

CÁLCULO DE LACAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO				
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: Jorge Morales

3.1.12. Ensayo de contenido de Densidad real y capacidad de absorción del cemento.

Para llevar a cabo el presente ensayo, se siguieron los lineamientos expuestos por la normativa NTE INEN 156, en donde se expresa las diferentes designaciones de material y equipo a utilizar, expresados en gramos y centímetros cúbicos, así como también la capacidad de absorción promedio expresado en porcentaje. Para el cálculo de la densidad real, se seleccionan 7 muestras, las cuales se dan en base al peso de la canasta en el aire, en el agua y el peso de las mismas con la muestra en aire y ahora, para así obtener un resultado coherente con respecto a las normativas.

Una vez realizado el ensayo se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla No 5. Densidad real y capacidad de absorción del cemento

DENSIDAD REAL DEL CEMENTO				
TIPO:	PORTLAND IP / HOLCIM			
ENSAYADO POR:	Jorge Luis Morales	**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: Jorge Morales

3.1.13. Ensayo de contenido de Densidad real y capacidad de absorción del aserrín.

Para llevar a cabo el presente ensayo, se siguieron los lineamientos expuestos por la normativa NTE INEN 857, en donde se expresa las diferentes designaciones de material y equipo a utilizar, expresados en gramos y centímetros cúbicos, así como también la capacidad de absorción promedio expresado en porcentaje. Para el cálculo de la densidad real, se seleccionan 6 muestras, las cuales se dan en base al peso de la canasta en el aire, en el agua y el peso de las mismas con la muestra en aire y ahora, para así obtener un resultado coherente con respecto a las normativas.

Una vez realizado el ensayo se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla No 23. Densidad real y capacidad de absorción del aserrín

CÁLCULO DE LA DENSIDAD REAL DEL ASERRÍN				
Datos	**Designación**	**Unidad**	**Valor**	
M1	Masa del picnómetro	gr	151.90	146.10
M2	Masa del picnómetro + muestra SSS	gr	177.50	168.90
M3	Masa del picnómetro + muestra SSS + agua	gr	652.70	645.90
M4=M3-M2	Masa agua añadida	gr	475.20	477.00
M5	Masa picnómetro + 500cc de agua	gr	650.10	643.70
M6=M5-M1	Masa de 500cc de agua	gr	498.20	497.60
DA=M6/500cm3	Densidad del agua	gr/cm3	0.996	0.995
M7=M6-M4	Masa del agua desalojada por la muestra	gr	23.00	20.60
Msss=M2-M1	Masa del agregado	gr	25.60	22.80
Vsss=M7/DA	Volumen del agua desalojada	cm3	23.08	20.70
DRA=Msss/Vsss	Densidad real de la arena	gr/cm3	1.11	1.10
DRA Prom	DENSIDAD REAL DEL ASERRÍN	gr/cm3	1.11	

Fuente: Jorge Morales

3.1.14. Dosificación método de Densidad Óptima

Para el desarrollo de la presente investigación, tomaremos en consideración el método de dosificación de la Universidad Central del Ecuador, resaltando dentro del mismo los siguientes asentamientos:

- Densidad real del cemento DRC
- Densidad real de la arena DRA
- Densidad real del Chasqui DRCh
- Porcentaje Óptimo de la arena POA
- Porcentaje óptimo del agregado DoAg
- Densidad aparente suelta de la arena DASA
- Densidad Aparente suelta del Chasqui DASCh

Expresando así los siguientes datos:

Tabla No 24. Dosificación método de la Universidad Central.

DOSIFICACIÓN MÉTODO DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL

Datos de ensayos			**Datos de tablas**		
f'c	40	**Kg/cm²**	**W/C**	0.69	
Asentamiento	6 - 9	**cm**	**CP (%)**	POV + 2% + 3%(POV)	
DRC	2.896	gr/cm³	**CÁLCULOS**		
DRA	1.775	gr/cm³	DRM	1.471	kg/dm³
DRR	1.113	gr/cm³	POV	20.00	%
DSA	0.812	gr/cm³	CP	226.00	dm³
DSR	0.596	gr/cm³	CEMENTO	218.29	Kg
POA	54	%	AGUA	150.62	lts
POR	46	%	POLVO	742.07	kg
DOM	0.896	gr/cm³	CHASQUI	396.18	kg

Fuente: Jorge Morales

Tabla No 25. Dosificación método de la Universidad Central.

DOSIFICACIÓN PARA HORMIGÓN DE RESISTENCIA DE 4 Mpa									
VOLUMEN DEL BLOQUE		0.0069	m³			**VOLUMEN TOTAL**		0.1449	m³
CANTIDAD DE BLOQUES		18	u						
DESPERDICIO		3	u			**VOLUMEN PARIHUELA**		27	dm3
Material	**Cantidad en Kg por m³ de Hormigón**	**Dosificación al Peso**	**Cantidad en Kg Para cantidad de Bloques**	**C.A%**	**C.H%**	**C.A% - C.H%**	**Peso en Kg**	**Cantidad a Mezclar**	**Unidades**
AGUA	150.62	0.69	21.83				30.00	51.83	Lt
CEMENTO	218.29	1.00	31.63					31.63	Kg
POLVO	742.07	3.40	107.53	26.65	14.74	11.90	12.80	94.73	Kg
CHASQUI	396.18	1.81	57.41	58.21	28.25	29.96	17.20	40.21	Kg
γ HORMIGÓN	1507.16	Kg/m³							

Fuente: Jorge Morales

3.1.15. Método de dosificación con aserrín para la elaboración de bloques.

La dosificación de la mezcla de bloques con aserrín depende de la cantidad de material por metro cuadrado de hormigón. La cantidad de material a utilizar, bien sea arena, chasqui, poliestireno aserrín o cemento se realiza con ayuda de una parihuela. De igual modo, la dosificación del agua, fue realizada en un recipiente que posee medición señalada en litros.

Para bloques alivianados, se deben de seguir los lineamientos expuestos por cada una de las normas obteniendo una matriz de valoración de cada uno de los materiales, en donde indica las condiciones de hidratación y secado de cada uno de ellos.

A continuación, se presentan los datos utilizados en el proceso de selección de la dosificación los cuales se dan en base a 1 saco de cemento, 15 % de aserrín, 25 % de aserrín 50 % y 75 %, tal como se muestra a continuación:

Tabla No. 6. Dosificación 15 % de aserrín

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVL
DOSIFICACIÓN 15% ASERRÍN

VOLUMEN DEL BLOQUE	0.0069	m³	**VOLUMEN TOTAL**	0.1449	m³	**SUSTITUCIÓN**	15%	
CANTIDAD DE BLOQUES	18	u	**DESPERDICIO**	3	u			
POV	20	%	**VOLUMEN PARIHUELA**	27	dm3			

Material	**Cantidad a mezclar kg**	**Densidad Aparente suelta Kg/dm3**	**Volumen dm3**	**Volumen con 15% Aserrín dm3**	**Cantidades con 15% Aserrín kg**	**Corrección por Humedad**				**Cantidades kg**	**Cantidades parihuelas**
						C.A%	**C.H%**	**CA% - C.H%**	**Peso en kg**		
AGUA	51.83	-	-		51.83				0.63	52.45	
CEMENTO	31.63	-	-		31.63					31.63	
POLVO	94.73	0.81	116.62	116.62	94.73					94.73	4.319
CHASQUI	40.21	0.60	67.48	57.36	34.18					34.18	2.124
ASERRÍN	0.00	0.42		10.12	4.22	31.55	16.71	14.84	0.63	3.59	0.375
γ HORMIGÓN	1507.16	kg/m3									

Fuente: Jorge Morales

Tabla No. 7. Dosificación original para 25 % de aserrín

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVL DOSIFICACIÓN 25% ASERRÍN												
VOLUMEN DEL BLOQUE		0.0069	m³	**VOLUMEN TOTAL**		0.1449	m³	**SUSTITUCIÓN**		25%		
CANTIDAD DE BLOQUES		18	u	**DESPERDICIO**		3	u					
POV		20	%	**VOLUMEN PARIHUELA**		27	dm3					
Material	**Cantidad a mezclar kg**	**Densidad Aparente suelta Kg/dm3**	**Volumen dm3**	**Volumen con 15% Aserrín dm3**	**Cantidades con 15% Aserrín kg**	**Corrección por Humedad**				**Cantidades kg**	**Cantidades parihuelas**	
						C.A%	**C.H%**	**CA% - C.H%**	**Peso en kg**			
AGUA	51.83	-	-		51.83				1.04	52.87		
CEMENTO	31.63	-	-		31.63					31.63		
POLVO	94.73	0.81	116.62	116.62	94.73					94.73	4.319	
CHASQUI	40.21	0.60	67.48	57.36	30.16					30.16	1.875	
ASERRÍN	0.00	0.42		16.87	7.03	31.55	16.71	14.84	1.04	5.99	0.625	
γ HORMIGÓN	1507.16	kg/m3										

Fuente: Jorge Morales

Tabla No. 8. Dosificación original para 50 % de aserrín

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVL DOSIFICACIÓN 50% ASERRÍN												
VOLUMEN DEL BLOQUE		0.0069	m³	**VOLUMEN TOTAL**		0.1449	m³	**SUSTITUCIÓN**		50%		
CANTIDAD DE BLOQUES		18	u	**DESPERDICIO**		3	u					
POV		20	%	**VOLUMEN PARIHUELA**		27	dm3					
Material	**Cantidad a mezclar kg**	**Densidad Aparente suelta Kg/dm3**	**Volumen dm3**	**Volumen con 15% Aserrín dm3**	**Cantidades con 15% Aserrín kg**	**Corrección por Humedad**				**Cantidades kg**	**Cantidades parihuelas**	
						C.A%	**C.H%**	**CA% - C.H%**	**Peso en kg**			
AGUA	51.83	-	-		51.83				2.09	53.91		
CEMENTO	31.63	-	-		31.63					31.63		
POLVO	94.73	0.81	116.62	116.62	94.73					94.73	4.319	
CHASQUI	40.21	0.60	67.48	33.74	20.10					20.10	1.250	
ASERRÍN	0.00	0.42		33.74	14.06	31.55	16.71	14.84	2.09	11.98	1.250	
γ HORMIGÓN	1507.16	kg/m3										

Fuente: Jorge Morales

Tabla No. 9. Dosificación original para 75 % de aserrín

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVL DOSIFICACIÓN 75% ASERRÍN												
VOLUMEN DEL BLOQUE		0.0069	m³	VOLUMEN TOTAL		0.1449	m³	SUSTITUCIÓN		75%		
CANTIDAD DE BLOQUES		18	u	DESPERDICIO		3	u					
POV		20	%	VOLUMEN PARIHUELA		27	dm3					
Material	Cantidad a mezclar kg	Densidad Aparente suelta Kg/dm3	Volumen dm3	Volumen con 15% Aserrín dm3	Cantidades con 15% Aserrín kg	Corrección por Humedad				Cantidades kg	Cantidades parihuelas
						C.A%	C.H%	CA% - C.H%	Peso en kg		
AGUA	51.83	-	-		51.83				3.13	54.96	
CEMENTO	31.63	-	-		31.63					31.63	
POLVO	94.73	0.81	116.62	116.62	94.73					94.73	4.319
CHASQUI	40.21	0.60	67.48	16.87	10.05					10.05	0.625
ASERRÍN	0.00	0.42		50.61	21.10	31.55	16.71	14.84	3.13	17.96	1.875
γ HORMIGÓN	1507.16	kg/m3									

Fuente: Jorge Morales

3.1.16. Ensayo de compresión de los bloques.

Una vez establecidos los ensayos preliminares a cada una de las muestras estudiadas, se busca realizar los estudios de compresión a la edad de 28 días, en donde se sigue a cabalidad lo que establece la Norma Ecuatoriana INEN 3066, exponiéndose que los bloques son colocados en una máquina de compresión que contiene una placa metálica como base, así como también una placa superior que es colocada sobre un bloque de compresión.

Figura No 37. Máquina para ensayo de compresión.

Fuente: Jorge Morales

Dentro de la máquina, el bloque debe estar colocado de manera que centre ambas placas, tanto superior como inferior y a su vez, estas deben estar perfectamente alineadas entre sí.

Una vez realizado el proceso se obtienen los resultados de resistencia basados en el porcentaje de aserrín agregado, los cuales se muestran a continuación:

Tabla No 10. Ensayo de compresión – dosificación norma INEN 3066

DOSIFICACIÓN NORMA INEN 3066					
IDENTIFICACIÓN	**ÁREA**	**ALTAURA**	**PESO**	**ESFUERZO Kg/cm²**	**PROMEDIO**
O-1	317.64	18.60	10.489	44.06	42.60
O-2	320.64	18.70	10.653	42.02	
O-3	323.52	19.00	11.193	41.72	

Fuente: Jorge Morales

Los resultados de la tabla 30 indican que, para una dosificación original, por medio del ensayo de compresión, el bloque es capaz de soportar alrededor de 42.60 kg/cm², valor que debe ser comparado con la dosificación propuesta, para este caso 15 %, 25% 50 y 75 % de aserrín.

Tabla No 11. Ensayo de compresión – dosificación 15 % de aserrín

DOSIFICACIÓN 15% DE ASERRÍN					
IDENTIFICACIÓN	**ÁREA**	**ALTAURA**	**PESO**	**ESFUERZO Kg/cm²**	**PROMEDIO**
15-1	315,55	19,60	7,231	22.64	24.65
15-2	317,58	19	7,937	27.48	
15-3	317,60	19,50	7,866	23.82	

Fuente: Jorge Morales

Los resultados de la tabla 31 indican que, para una dosificación del 15 % de aserrín, por medio del ensayo de compresión, el bloque es capaz de soportar alrededor de 24.65 kg/cm² que al ser comparado con el valor a compresión del bloque Norma INEN 3066, se encuentra debajo del valor de la resistencia, por lo cual podemos notar que la adición de aserrín comienza a afectar el comportamiento a compresión.

Tabla No 12. Ensayo de compresión – dosificación 25 % de aserrín

DOSIFICACIÓN 25% DE ASERRÍN					
IDENTIFICACIÓN	**ÁREA**	**ALTAURA**	**PESO**	**ESFUERZO Kg/cm²**	**PROMEDIO**
25-1	308,26	19,40	7.007	20.18	16.93
25-2	308,04	19,60	7,206	16.84	
25-3	312,15	19,60	7,022	13.79	

Fuente: Jorge Morales

Los resultados de la tabla 32 indican que, para una dosificación del 25 % de aserrín, por medio del ensayo de compresión, el bloque es capaz de soportar alrededor de 16.33 kg/cm² que al ser comparado con el valor a compresión del bloque Norma INEN 3066, se encuentra debajo del valor de la resistencia, por lo cual podemos notar que la adición de aserrín comienza a afectar el comportamiento a compresión.

Tabla No 13. Ensayo de compresión – dosificación 50 % de aserrín

DOSIFICACIÓN 50% DE ASERRÍN					
IDENTIFICACIÓN	**ÁREA**	**ALTAURA**	**PESO**	**ESFUERZO Kg/cm²**	**PROMEDIO**
50-1	320,82	19,20	6,676	14.33	16.73
50-2	320.52	19.30	6.667	20.48	
50-3	310,72	19,50	6,626	15.38	

Fuente: Jorge Morales

Los resultados de la tabla 33 indican que, para una dosificación del 50 % de aserrín, por medio del ensayo de compresión, el bloque es capaz de soportar alrededor de 16.73 kg/cm² que al ser comparado con el valor a compresión del bloque Norma INEN 3066, se encuentra debajo del valor de la resistencia, por lo cual podemos notar que la adición de aserrín comienza a afectar el comportamiento a

compresión.

Tabla No 14. Ensayo de compresión – dosificación 75 % de aserrín

DOSIFICACIÓN 75% DE ASERRÍN					
IDENTIFICACIÓN	**ÁREA**	**ALTAURA**	**PESO**	**ESFUERZO Kg/cm²**	**PROMEDIO**
75-1	313,04	19,90	6,476	8.99	8.61
75-2	308,64	19,50	6,771	8.22	
75-3	310,57	19,60	7,018	8.63	

Fuente: Jorge Morales

Los resultados de la tabla 34 indican que, para una dosificación del 75 % de aserrín, por medio del ensayo de compresión, el bloque es capaz de soportar alrededor de 8.61 kg/cm² que al ser comparado con el valor a compresión del bloque Norma INEN 3066, se encuentra debajo del valor de la resistencia, por lo cual podemos notar que la adición de aserrín comienza a afectar el comportamiento a compresión.

Tabla No 15. Ensayo de compresión – dosificación bloques Artesanales

DOSIFICACIÓN BLOQUES ARTESANALES					
IDENTIFICACIÓN	**AREA**	**ALTAURA**	**PESO**	**ESFUERZO Kg/cm²**	**PROMEDIO**
C-1	304.19	20.00	10.361	15.30	10.96
C-2	309.26	20.30	10.932	9.82	
C-3	319.34	20.00	10.191	7.75	

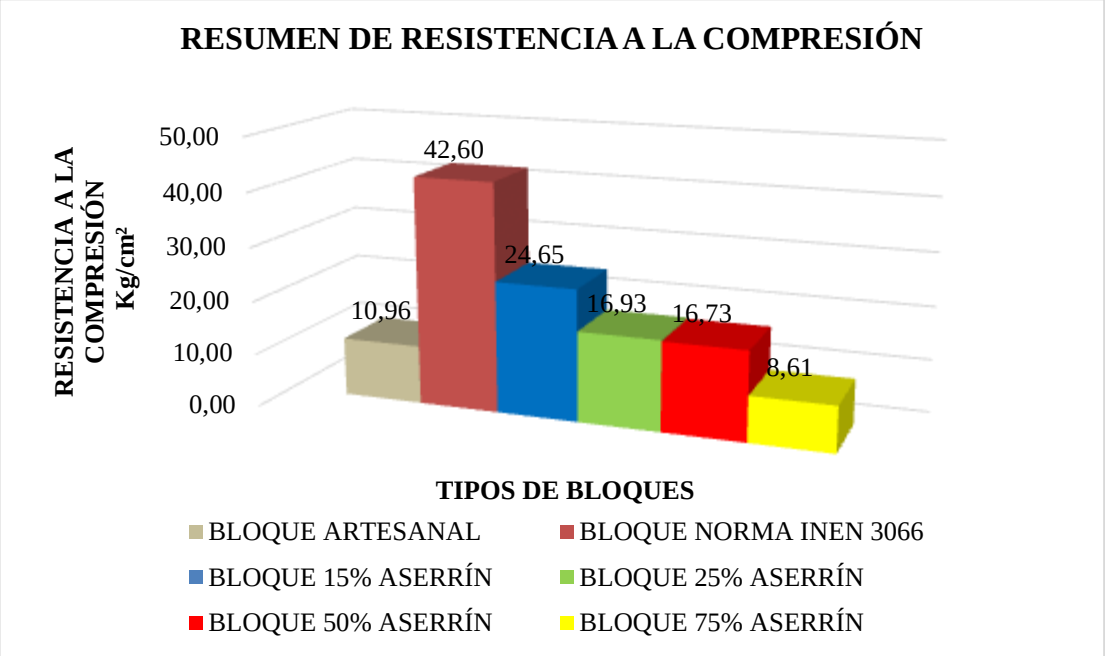
Fuente: Jorge Morales

Los resultados de la tabla 35 indican que los bloques elaborados de manera artesanal, por medio del ensayo de compresión, es capaz de soportar alrededor de

10.96 kg/cm² que al ser comparado con el valor a compresión del bloque Norma INEN 3066, se encuentra debajo del valor de la resistencia, por lo cual se le puede considerar que el bloque es muy cercano a las resistencia de los bloques tipo C y que supera al bloque con 75% de aserrín.

En la siguiente grafica se puede determinar la variación de resistencia a la compresión de los diferentes porcentajes de aserrín que fueron añadidos a los bloques.

Gráfico No 4. Resultados de resistencia a la compresión

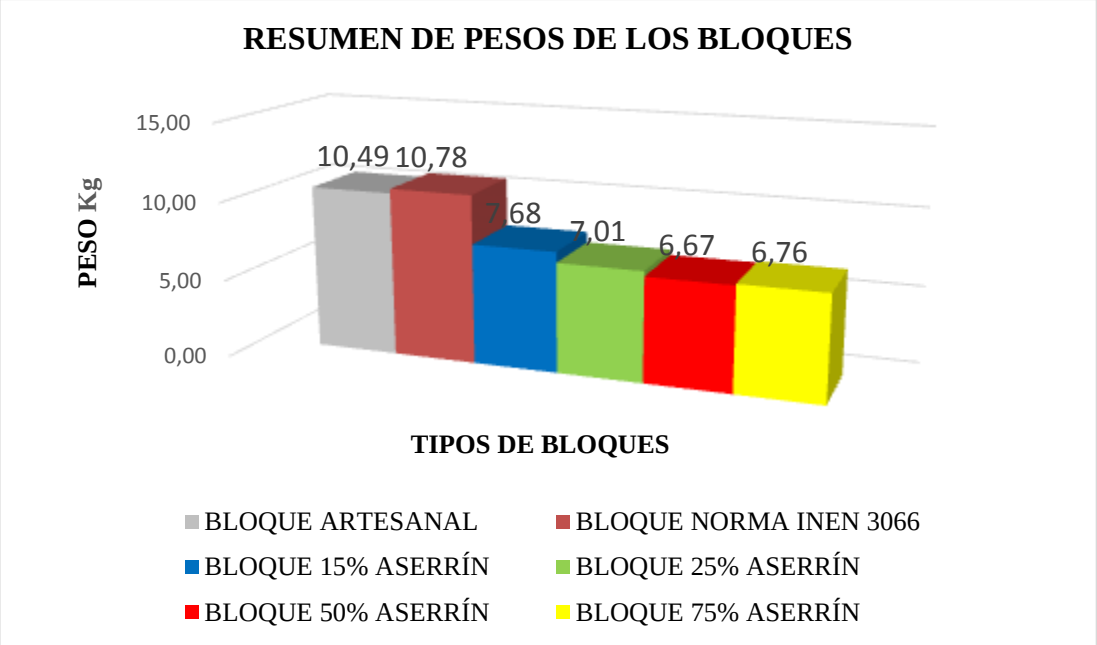


Fuente: Jorge Morales

Analizando los resultados de la gráfica anterior se puede interpretar que la resistencia a la compresión simple decrece en base al porcentaje de aserrín que añadimos, es así que con el 15% de aserrín la resistencia se reduce en un 42.13%, al aumentar a 25% de aserrín tenemos una reducción de 60.25%, al aumentar a un 50% de aserrín la resistencia se reduce en un 60.72% y finalmente con un 75% de aserrín la resistencia se reduce en un 79.79% en relación al bloque Norma INEN 3066.

3.1.17. Resumen de los pesos de los tipos de bloques

Gráfico No 5. Resultados de pesos de bloques.



Fuente: Jorge Morales

Analizando los resultados del Gráfico N°5 se puede interpretar que conforme aumenta el porcentaje de aserrín en 15%, 25%, 50% y 75% el peso del bloque disminuye en 28.75%, 34.97%, 38.12% y 37.29% respectivamente en relación al bloque Norma INEN 3066, debido a que el Aserrín es un material más ligero.

3.1.18. Ensayo térmico.

Este ensayo se realizó para determinar las propiedades la variación térmica y el coeficiente de conductividad térmica que se produce en los diferentes tipos de paredes compuestas por los bloques en estudio, los términos de "Cara 1" y "Ambiente 1" son los que se encuentran en contacto con el difusor de temperatura, mientras que los términos "Cara 2" y "Ambiente 2" son los que se encuentran divididos por la pared de mampostería.

- **Ensayo Térmico pared bloque artesanal**

Tabla No 36. Ensayo de temperatura, bloque artesanal

ENSAYO DE TEMPERATURA BLOQUE ARTESANAL NCH 849		
VALOR	**TEMP. CARA 1 (°C)**	**TEMP. CARA 2 (°C)**
MÍNIMO	13.68	13.20
MÁXIMO	38.75	14.71
PROMEDIO	28.77	13.67
ΔT (MAX)	24.04	
ENSAYO DE TEMPERAURA PARED BLOQUE ARTESANAL		
VALOR	**TEMP. AMBIENTE 1 (°C)**	**TEMP. AMBIENTE 2 (°C)**
MÍNIMO	15.11	14.51
MÁXIMO	40.53	15.37
PROMEDIO	31.33	15.18
ΔT (MAX)	25.16	
ENSAYO DE TEMPERAURA PARED BLOQUE ARTESANAL		
VALOR	**TEMP. EXTERIOR (°C)**	
MÍNIMO	14.81	
MÁXIMO	16.10	

PROMEDIO	15.24

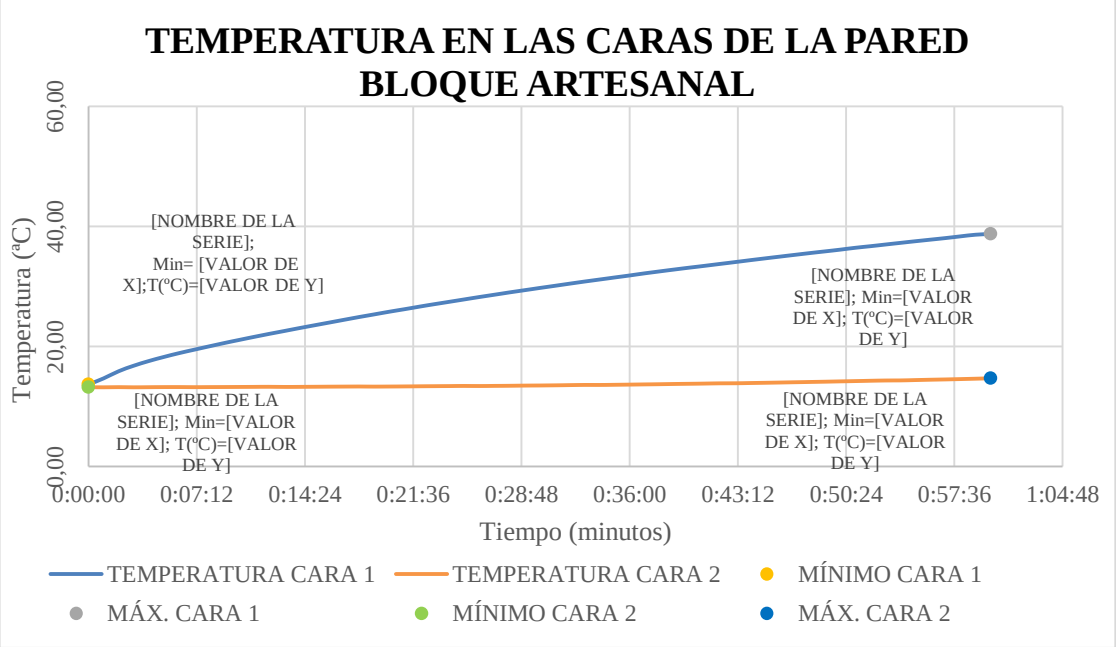
Fuente: Jorge Morales

En la Tabla 49. Se puede apreciar que la temperatura en la Cara 1 donde se aplicó la fuente de calor, los valores varían entre 13.68 y 38.75 °C. En la Cara 2 de la pared los valores fluctúan entre 13.20 y 14.71 °C, dándonos una diferencia máxima ΔT (máx.) de 24.04 °C.

Del mismo modo la temperatura en el Ambiente 1 donde se aplicó la fuente de calor los valores varían entre 15.11 y 40.53 °C. En el Ambiente 2 de la Cámara de Ensayo los valores fluctúan entre 14.51 y 15.37 °C, dándonos una diferencia máxima ΔT (máx.) de 25.16 °C.

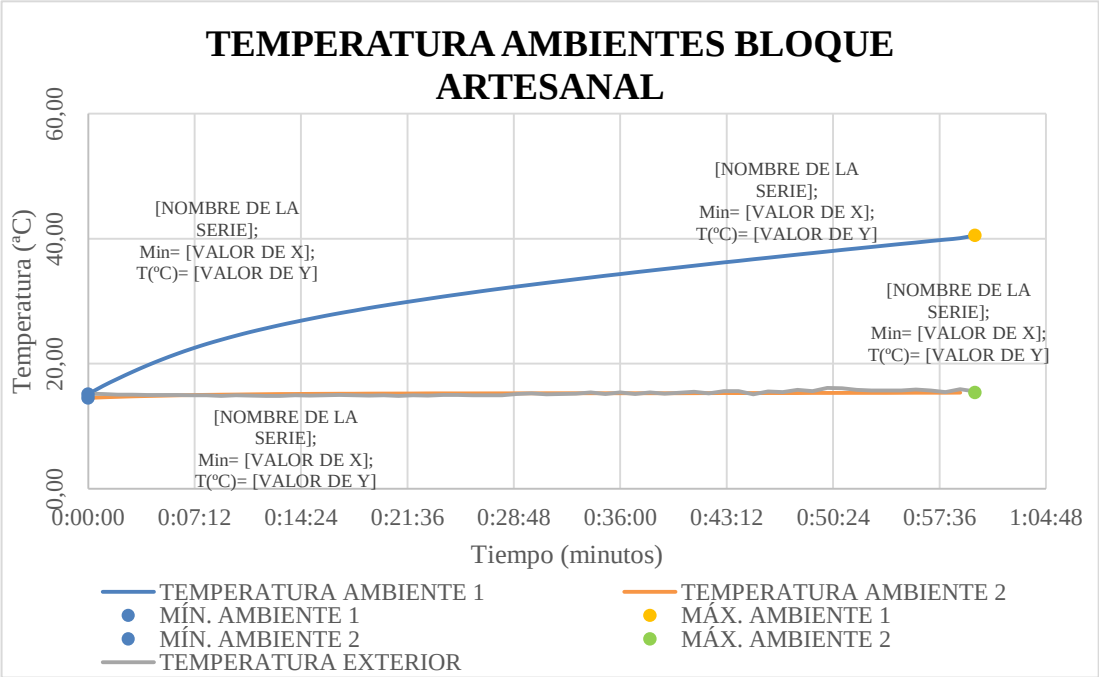
La temperatura exterior de la Cámara de Ensayo tiene valores que varía entre 14.81 y 16.10 °C teniendo como promedio un valor de 15.24 °C.

Gráfico No 6. Ensayo térmico caras pared bloque artesanal



Fuente: Jorge Morales

Gráfico No 7. Ensayo térmico ambientes pared bloque artesanal



Fuente: Jorge Morales

Tabla No 37. Coeficiente de Conductividad Térmica, bloque artesanal

COEFICIENTE DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE PARED ARTESANAL NCH 851			
SIMBOLO	**DATOS**		**UNIDAD**
φ	**Flujo Térmico**	600	W
A	**Área de la muestra**	0.56	m²
q	**Densidad de Flujo Térmico**	1071.43	W/m²
	ºk	273	ºK
Δ T	**Δ T (máx.)**	297.04	ºk
e	**Espesor muestra**	0.15	m
λ	**Coef. Conductividad Térmica**	0.541	W/(m² *ºK)

Fuente: Jorge Morales

En la Tabla 50. Se puede observar que el coeficiente de conductividad térmica según la NCH. 851 de la pared elaborada con bloques artesanales presenta un valor de 0.541 $\frac{W}{m^2 * °K}$

- **Ensayo Térmico pared bloque norma INEN 3066**

Tabla No 38. Ensayo de temperatura, bloque norma INEN 3066

ENSAYO DE TEMPERAURA PARED BLOQUE NORMA INEN 3066 NCH 849		
VALOR	**TEMP. CARA 1 (°C)**	**TEMP. CARA 2 (°C)**
MÍNIMO	19.78	14.84
MÁXIMO	43.48	16.18
PROMEDIO	34.59	15.47
DIFERENCIA	27.30	
ENSAYO DE TEMPERAURA PARED BLOQUE NORMA INEN 3066		
VALOR	**TEMP. AMBIENTE 1 (°C)**	**TEMP. AMBIENTE 2 (°C)**
MÍNIMO	19.56	12.87
MÁXIMO	46.59	15.32
PROMEDIO	37.76	14.86
DIFERENCIA	31.27	
ENSAYO DE TEMPERAURA PARED BLOQUE NORMA INEN 3066		
VALOR	**TEMP. EXTERIOR (°C)**	
MÍNIMO	14.68	
MÁXIMO	15.54	
PROMEDIO	14.95	

Fuente: Jorge Morales

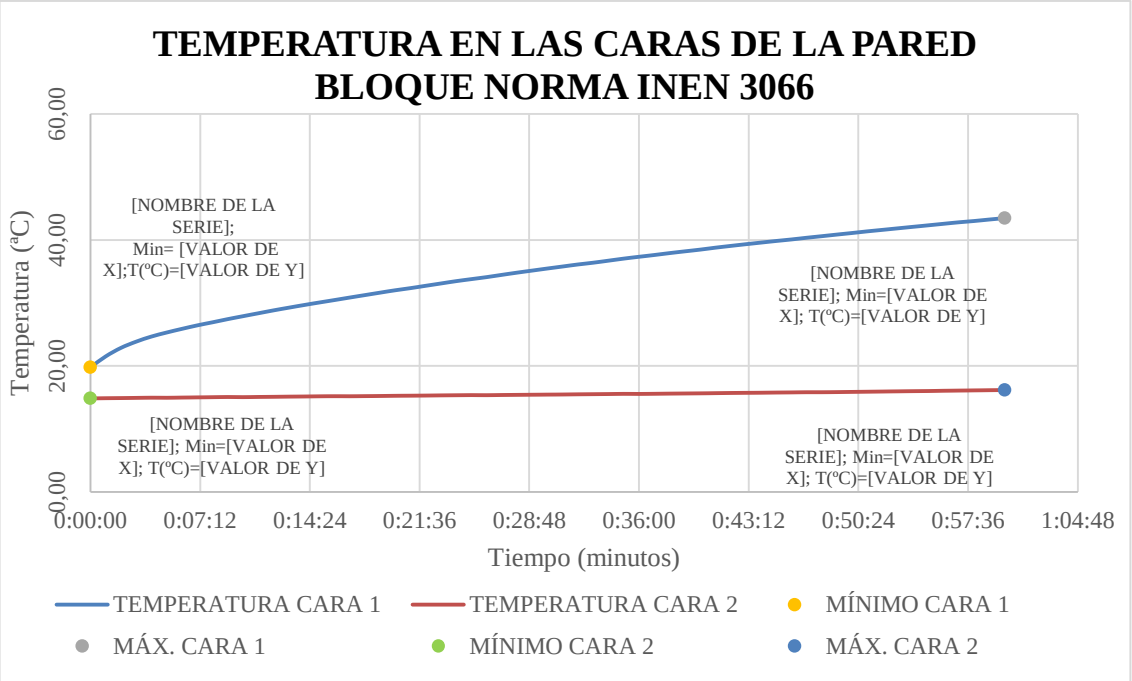
En la Tabla 51. Se puede apreciar que la temperatura en la Cara 1 donde se aplicó la fuente de calor los valores varía entre 19.78 y 43.48 °C. En la Cara 2 de la pared los valores fluctúan entre 14.84 y 16.18 °C, dándonos una diferencia máxima ΔT (máx.) de 27.30 °C.

Del mismo modo la temperatura en el Ambiente 1 donde se aplicó la fuente de calor los valores varían entre 19.56 y 46.59 °C. En el Ambiente 2 de la Cámara de Ensayo los valores fluctúan entre 12.87 y 15.32 °C, dándonos una diferencia máxima

ΔT (máx.) de 31.27 °C.

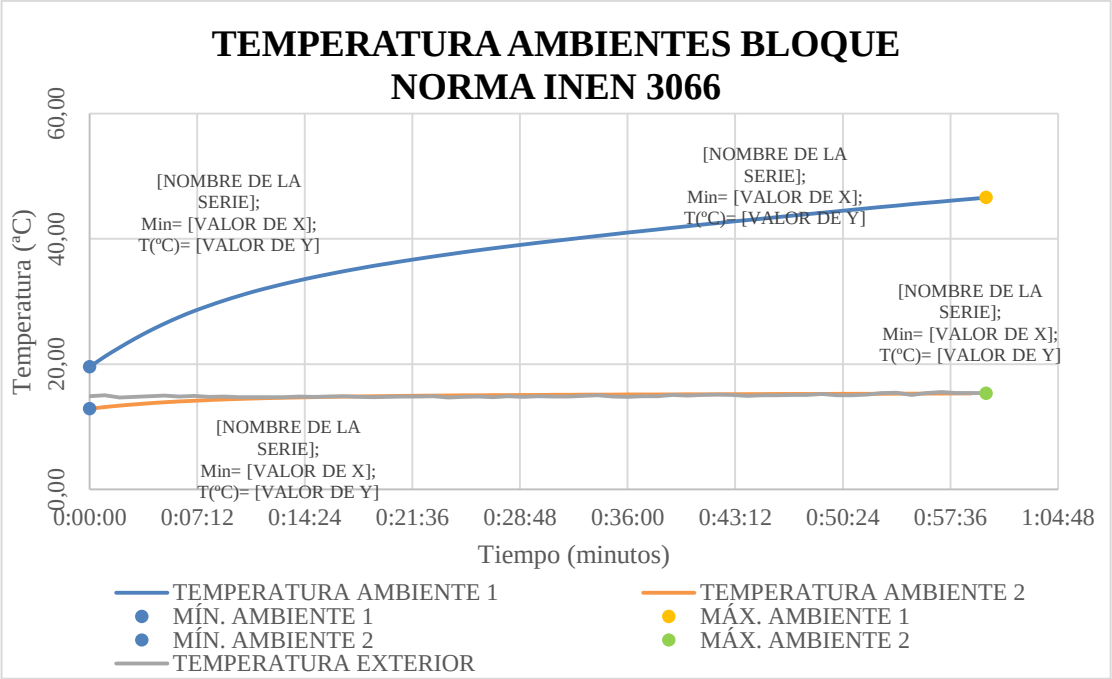
La temperatura exterior de la Cámara de Ensayo tiene valores que varía entre 14.68 y 15.54 °C teniendo como promedio un valor de 14.95 °C.

Gráfico No 8. Ensayo térmico caras pared bloque norma INEN 3066



Fuente: Jorge Morales

Gráfico No 9. Ensayo térmico ambientes pared bloque norma INEN 3066



Fuente: Jorge Morales

Tabla No 39. Coeficiente de Conductividad Térmica, bloque Norma INEN 3066

COEFICIENTE DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE PARED NORMA INEN 3066 NCH 851			
SIMBOLO	**DATOS**		**UNIDAD**
φ	**Flujo Térmico**	600	W
A	**Área de la Muestra**	0.56	m²
q	**Densidad de Flujo Térmico**	1071.43	W/m²
	ºk	273	ºK
Δ T	**Δ T (Max.)**	300.30	ºk
e	**Espesor Muestra**	0.15	m
λ	**Coef. Conductividad Térmica**	0.535	W/(m² K)

Fuente: Jorge Morales

En la Tabla 52. Se puede observar que el coeficiente de conductividad térmica según la NCH. 851 de la pared elaborada con bloques norma INEN 3066 presenta un valor de 0.535 $\frac{W}{m^2 * °K}$

- **Ensayo Térmico pared bloque 15% de Aserrín**

Tabla No 40. Ensayo de temperatura, bloque 15 % de aserrín

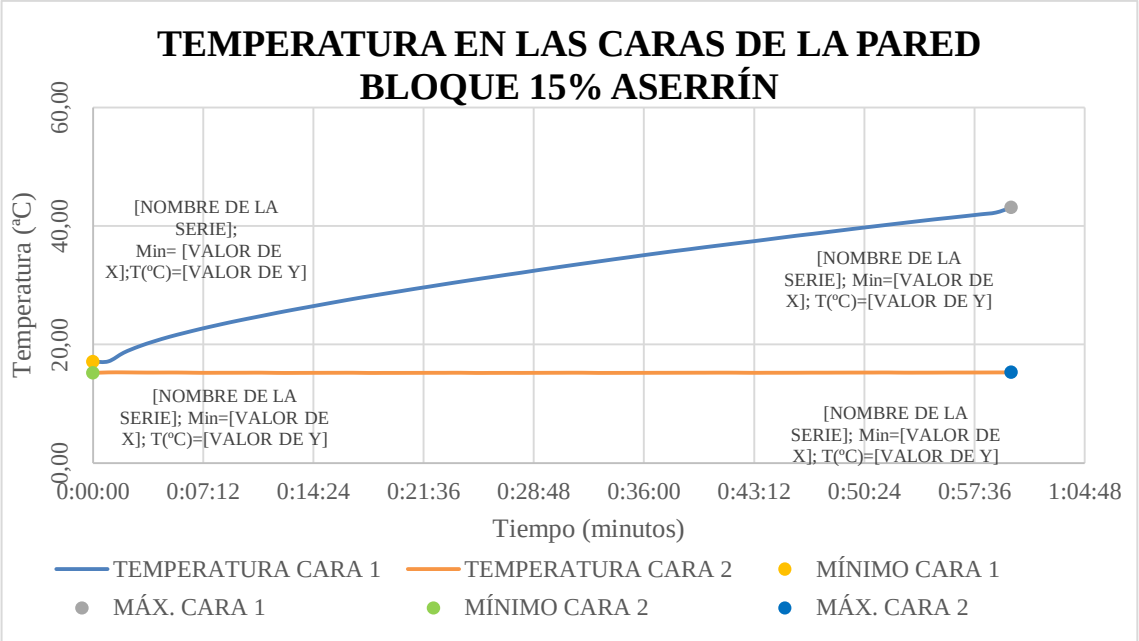
ENSAYO DE TEMPERAURA PARED BLOQUE 15% ASERRÍN NCH 849		
VALOR	**TEMP. CARA 1 (°C)**	**TEMP. CARA 2 (°C)**
MÍNIMO	17.10	15.20
MÁXIMO	43.10	15.30
PROMEDIO	32.05	15.24
DIFERENCIA	27.80	
ENSAYO DE TEMPERAURA PARED BLOQUE 15% ASERRÍN		
VALOR	**TEMP. AMBIENTE 1 (°C)**	**TEMP. AMBIENTE 2 (°C)**
MÍNIMO	15.06	13.98
MÁXIMO	41.37	15.92
PROMEDIO	31.77	14.45
DIFERENCIA	25.45	
ENSAYO DE TEMPERAURA PARED BLOQUE 15% ASERRÍN		
VALOR	**TEMP. EXTERIOR (°C)**	
MÍNIMO	16.20	
MÁXIMO	17.82	
PROMEDIO	16.80	

Fuente: Jorge Morales

En la Tabla 53. Se puede apreciar que la temperatura en la Cara 1 donde se aplicó la fuente de calor los valores varía entre 17.10 y 43.10 °C. En la Cara 2 de la pared los valores fluctúan entre 15.20 y 15.30 °C, dándonos una diferencia máxima ΔT (máx.) de 27.80 °C.

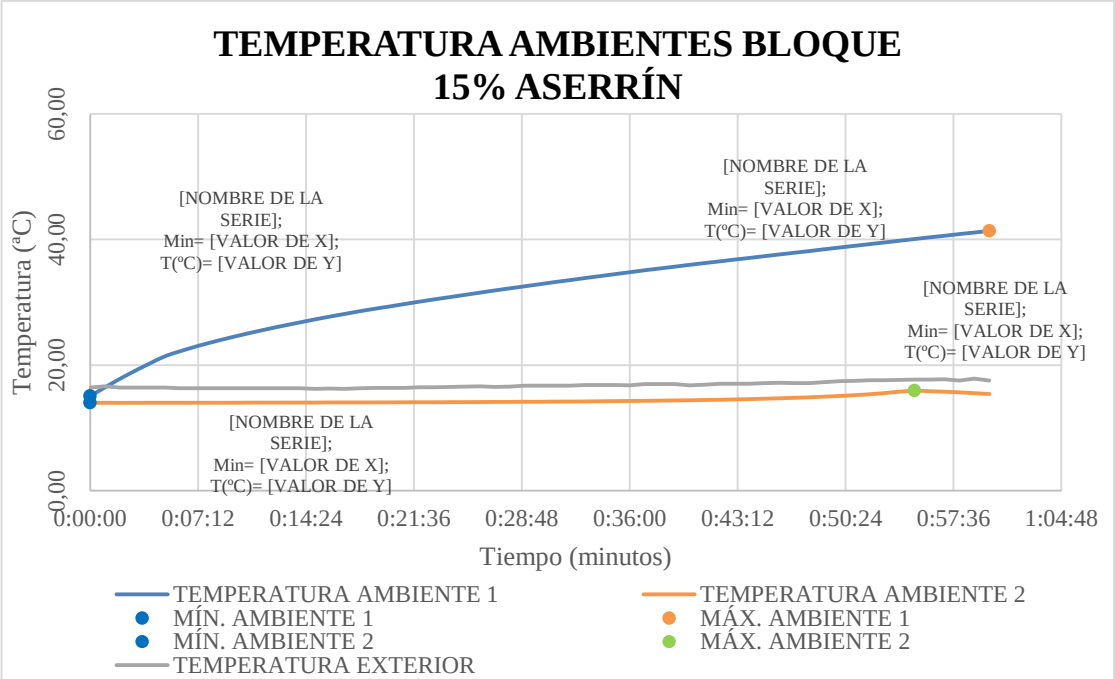
Del mismo modo la temperatura en el Ambiente 1 donde se aplicó la fuente de calor los valores varían entre 15.06 y 41.37 °C. En el Ambiente 2 de la Cámara de Ensayo los valores fluctúan entre 13.98 y 15.92 °C, dándonos una diferencia máxima ΔT (máx.) de 25.45 °C. La temperatura exterior de la Cámara de Ensayo tiene valores que varía entre 16.20 y 17.82 °C teniendo como promedio un valor de 16.80 °C.

Gráfico No 10. Ensayo térmico caras pared bloque 15% de Aserrín



Fuente: Jorge Morales

Gráfico No 11. Ensayo térmico ambientes pared bloque 15% de Aserrín



Fuente: Jorge Morales

Tabla No 41. Coeficiente de Conductividad Térmica, bloque 15% de Aserrín

COEFICIENTE DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE PARED 15% ASERRÍN NCH 851			
SIMBOLO	**DATOS**		**UNIDAD**
φ	**Flujo Térmico**	600	W
A	**Área de la Muestra**	0.56	m²
q	**Densidad de Flujo Térmico**	1071.43	W/m²
	ºk	273	ºK
Δ T	**Δ T (Max.)**	300.80	ºk
e	**Espesor Muestra**	0.15	m
λ	**Coef. Conductividad Térmica**	0.534	W/(m² K)

Fuente: Jorge Morales

En la Tabla 54. Se puede observar que el coeficiente de conductividad térmica según la NCH. 851 de la pared elaborada con bloques 15% de Aserrín presenta un valor de 0.534 $\frac{W}{m^2 * °K}$

- **Ensayo Térmico pared bloque 25 % de Aserrín**

Tabla No 42. Ensayo de temperatura, bloque 25 % de aserrín

ENSAYO DE TEMPERAURA PARED BLOQUE 25% ASERRÍN NCH 849		
VALOR	**TEMP. CARA 1 (°C)**	**TEMP. CARA 2 (°C)**
MÍNIMO	18.50	15.80
MÁXIMO	46.75	15.90
PROMEDIO	34.97	15.85
DIFERENCIA	30.85	
ENSAYO DE TEMPERAURA PARED BLOQUE 25% ASERRÍN		
VALOR	**TEMP. AMBIENTE 1 (°C)**	**TEMP. AMBIENTE 2 (°C)**
MÍNIMO	18.30	14.20
MÁXIMO	45.50	15.50
PROMEDIO	35.37	14.84
DIFERENCIA	30.00	
ENSAYO DE TEMPERAURA PARED BLOQUE 25% ASERRÍN		
VALOR	**TEMP. EXTERIOR (°C)**	
MÍNIMO	16.00	
MÁXIMO	17.50	
PROMEDIO	16.50	

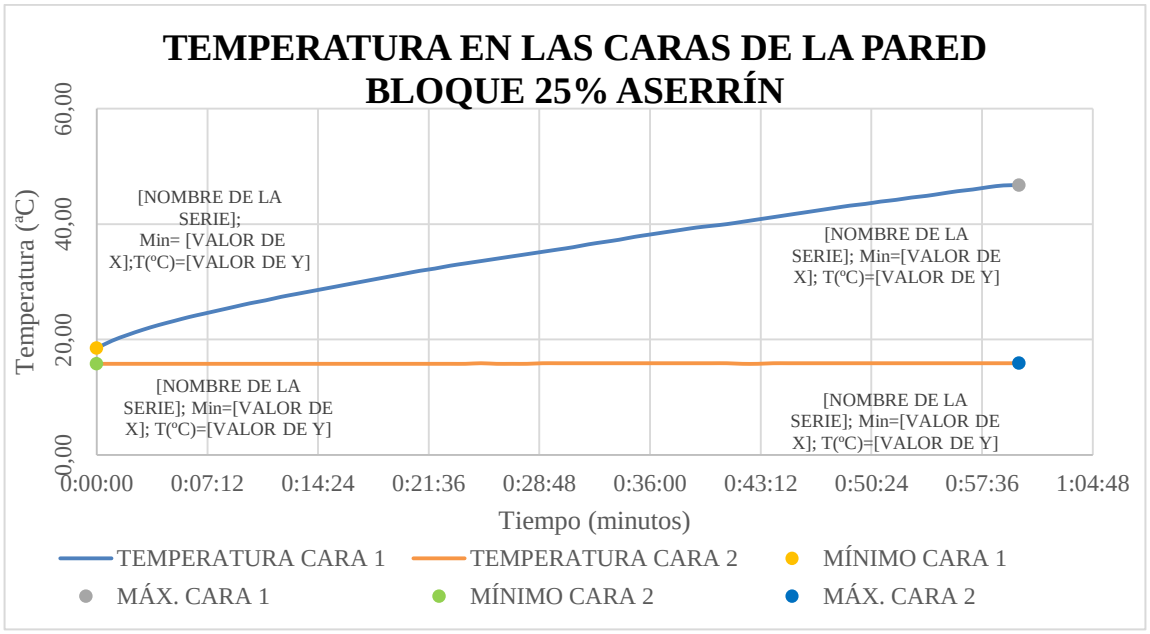
Fuente: Jorge Morales

En la Tabla 55. Se puede apreciar que la temperatura en la Cara 1 donde se aplicó la fuente de calor los valores varía entre 18.50 y 46.75 °C. En la Cara 2 de la pared los valores fluctúan entre 15.82 y 15.90 °C, dándonos una diferencia máxima ΔT (máx.) de 30.85 °C.

Del mismo modo la temperatura en el Ambiente 1 donde se aplicó la fuente de calor los valores varían entre 18.30 y 45.50 °C. En el Ambiente 2 de la Cámara de Ensayo los valores fluctúan entre 14.20 y 15.50 °C, dándonos una diferencia máxima ΔT (máx.) de 30.00 °C.

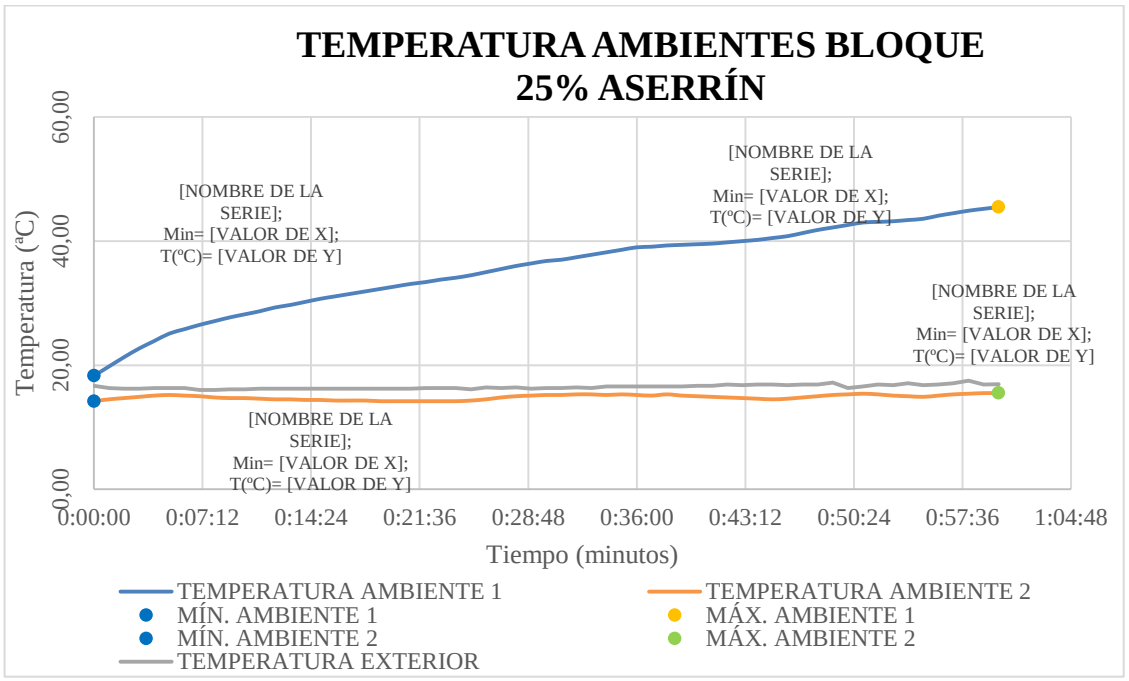
La temperatura exterior de la Cámara de Ensayo tiene valores que varía entre 16.00 y 17.50 °C teniendo como promedio un valor de 16.50 °C.

Gráfico No 12. Ensayo térmico caras pared bloque 25% de Aserrín



Fuente: Jorge Morales

Gráfico No 13. Ensayo térmico ambientes pared bloque 25% de Aserrín



Fuente: Jorge Morales

Tabla No 43. Coeficiente de Conductividad Térmica, bloque 25% de Aserrín

COEFICIENTE DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE PARED 25% ASERRÍN NCH 851			
SIMBOLO	**DATOS**		**UNIDAD**
φ	**Flujo Térmico**	600	W
A	**Área de la Muestra**	0.56	m²
q	**Densidad de Flujo Térmico**	1071.43	W/m²
	ºk	273	ºK
Δ T	**Δ T (Max.)**	303.85	ºk
e	**Espesor Muestra**	0.15	m
λ	**Coef. Conductividad Térmica**	0.529	W/(m² K)

Fuente: Jorge Morales

En la Tabla 56. Se puede observar que el coeficiente de conductividad térmica según la NCH. 851 de la pared elaborada con bloques 25% de Aserrín presenta un valor de 0.529 $\frac{W}{m^2 * °K}$

- **Ensayo Térmico pared bloque 50 % de Aserrín**

Tabla No 44. Ensayo de temperatura, bloque 50 % de aserrín

ENSAYO DE TEMPERAURA PARED BLOQUE 50% ASERRÍN NCH 849		
VALOR	**TEMP. CARA 1 (°C)**	**TEMP. CARA 2 (°C)**
MÍNIMO	16.80	16.31
MÁXIMO	43.21	17.96
PROMEDIO	33.23	16.90
DIFERENCIA	25.25	
ENSAYO DE TEMPERAURA PARED BLOQUE 50% ASERRÍN		
VALOR	**TEMP. AMBIENTE 1 (°C)**	**TEMP. AMBIENTE 2 (°C)**
MÍNIMO	14.07	14.16
MÁXIMO	39.00	15.74
PROMEDIO	30.35	14.91
DIFERENCIA	23.26	
ENSAYO DE TEMPERAURA PARED BLOQUE 50% ASERRÍN		
VALOR	**TEMP. EXTERIOR (°C)**	
MÍNIMO	15.56	
MÁXIMO	16.69	
PROMEDIO	15.93	

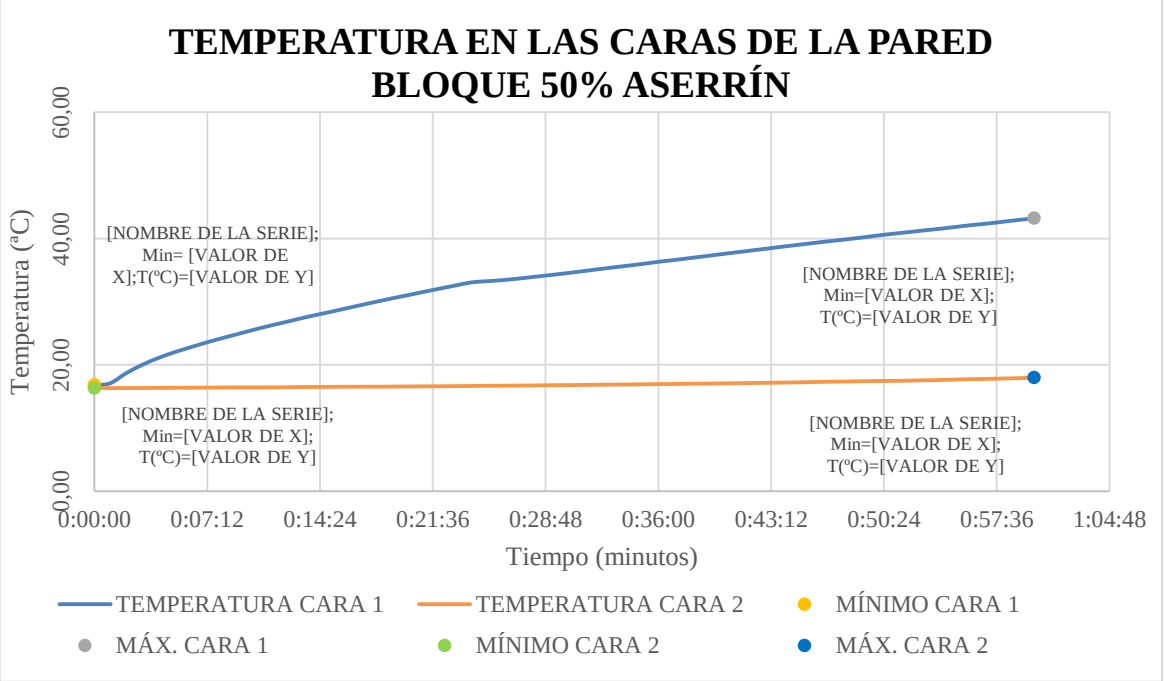
Fuente: Jorge Morales

En la Tabla 57. Se puede apreciar que la temperatura en la Cara 1 donde se aplicó

la fuente de calor los valores varía entre 16.80 y 43.21 °C. En la Cara 2 de la pared los valores fluctúan entre 16.31 y 17.96 °C, dándonos una diferencia máxima ΔT (máx.) de 25.25 °C.

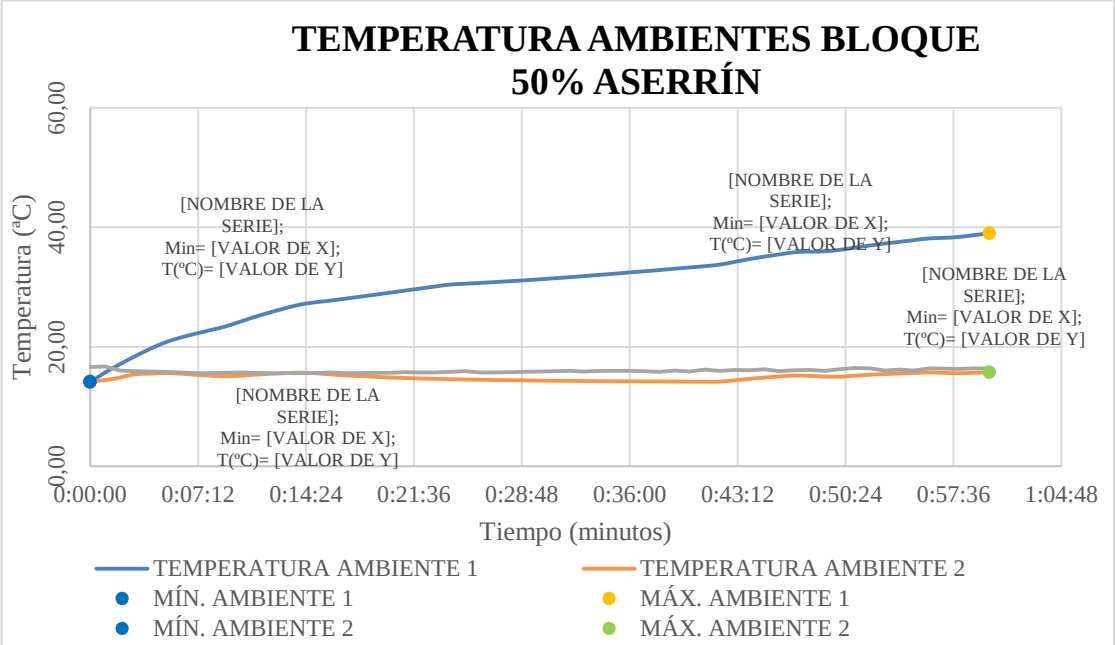
Del mismo modo la temperatura en el Ambiente 1 donde se aplicó la fuente de calor los valores varían entre 14.07 y 39.00 °C. En el Ambiente 2 de la Cámara de Ensayo los valores fluctúan entre 14.16 y 15.74 °C, dándonos una diferencia máxima ΔT (máx.) de 23.26 °C. La temperatura exterior de la Cámara de Ensayo tiene valores que varía entre 15.56 y 16.69 °C teniendo como promedio un valor de 15.93 °C.

Gráfico No 14. Ensayo térmico caras pared bloque 50% de Aserrín



Fuente: Jorge Morales

Gráfico No 15. Ensayo térmico ambientes pared bloque 50% de Aserrín



Fuente: Jorge Morales

Tabla No 45. Coeficiente de Conductividad Térmica, bloque 50% de Aserrín

COEFICIENTE DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE PARED 50% ASERRÍN NCH 851			
SIMBOLO	**DATOS**		**UNIDAD**
φ	**Flujo Térmico**	600	W
A	**Área de la Muestra**	0.56	m²
q	**Densidad de Flujo Térmico**	1071.43	W/m²
	ºk	273	ºK
Δ T	**Δ T (Max.)**	298.25	ºk
e	**Espesor Muestra**	0.15	m
λ	**Coef. Conductividad Térmica**	0.539	W/(m² K)

Fuente: Jorge Morales

En la Tabla 58. Se puede observar que el coeficiente de conductividad térmica según la NCH. 851 de la pared elaborada con bloques 50% de Aserrín presenta un valor de 0.539 $\frac{W}{m^2 * °K}$

- **Ensayo Térmico pared bloque 75 % de Aserrín**

Tabla No 46. Ensayo de temperatura, bloque 75% de aserrín

ENSAYO DE TEMPERAURA PARED BLOQUE 75% ASERRÍN NCH 849		
VALOR	**TEMP. CARA 1 (°C)**	**TEMP. CARA 2 (°C)**
MÍNIMO	23.86	13.71
MÁXIMO	51.26	15.48
PROMEDIO	41.98	14.57
DIFERENCIA	35.78	
ENSAYO DE TEMPERAURA PARED BLOQUE 75% ASERRÍN		
VALOR	**TEMP. AMBIENTE 1 (°C)**	**TEMP. AMBIENTE 2 (°C)**
MÍNIMO	19.67	15.10
MÁXIMO	52.38	16.36
PROMEDIO	39.61	15.56
DIFERENCIA	36.02	
ENSAYO DE TEMPERAURA PARED BLOQUE 75% ASERRÍN		
VALOR	**TEMP. EXTERIOR (°C)**	
MÍNIMO	15.67	
MÁXIMO	16.02	
PROMEDIO	15.79	

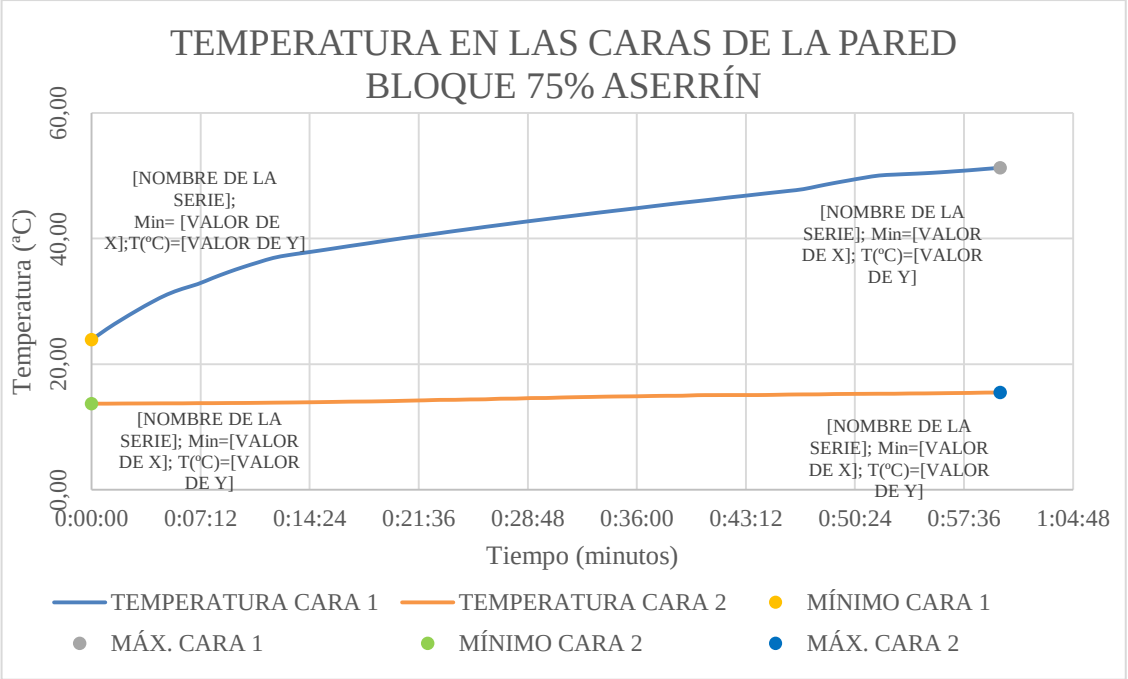
Fuente: Jorge Morales

En la Tabla 59. Se puede apreciar que la temperatura en la Cara 1 donde se aplicó la fuente de calor los valores varía entre 23.86 y 51.26 °C. En la Cara 2 de la pared los valores fluctúan entre 13.71 y 15.48 °C, dándonos una diferencia máxima ΔT (máx.) de 35.78 °C.

Del mismo modo la temperatura en el Ambiente 1 donde se aplicó la fuente de calor los valores varían entre 19.67 y 52.38 °C. En el Ambiente 2 de la Cámara de Ensayo los valores fluctúan entre 15.10 y 16.36 °C, dándonos una diferencia máxima ΔT (máx.) de 36.02 °C.

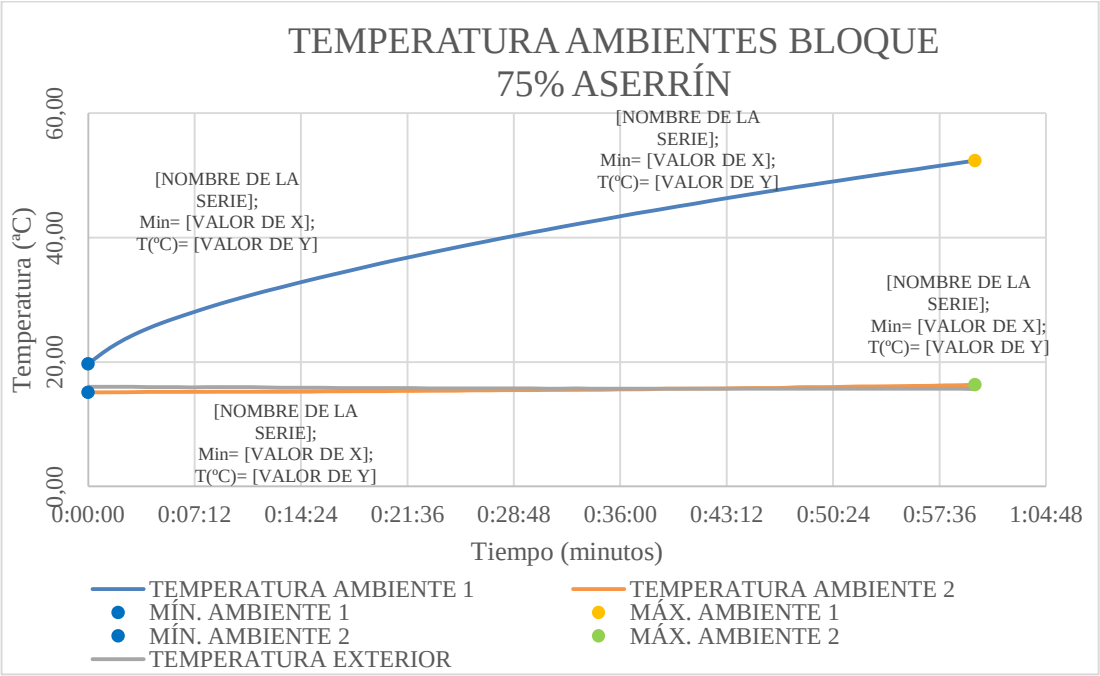
La temperatura exterior de la Cámara de Ensayo tiene valores que varía entre 15.67 y 16.02 °C teniendo como promedio un valor de 15.79 °C.

Gráfico No 16. Ensayo térmico caras pared bloque 75% de Aserrín



Fuente: Jorge Morales

Gráfico No 17. Ensayo térmico ambientes pared bloque 75% de Aserrín



Fuente: Jorge Morales

Tabla No 47. Coeficiente de Conductividad Térmica, bloque 75% de Aserrín

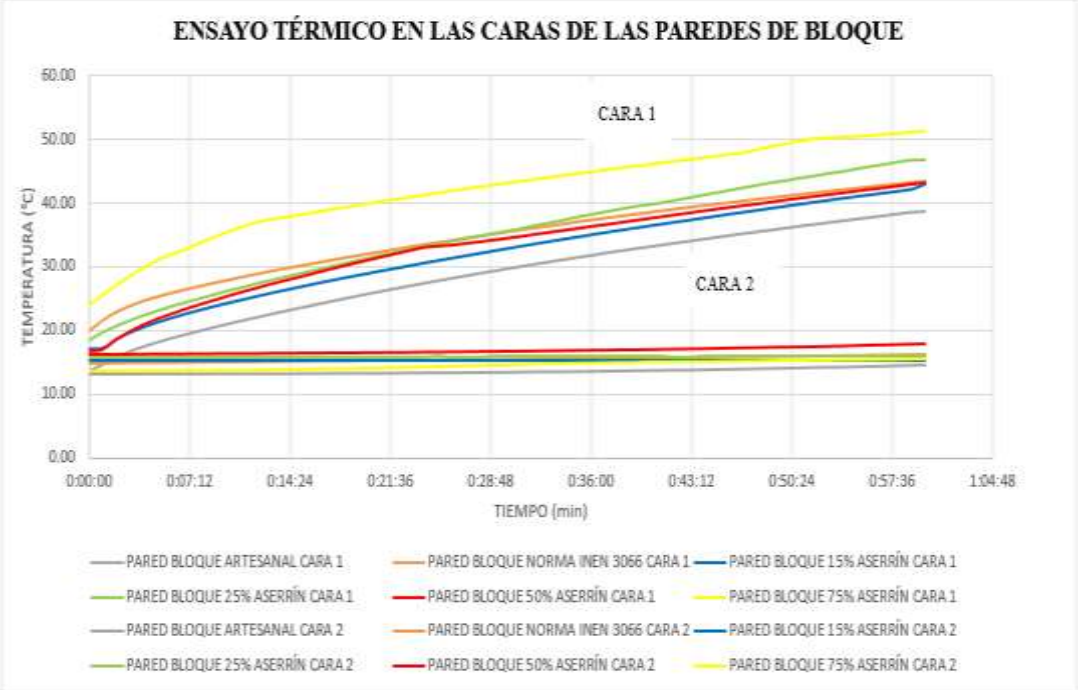
COEFICIENTE DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE PARED 75% ASERRÍN NCH 851			
SIMBOLO	**DATOS**		**UNIDAD**
φ	**Flujo Térmico**	600	W
A	**Área de la Muestra**	0.56	m²
q	**Densidad de Flujo Térmico**	1071.43	W/m²
	ºk	273	ºK
Δ T	**Δ T (Max.)**	308.78	ºk
e	**Espesor Muestra**	0.15	m
λ	**Coef. Conductividad Térmica**	0.520	W/(m² K)

Fuente: Jorge Morales

En la *Tabla 60.* Se puede observar que el coeficiente de conductividad térmica según la NCH. 851 de la pared elaborada con bloques 75% de Aserrín presenta un valor de 0.520 $\frac{W}{m^2 * °K}$

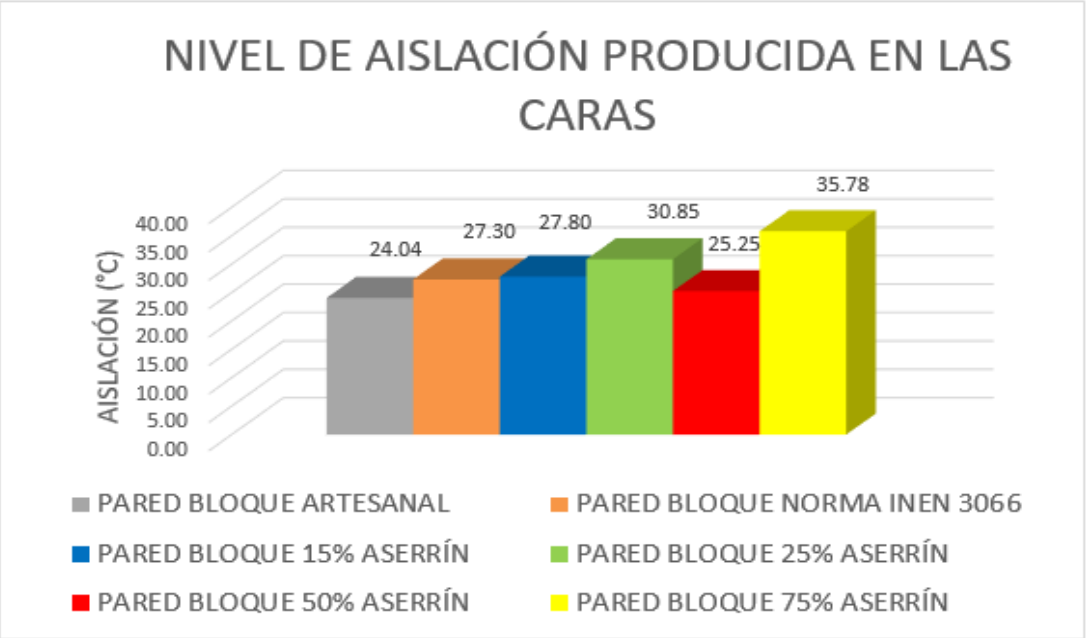
3.1.18.1. Resumen de ensayo de Variación Térmica

Gráfico No 18. Ensayo térmico en las caras de las paredes de bloque



Fuente: Jorge Morales

Gráfico No 19. Aislación Producida en las Caras



Fuente: Jorge Morales

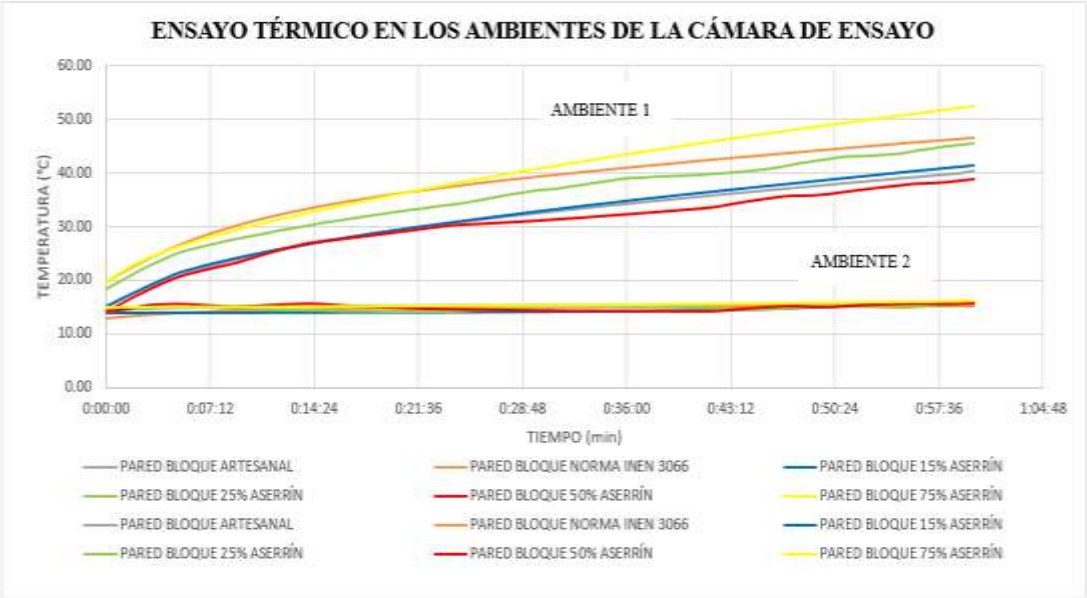
Tabla No 48. Análisis Térmico en las caras y Coeficiente de Conductividad Térmica

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
Resumen de Análisis Térmico en las caras y Coeficiente de Conductividad Térmica en paredes

	BLOQUE INEN 3066		BLOQUE ARTESANAL		BLOQUE 15% ASERRÍN		BLOQUE 25% ASERRÍN		BLOQUE 50% ASERRÍN		BLOQUE 75% ASERRÍN	
	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	43.10	15.30	46.75	15.90	43.21	17.96	51.26	15.48
Mínimo	19.78	14.84	13.68	13.20	17.10	15.20	18.50	15.80	16.80	16.31	23.86	13.71
Promedio	34.59	15.47	28.78	13.67	32.05	15.24	34.97	15.85	33.23	16.90	41.98	14.57
Δ T (Max)	27.3		24.04		27.80		30.85		25.25		35.78	
λ	0.535		0.541		0.534		0.529		0.539		0.520	

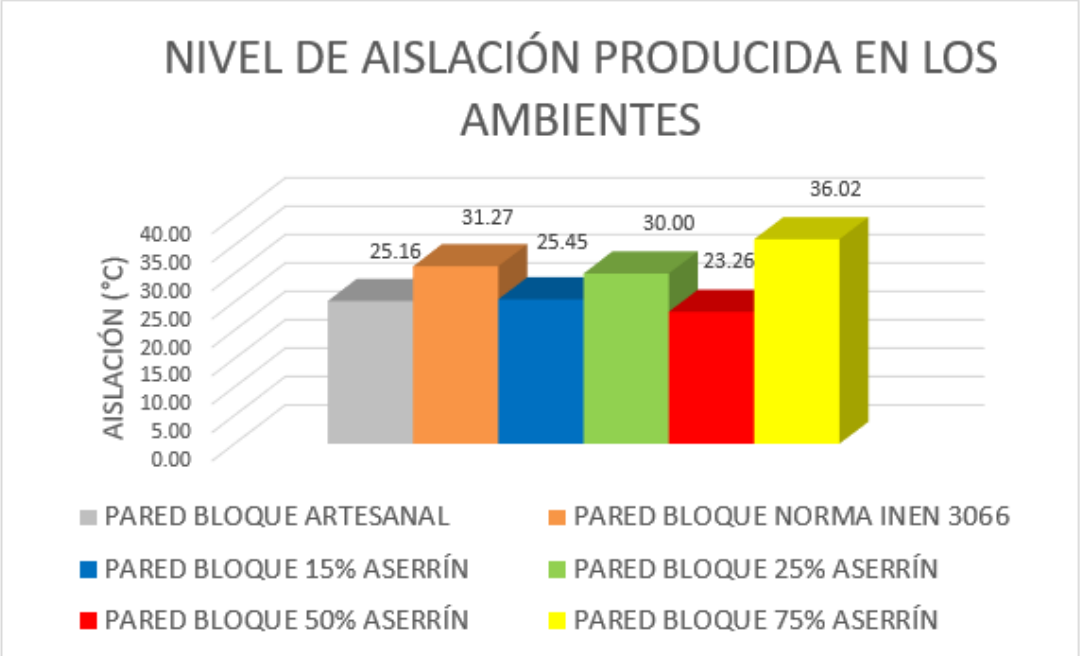
Fuente: Jorge Morales

Gráfico No 20. Ensayo térmico en los ambientes de la cámara de ensayo



Fuente: Jorge Morales

Gráfico No 21. Nivel de Aislación en los ambientes de la cámara de ensayo



Fuente: Jorge Morales

Tabla No 49. Análisis Térmico en las caras y Coeficiente de Conductividad Térmica

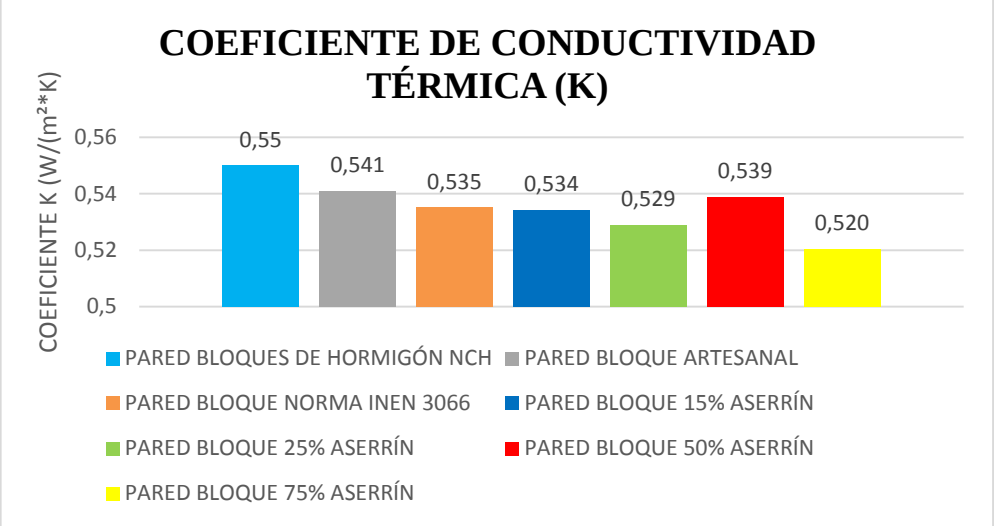
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
Resumen de Variación Térmica en los ambientes

	BLOQUE INEN 3066		BLOQUE ARTESANAL		BLOQUE 15% ASERRÍN		BLOQUE 25% ASERRÍN		BLOQUE 50% ASERRÍN		BLOQUE 75% ASERRÍN	
	Temp. Amb. 1 (°C)	Temp. Amb. 2 (°C)	Temp. Amb. 1 (°C)	Temp. Amb. 2 (°C)	Temp. Amb. 1 (°C)	Temp. Amb. 2 (°C)	Temp. Amb. 1 (°C)	Temp. Amb. 2 (°C)	Temp. Amb. 1 (°C)	Temp. Amb. 2 (°C)	Temp. Amb. 1 (°C)	Temp. Amb. 2 (°C)
Máximo	46.59	15.32	40.53	15.37	41.37	15.92	45.50	15.50	39.00	15.74	52.38	16.36
Mínimo	19.56	12.87	15.11	14.51	15.06	13.98	18.30	14.20	14.07	14.16	19.67	15.10
Promedio	37.76	14.86	31.33	15.18	31.77	14.45	35.37	14.84	30.35	14.91	39.61	15.56
Δ T (Max)	31.27		25.16		25.45		30.00		23.26		36.02	

Fuente: Jorge Morales

Como resultado de los ensayos se obtuvo que la pared de bloques elaborada con 75 % de aserrín tuvo un aislamiento térmico en sus caras de 35.78 °C al alcanzar la máxima temperatura al final del ensayo, por lo que se establece que es la que mejor aislamiento térmico posee, sin embargo, la resistencia a la compresión de este tipo de panel es muy bajo, por lo que su uso para construcciones se descarta. De igual modo, se resume que para el ensayo de temperatura ambiente 1 y 2, la pared con 75 % e aserrín es el que mejor aísla con un valor de 30.02 °C, sin embargo, los resultados de este ensayo se descartan, puesto que la resistencia que presenta el mismo ante la compresión, es muy baja.

Gráfico No 22. Coeficiente de conductividad térmica de las paredes de bloque



Fuente: Jorge Morales

Teniendo en cuenta los resultados el Grafico 28. Podemos analizar que el coeficiente de conductividad térmica de las diferentes paredes elaboradas en esta investigación varía de acuerdo al porcentaje de aserrín que se le agrego, es por ello que el bloque con 75% de Aserrín con K =0.520 $\frac{W}{m^2*°K}$ es el que menor valor presenta, sin embargo es descartado debido a que su resistencia a la compresión analizada anteriormente es muy baja y por lo cual se considera que el bloque con 25% de aserrín es más óptimo con K= 0.529 $\frac{W}{m^2*°K}$ que está por debajo de un bloque de hormigón con áridos ligeros que según la NCH 853 el valor K = 0.550 $\frac{W}{m^2*°K}$.

Tabla No 50. Coeficiente de Conductividad Térmica de Materiales

Material	Densidad aparente kg/m³	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

Fuente: NCH 853

3.1.19. Ensayo Acústico

Una vez realizado los Ensayos Térmicos, se procede a realizar el ensayo acústico, para ello, se utiliza el difusor de sonido mencionado en el capítulo anterior de la presente investigación con un ruido (rosa) permanente que es una simulación de del ruido de tráfico vehicular.

Por medio de los ensayos acústicos se obtuvieron los siguientes resultados:

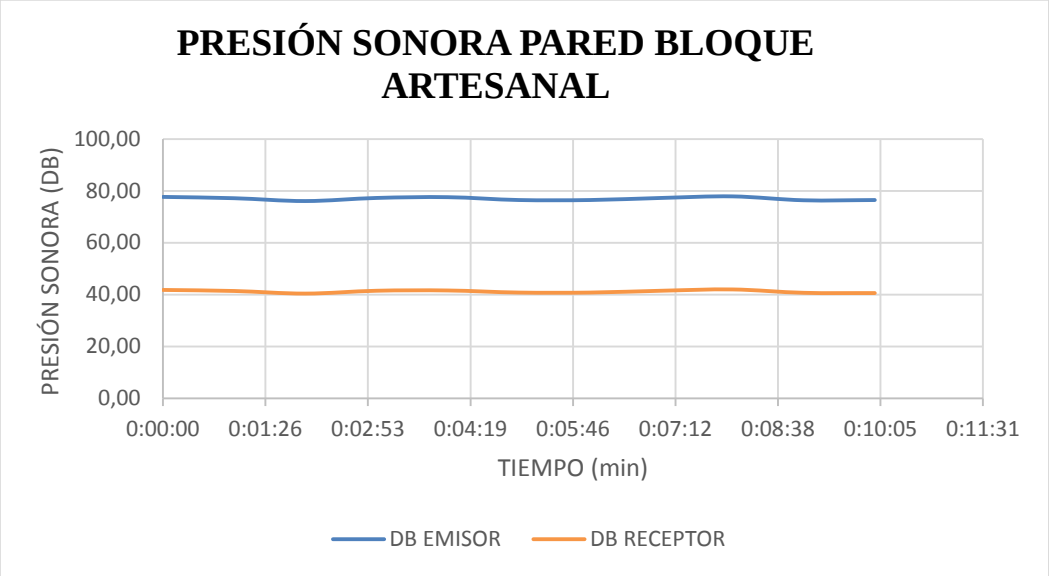
- **Ensayo acústico pared bloque Artesanal**

Tabla No 51. Ensayo acústico pared bloque comprado

ENSAYO ACÚSTICO PARED BLOQUE ARTESANAL NCH 2786 , NCH 2865		
TIEMPO (min)	**dB EMISOR**	**dB RECEPTOR**
0:00:00	77.70	41.80
0:01:00	77.20	41.40
0:02:00	76.10	40.40
0:03:00	77.30	41.50
0:04:00	77.60	41.60
0:05:00	76.50	40.80
0:06:00	76.50	40.80
0:07:00	77.30	41.50
0:08:00	77.90	42.00
0:09:00	76.40	40.70
0:10:00	76.50	40.60
MÍNIMO	76.10	40.40
MÁXIMO	77.90	42.00
PROMEDIO	77.00	41.20
DIFERENCIA	**35.80**	

Fuente: Jorge Morales

Gráfico No 23. Ensayo acústico pared de bloque Artesanal



Fuente: Jorge Morales

En la Tabla 36 se presentan los valores obtenidos mediante el sensor del equipo que se encuentran en dB en la cámara 1 como en la cámara 2 para determinar la diferenciación de presión sonora que se produce entre los dos ambientes ensayados.

Los valores de presión sonora varían entre los 76.10 y 77.90 dB en la cámara de emisión dándonos un promedio de 77.00 dB, mientras que en la cámara de recepción los valores fluctúan entre 40.40 y 42.00 dB dándonos un promedio de 41.20 dB. La diferencia de presión sonora entre las dos cámaras divididas por la pared de bloque artesanas nos arrojó un valor de 35.80 dB.

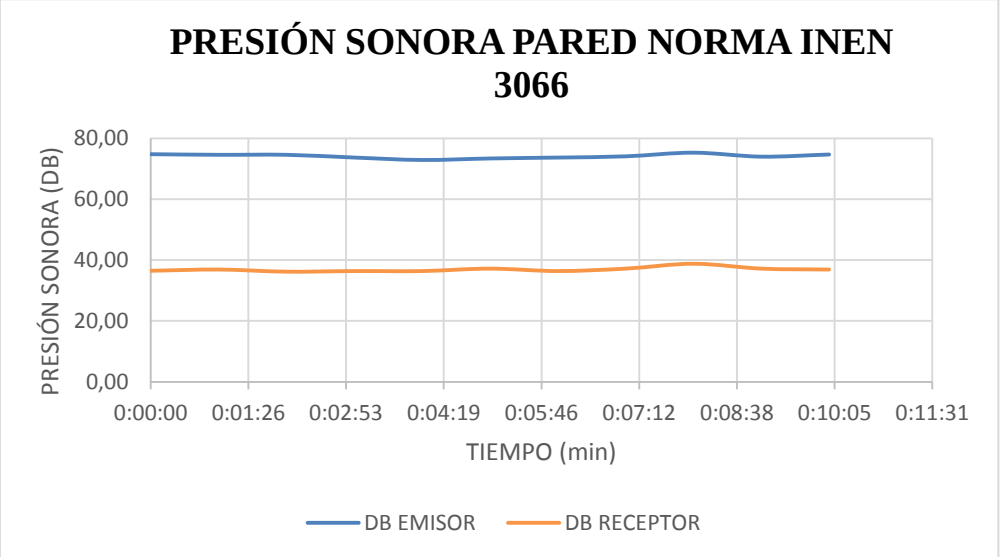
- **Ensayo acústico pared bloque norma INEN 3066**

Tabla No 52. Ensayo acústico pared norma INEN 3066

ENSAYO ACÚSTICO PARED NORMA INEN 3066 NCH 2786 , NCH 2865		
TIEMPO (min)	**dB EMISOR**	**dB RECEPTOR**
0:00:00	74.80	36.50
0:01:00	74.60	36.90
0:02:00	74.60	36.20
0:03:00	73.70	36.40
0:04:00	72.90	36.40
0:05:00	73.40	37.20
0:06:00	73.70	36.40
0:07:00	74.10	37.20
0:08:00	75.30	38.80
0:09:00	74.00	37.20
0:10:00	74.70	36.90
MÍNIMO	72.90	36.20
MÁXIMO	75.30	38.80
PROMEDIO	74.10	37.50
DIFERENCIA	**36.60**	

Fuente: Jorge Morales

Gráfico No 24. Ensayo acústico pared norma INEN 3066



Fuente: Jorge Morales

En la *Tabla 38* se presentan los valores obtenidos mediante el sensor del equipo que se encuentran en dB en la cámara 1 como en la cámara 2 para determinar la diferenciación de presión sonora que se produce entre los dos ambientes ensayados.

Los valores de presión sonora varían entre los 72.90 y 75.30 dB en la cámara de emisión dándonos un promedio de 74.10 dB, mientras que en la cámara de recepción los valores fluctúan entre 36.20 y 38.80 dB dándonos un promedio de 37.50 dB. La diferencia de presión sonora entre las dos cámaras divididas por la pared de bloque norma INEN 3066 nos arrojó un valor de 36.60 dB.

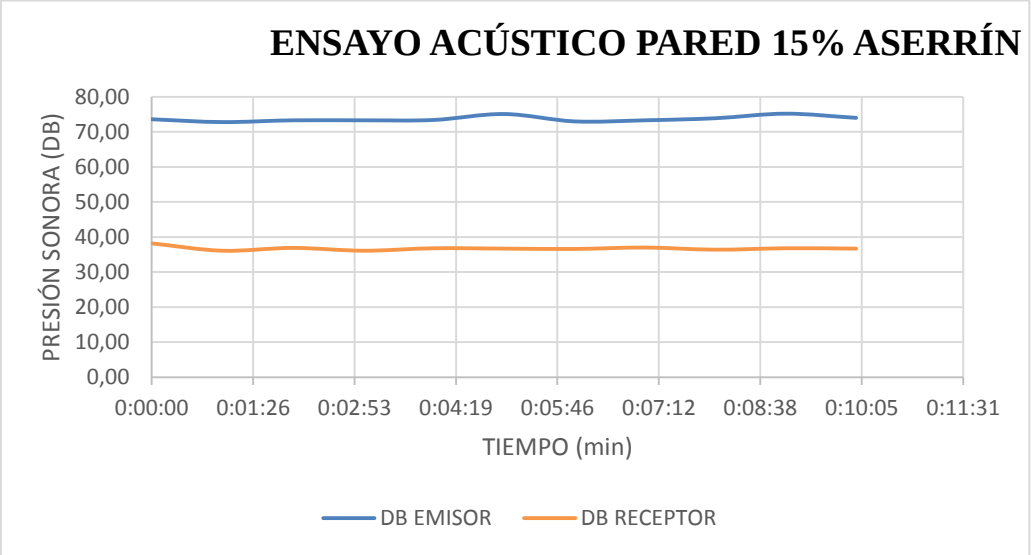
- **Ensayo acústico pared bloque 15% Aserrín**

Tabla No 53. Ensayo acústico 15 % de aserrín

ENSAYO ACÚSTICO PARED 15% ASERRÍN NCH 2786 , NCH 2865		
TIEMPO (min)	**dB EMISOR**	**dB RECEPTOR**
0:00:00	73.60	38.2
0:01:00	72.80	36.1
0:02:00	73.30	36.9
0:03:00	73.30	36.1
0:04:00	73.40	36.8
0:05:00	75.10	36.7
0:06:00	73.00	36.6
0:07:00	73.30	37
0:08:00	73.90	36.4
0:09:00	75.20	36.8
0:10:00	74.00	36.7
MÍNIMO	72.80	36.10
MÁXIMO	75.20	38.20
PROMEDIO	74.00	37.15
DIFERENCIA	**36.85**	

Fuente: Jorge Morales

Gráfico No 25. Ensayo acústico pared 15 % de aserrín



Fuente: Jorge Morales

En la *Tabla 40* se presentan los valores obtenidos mediante el sensor del equipo que se encuentran en dB en la cámara 1 como en la cámara 2 para determinar la diferenciación de presión sonora que se produce entre los dos ambientes ensayados.

Los valores de presión sonora varían entre los 72.80 y 75.20 dB en la cámara de emisión dándonos un promedio de 74.00 dB, mientras que en la cámara de recepción los valores fluctúan entre 36.10 y 38.20 dB dándonos un promedio de 37.15 dB. La diferencia de presión sonora entre las dos cámaras divididas por la pared de bloque artesanas nos arrojó un valor de 36.85 dB.

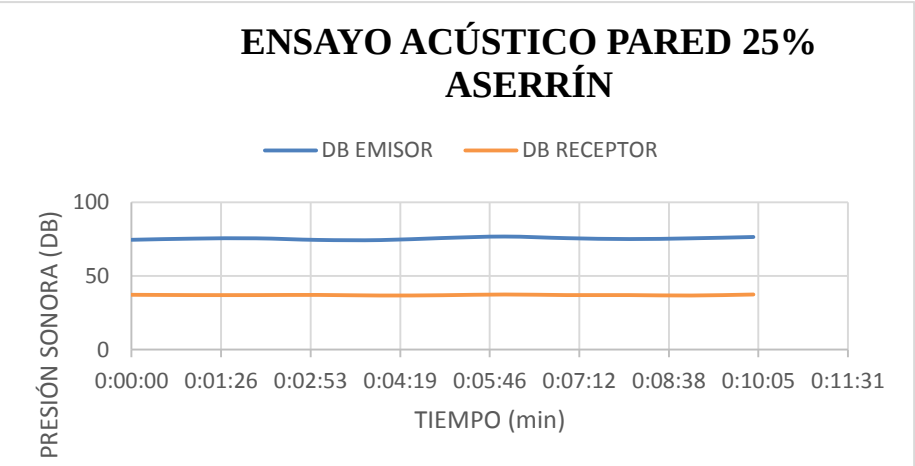
- **Ensayo acústico pared bloque 25% Aserrín**

Tabla No 54. Ensayo acústico 25 % de aserrín

ENSAYO ACÚSTICO PARED 25% ASERRÍN NCH 2786 , NCH 2865		
TIEMPO (min)	**dB EMISOR**	**dB RECEPTOR**
0:00:00	74.5	37.2
0:01:00	75.3	37
0:02:00	75.5	37
0:03:00	74.4	37.1
0:04:00	74.3	36.7
0:05:00	75.7	36.9
0:06:00	76.7	37.4
0:07:00	75.6	37
0:08:00	75	37
0:09:00	75.5	36.7
0:10:00	76.4	37.4
MÍNIMO	74.30	36.70
MÁXIMO	76.70	37.40
PROMEDIO	75.50	37.05
DIFERENCIA	38.45	

Fuente: Jorge Morales

Gráfico No 26. Ensayo acústico pared 25 % de aserrín



Fuente: Jorge Morales

En la *Tabla 42* se presentan los valores obtenidos mediante el sensor del equipo que se encuentran en dB en la cámara 1 como en la cámara 2 para determinar la diferenciación de presión sonora que se produce entre los dos ambientes ensayados.

Los valores de presión sonora varían entre los 74.30 y 76.70 dB en la cámara de emisión dándonos un promedio de 75.50 dB, mientras que en la cámara de recepción los valores fluctúan entre 36.70 y 37.40 dB dándonos un promedio de 37.05 dB. La diferencia de presión sonora entre las dos cámaras divididas por la pared de bloque artesanas nos arrojó un valor de 38.45 dB.

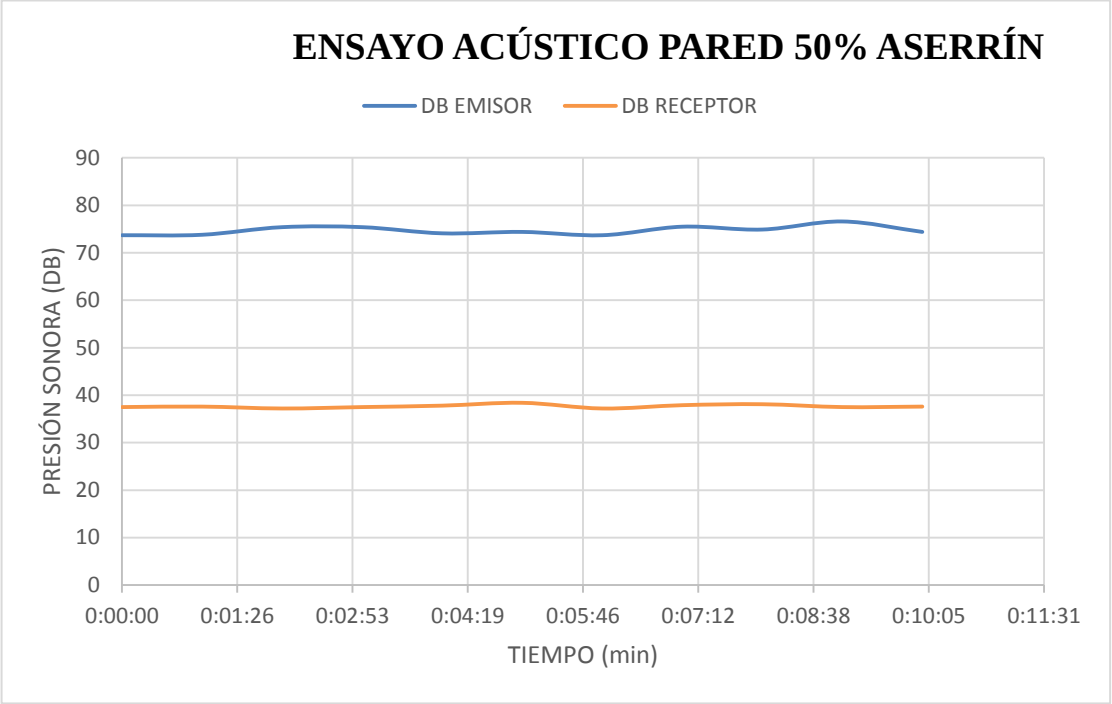
- **Ensayo acústico pared bloque 50% Aserrín**

Tabla No 55. Ensayo acústico 50 % de aserrín

ENSAYO ACÚSTICO PARED 50% ASERRÍN NCH 2786 , NCH 2865		
TIEMPO (min)	**dB EMISOR**	**dB RECEPTOR**
0:00:00	73.7	37.5
0:01:00	73.8	37.6
0:02:00	75.4	37.2
0:03:00	75.4	37.5
0:04:00	74.1	37.8
0:05:00	74.4	38.4
0:06:00	73.7	37.2
0:07:00	75.5	37.9
0:08:00	74.9	38.1
0:09:00	76.6	37.5
0:10:00	74.4	37.6
MÍNIMO	73.70	37.20
MÁXIMO	76.60	38.40
PROMEDIO	75.15	37.80
DIFERENCIA	37.35	

Fuente: Jorge Morales

Gráfico No 27. Ensayo acústico pared 50 % de aserrín



Fuente: Jorge Morales

En la *Tabla 44* se presentan los valores obtenidos mediante el sensor del equipo que se encuentran en dB en la cámara 1 como en la cámara 2 para determinar la diferenciación de presión sonora que se produce entre los dos ambientes ensayados.

Los valores de presión sonora varían entre los 73.70 y 76.60 dB en la cámara de emisión dándonos un promedio de 75.15 dB, mientras que en la cámara de recepción los valores fluctúan entre 37.20 y 38.40 dB dándonos un promedio de 37.80 dB. La diferencia de presión sonora entre las dos cámaras divididas por la pared de bloque artesanas nos arrojó un valor de 37.35 dB.

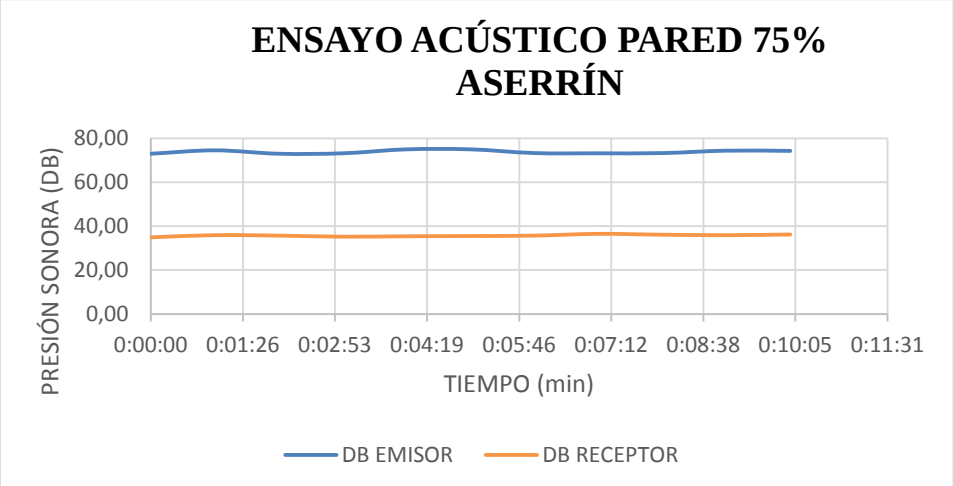
- **Ensayo acústico pared bloque 75% Aserrín**

Tabla No 16. Ensayo acústico 75 % de aserrín

ENSAYO ACÚSTICO PARED 75% ASERRÍN NCH 2786 , NCH 2865		
TIEMPO (min)	**dB EMISOR**	**dB RECEPTOR**
0:00:00	73.00	34.90
0:01:00	74.56	35.90
0:02:00	73.00	35.70
0:03:00	73.20	35.20
0:04:00	75.00	35.40
0:05:00	75.00	35.50
0:06:00	73.30	35.70
0:07:00	73.20	36.50
0:08:00	73.30	36.10
0:09:00	74.40	35.90
0:10:00	74.30	36.20
MÍNIMO	73.00	34.90
MÁXIMO	75.00	36.50
PROMEDIO	74.00	35.70
DIFERENCIA	38.30	

Fuente: Jorge Morales

Gráfico No 28. Ensayo acústico pared 75 % de aserrín



Fuente: Jorge Morales

En la Tabla 46 se presentan los valores obtenidos mediante el sensor del equipo que se encuentran en dB en la cámara 1 como en la cámara 2 para determinar la diferenciación de presión sonora que se produce entre los dos ambientes ensayados.

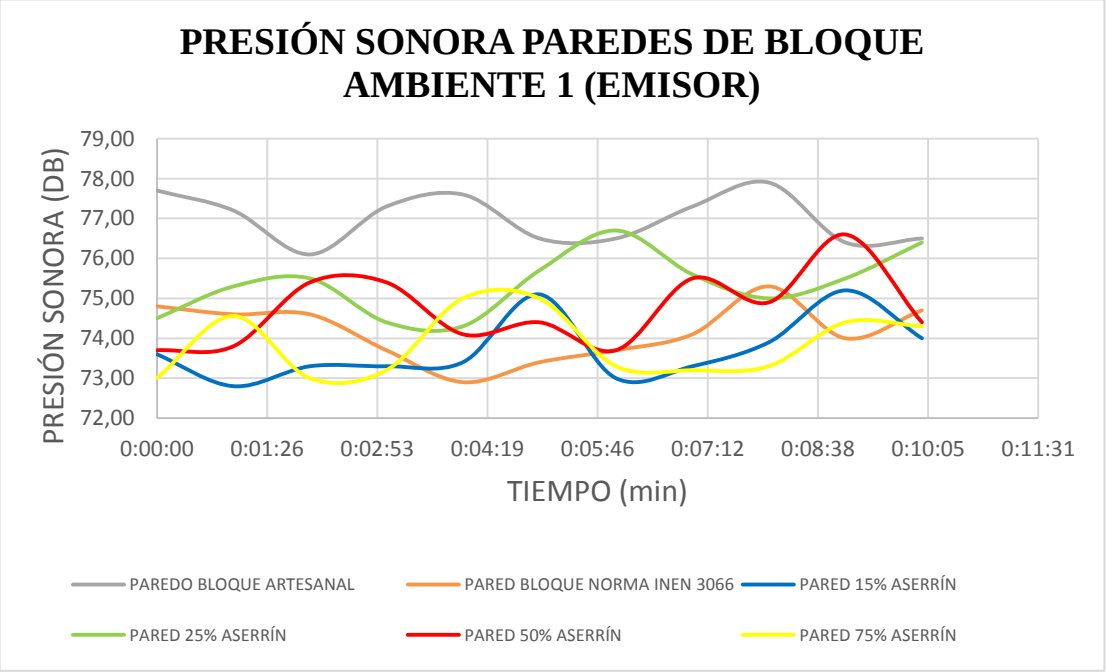
Los valores de presión sonora varían entre los 73.00 y 75.00 dB en la cámara de emisión dándonos un promedio de 74.00 dB, mientras que en la cámara de recepción los valores fluctúan entre 34.90 y 36.50 dB dándonos un promedio de 35.70 dB.

La diferencia de presión sonora entre las dos cámaras divididas por la pared de bloque artesanas nos arrojó un valor de 38.30 dB.

Una vez establecidos los resultados de los ensayos acústicos a las muestras de bloques con aserrín se obtiene que la pared elaborada con 25 % de aserrín tuvo un aislamiento acústico óptimo, con un valor promedio de 38.45 DB, por lo que se considera mejor recibimiento de ondas sonoras en la muestra mencionada, puesto que el valor del recogimiento de ondas es mucho mayor que el propuesto en el bloque con dosificación de mezcla normal, es decir, que la cantidad de ondas sonoras que atravesaron el panel con 25 % permite aislar en mayor magnitud el sonido que se transmite para el mismo.

3.1.19.1. Resumen del Ensayo Acústico en los ambientes de la Cámara

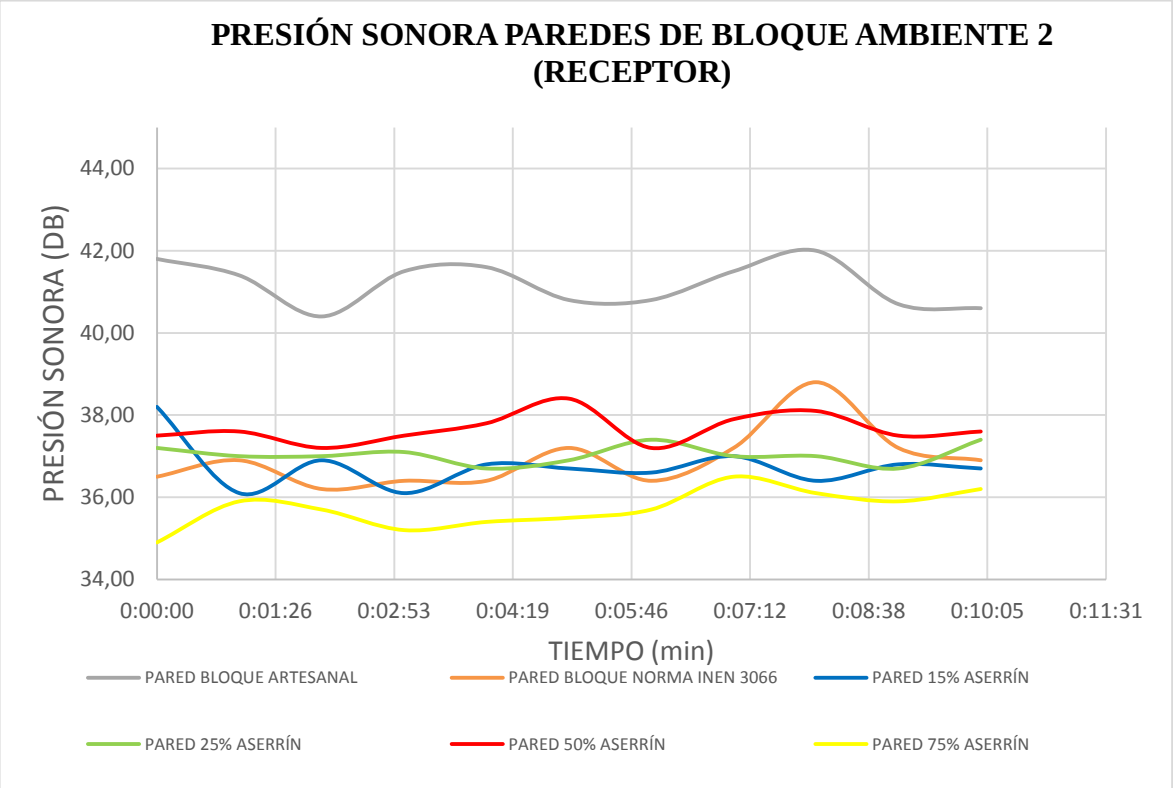
Gráfico No 29. Comparación Ensayo acústico ambiente 1



Fuente: Jorge Morales

En el Gráfico 11 podemos observar la comparación de la difusión de ruido entre los diferentes tipos de paredes de bloques mencionados anteriormente en base al tiempo de ensayo constante que es de 10 min. Estos valores varían entre 70 y 80 dB.

Gráfico No 30. Comparación Ensayo acústico ambiente 2



Fuente: Jorge Morales

En el Gráfico 12 se puede observar la comparación de la recepción de ruido entre los diferentes tipos de paredes de bloques mencionados anteriormente en base al tiempo de ensayo constante que es de 10 min. Estos valores varían entre 34 y 42 dB.

Tabla No 57. Comparación de Valores máximos y mínimos en dB de presión sonora

ENSAYO ACÚSTICO DE PAREDES						
Tipo de	**Bloque**	**Bloque Norma**	**Bloque 15%**	**Bloque 25%**	**Bloque 50%**	**Bloque 75%**

pared	Artesanal		INEN 3066		Aserrín		Aserrín		Aserrín		Aserrín	
valor	dB emisor	dB receptor	dB emisor	dB receptor	dB emisor	dB receptor	dB emisor	dB receptor	dB emisor	dB receptor	dB emisor	dB receptor
Mínimo	76.10	40.40	72.90	36.20	72.80	36.10	74.30	36.70	73.70	37.20	73.00	34.90
Máximo	77.90	42.00	75.30	38.80	75.20	38.20	76.70	37.40	76.60	38.40	75.00	36.50
Promedio	77.00	41.20	74.10	37.50	74.00	37.15	75.50	37.05	75.15	37.80	74.00	35.70
Δ T (Prom)	35.80		36.60		36.85		38.45		37.35		38.30	

Fuente: Jorge Morales

En la pared elaborada con bloque artesanal se obtuvo una presión sonora promedio de 77.00 dB en la cámara 1, mientras que en la cámara 2 se obtuvo una presión sonora promedio de 41.20 dB. La diferencia de presión sonora en este tipo de pared fue de 35.80 dB teniendo una aislación baja de ruido.

En la pared elaborada con bloque norma INEN 3066 se obtuvo una presión sonora promedio de 74.10 dB en la cámara 1, mientras que en la cámara 2 se obtuvo una presión sonora promedio de 37.50 dB. La diferencia de presión sonora en este tipo de pared fue de 36.60 dB teniendo una aislación media de ruido.

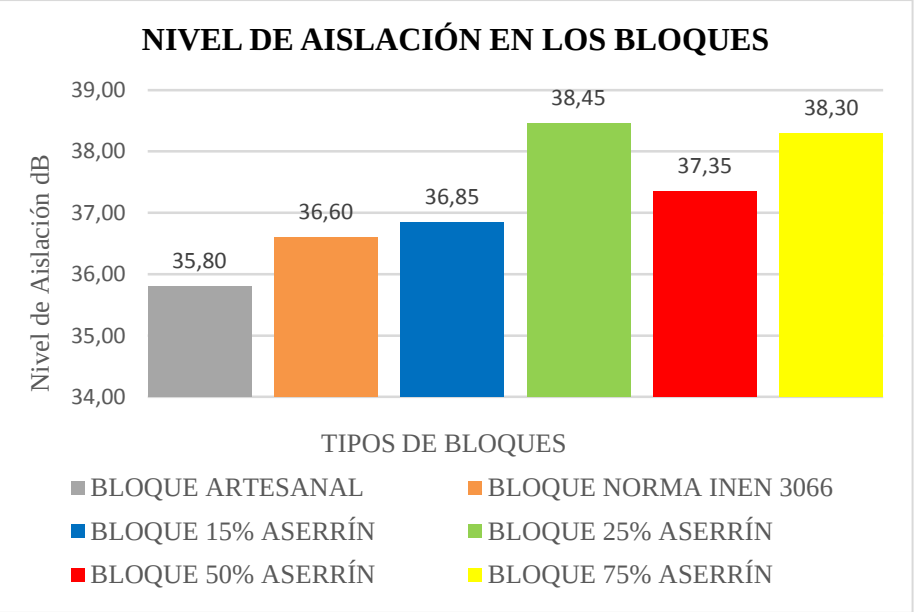
En la pared elaborada con bloque 15% de Aserrín se obtuvo una presión sonora promedio de 74.00 dB en la cámara 1, mientras que en la cámara 2 se obtuvo una presión sonora promedio de 37.15 dB. La diferencia de presión sonora en este tipo de pared fue de 36.85 dB teniendo una aislación media de ruido.

En la pared elaborada con bloque 25% de Aserrín se obtuvo una presión sonora promedio de 75.50 dB en la cámara 1, mientras que en la cámara 2 se obtuvo una presión sonora promedio de 37.05 dB. La diferencia de presión sonora en este tipo de pared fue de 38.45 dB teniendo una aislación alta de ruido y la mejor aislación acústica respecto a las demás paredes.

En la pared elaborada con bloque 50% de Aserrín se obtuvo una presión sonora promedio de 75.15 dB en la cámara 1, mientras que en la cámara 2 se obtuvo una presión sonora promedio de 37.80 dB. La diferencia de presión sonora en este tipo de pared fue de 37.35 dB teniendo una aislación media alta de ruido.

En la pared elaborada con bloque 75% de Aserrín se obtuvo una presión sonora promedio de 74.00 dB en la cámara 1, mientras que en la cámara 2 se obtuvo una presión sonora promedio de 35.70 dB. La diferencia de presión sonora en este tipo de pared fue de 38.30 dB teniendo una aislación alta de ruido.

Gráfico No 31. Nivel de Aislación de los Bloques

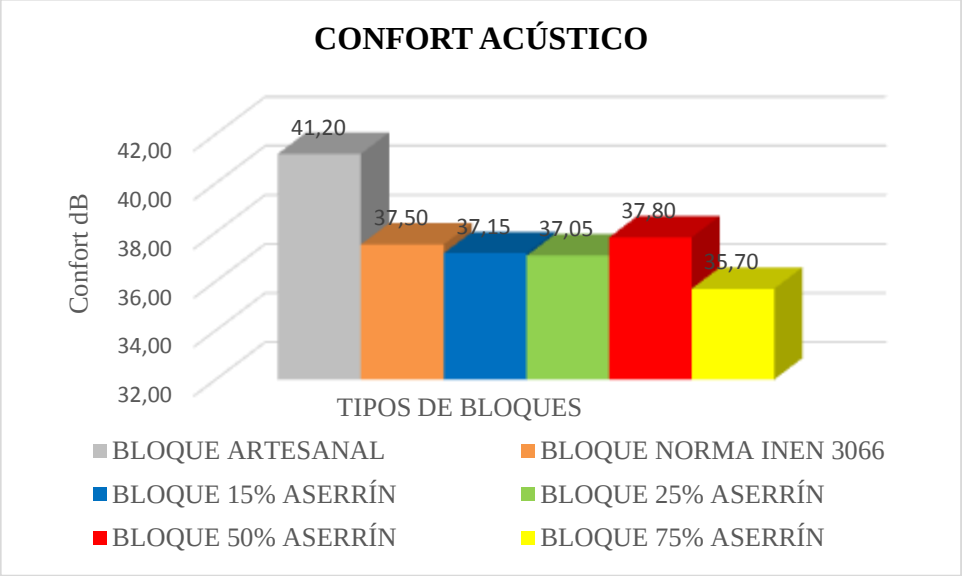


Fuente: Jorge Morales

Dentro de las paredes compuestas por diferentes tipos de bloques en esta investigación se puede mencionar que la pared con bloque de 25% de Aserrín nos da resultados óptimos en este ensayo al tener 38.45 dB en relación a una pared con bloque artesanal que únicamente produce una aislación de 35.80 dB, es decir que mientras más alto sea el valor que retiene la pared mayor será la aislación producida.

- **Análisis del confort acústico**

Gráfico No 32. Confort Acústico en los ambientes



Haciendo referencia a la normativa NEC 11 en el capítulo 13 de Eficiencia Energética se establece que el nivel de ruido adecuado en una vivienda debe ser máximo de 50 dB, por lo cual los bloques analizados en el Gráfico N°14 cumplen con dicha normativa, sin embargo lo que se busca es mejorar el confort acústico por lo que se considera que el bloque con 75% de adición de Aserrín posee el mejor comportamiento acústico con 35.70 dB muy debajo de lo que establece NEC 11.

3.2 Hipótesis

En relación con los planteamientos realizados y en función de darle respuesta a los objetivos, se fórmula la siguiente hipótesis:

La adición de aserrín y poliestireno como sustituto de agregado parcial en la elaboración de bloques influye en la variación de la temperatura y en el

acondicionamiento acústico de los mismos.

3.3 Verificación de hipótesis

El bloque de aserrín y poliestireno como sustituto de agregado parcial influye en la variación de la temperatura y en el acondicionamiento acústico de los mismos.

CAPÍTULO IV. – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- La utilización de materiales reciclables como el aserrín y el poliestireno para la fabricación de bloques alivianados en algunas ocasiones no suelen ser representativos en el ámbito de la salud, es decir, no producen ningún daño colateral, por lo que la propuesta de investigación es factible en el ámbito social.
- En los resultados de los ensayos de compresión, el bloque Norma INEN 3066 tipo B posee una resistencia a la compresión de 42.62 Kg/cm² por lo cual el bloque con 15 % de sustitución de aserrín posee menor capacidad de resistencia a la compresión con un valor de 24.65 Kg/cm², por lo que se determinó que puede ser utilizado como un bloque tipo C en la construcción, la resistencia de los mampuestos disminuye mientras más aserrín se sustituye.
- Con respecto al ensayo de temperatura se concluye que el bloque con 75 % de sustitución de aserrín posee mayor capacidad aislante que los demás bloques ensayados, teniendo un resultado final de 35.78 °C de aislación en ambas caras y 36.02 °C de aislación en ambientes.
- Se analizó el coeficiente de conductiva térmica de las paredes de mampostería y se concluyó que la pared conformada por bloques de 75% de sustitución de aserrín posee el coeficiente más bajo con un valor de 0.520 $\frac{W}{m^2 * °K}$ a comparación del coeficiente establecido en la NCh de 0.55 $\frac{W}{m^2 * °K}$.
- En cuanto al ensayo acústico, se concluye que el bloque con 25 % de sustitución de aserrín posee la mayor capacidad aislante en el ámbito acústico teniendo un resultado de 38.45 dB de aislación en relación al bloque Noma INE 3066 que posee un valor inferior de 36.60 dB.
- Finalmente se concluye que el bloque con 75 % de aserrín a pesar de poseer una capacidad aislante elevada, no es recomendado para la construcción, puesto que su capacidad de resistencia a la compresión es menor a 10 kg/cm2

y podría generar un accidente fatal si estos son utilizados en la construcción. Así mismo, el bloque con 25 % de sustitución de aserrín es el más recomendable debido a sus propiedades acústicas y térmicas son mejores que las del bloque artesanal y bloque Norma INEN 3066.

4.2 RECOMENDACIONES

- Luego de ser recolectada y analizada la información, se pudo observar la influencia del aserrín en la mezcla de bloques, por lo que se establecen ciertas recomendaciones:
- Una vez determinada la resistencia a la compresión, es recomendable no exceder la cantidad de dosificación expuesta al 15 % y 25 % de aserrín, puesto que la alteración de la mezcla podría disminuir de manera considerable la resistencia de los mismos.
- Se recomienda, realizar ensayos de laboratorio de manera detallada a cada una de las muestras a utilizar, debido a que por medio de estos pueden obtenerse las propiedades reales de cada uno y la capacidad que cada uno pueda alcanzar en cuando a humedad y densidad.
- Se recomienda verificar la dosificación correcta para obtener capacidades aislantes correctas. A su vez, se recomienda realizar estudios rigurosos que indiquen nuevos materiales para mejorar las condiciones térmicas y acústica, debido a que, con un porcentaje alta de aserrín como aislante, el bloque pierde su resistencia.
- Se recomienda realizar un análisis comparativo de costo entre los bloques artesanales y los bloques conformados por Aserrín y Poliestireno.
- Se recomienda realizar un análisis de los mampuestos con sustitución de aserrín con respecto a su comportamiento en el frio para determinar si se pueden obtener mejore resultados que los bloques artesanales.

B. MATERIALES DE REFERENCIA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] R. Gaggino y R. Arguello , Aplicación de material plástico reciclado en elementos constructivos a base de cemento, 2007.

[2] K. Avila, A. Cordova y D. Manuel, Caracterización de morteros de cemento con la incorporación de material plastico reciclado, Venezuela: LUZ , 2014.

[3] D. C. D. Carrera., "Bases de Diseño Para la Construcción Sostenible con Bloque Alivianado con Poliestireno", Quito, Ecuador,: Faculta de Ingeniería Ciencias Físicas y Matemáticas., Universidad Central del Ecuador,, 2016..

[4] K. G. N. Torres, "Estudio de la aplicación del olote o tusa de maíz para la reducción del color en aguas residuales de la hilandería Guijarro cantón Guano", Ecuador: Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo, 2015.

[5] L. Garcés, «Hormigón de Aserrín,» Chile, 2004.

[6] S. Cynthia, Comportamiento del aserrín sobre la resistencia a la compresión, absorción, densidad y asentamiento del concreto para bloques en la construcción, Trujillo, 2017.

[7] NTE INEN 3066., Bloques de Hormigón. Requisitos y Métodos de Ensayo., Quito, Pichincha, (2016).

[8] Aceros Arequipa, Manual de construcción para propietarios., Arequipa , 2017.

[9] A. Aguilar Carranza , R. Chávez Gutierrez, F. Flores Mariño y V. Romero Pompa, «Panel Aislante Acúustico y Térmico reutilizando botellas plásticas (PET)».

[10] J. Sierra, Análisis comparativo entre bloques de concreto tradicional y bloques alivianados con poliestireno, Quito, Pichincha, 2014, p. 163.

[11] Universidad Técnica de Ambato, Indicador de equipamientos de laboratorio de ensayo de materiales, Ambato, 2018, p. 35.

[12] J. Gávilan , Evaluación térmica y acústica de paneles fabricados con ladrillos ecológicos, Chile , 2014.

[13] INEC, «Instituto Nacional de Estadisticas y Censos,» 18 Enero 2018. [En línea]. Available: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Libros/Libros_ni%C3%B1os/inec_va_a_la_escuela%20reducido.pdf.

[14] J. Moya y D. D. C. Carrera, Bases de diseño para la construcción sostenible con bloque alivianado con poliestireno., Quito, Pichincha : UCE , 2016.

[15] B. Treviño, Integración de aserrín en la fabricación de bloques de concreto, Quito , 2009.

[16] N. Martinez, «COnstrucción con Paneles Estructurales de Poliestireno expandido,» Cartagena, 2012.

[17] Velosa, «Velosa Sistemas Constructivos,» 04 Abril 2018. [En línea]. Available: https://www.velosa.com.mx/. [Último acceso: 2018 Septiembre 27].

[18] D. Carrera, «Bases de diseño para la construcción sostenible con bloque alivianado con poliestireno,» Universidad Central del Ecuador , Quito, 2016.

[19] J. R. D. G. J. Flores, "Elaboración y uso de bloques de hormigón y bloques de arcilla en mampostería", Guayaquil, Ecuador: Tesis de Ingeniería, Facultad Ingeniería Ciencias de la Tierra, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2011.

[20] J. R. G. Valdés, «"Propiedades Físicas y Mecánicas de Bloques de Hormigón Compuestos con Áridos Reciclados",» Ingeniería de Obras Civiles, Universidad de la Frontera [On-line]. , 12 Enero 2012. [En línea]. Available: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-. [Último acceso: 10 diciembre 2018].

[21] A. Aguilar, R. Chávez , V. Romero y F. Flores, «Panel Aislante Acústico y Térmico reutilizando botellas plásticas (PET),» 2016.

[22] E. Velastegui, DETERMINACIÓN DE DOSIFICACIÓN PARA ELABORAR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN QUE CUMPLAN CON LA ACTUAL NORMA INEN 3066., Quito, Pichincha, 2018, p. 206.

[23] J. R. G. Valdés, « “Propiedades Físicas y Mecánicas de Bloques de Hormigón Compuestos con Áridos Reciclados”,» Ingeniería de Obras Civiles, Universidad de la Frontera [On-line]. , [En línea]. Available: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-. [Último acceso: 10 diciembre 2018].

[24] H. Azuaje y E. Estaba , Determinación del valor California Bearing Ratio en la locación petrolerá 841 del Municipio La Cañada de Urdaneta, Cabimas, Zulia , 2016.

ANEXOS

Anexo 1. Ensayo Térmico Bloque Artesanal

PARED BLOQUE ARTESANAL					
Tiempo (s)	**Temperatura Cara 1 (°C)**	**Temperatura Cara 2 (°C)**	**Temperatura Ambiente 1 (°C)**	**Temperatura Ambiente 2 (°C)**	**Temperatura Exterior (°C)**
0:00:00	13.68	13.22	15.11	14.51	15.20
0:01:00	14.69	13.21	16.42	14.61	15.16
0:02:00	15.88	13.23	17.58	14.69	15.06
0:03:00	16.80	13.20	18.68	14.77	15.06
0:04:00	17.57	13.22	19.71	14.82	15.00
0:05:00	18.25	13.24	20.67	14.87	14.97
0:06:00	18.88	13.25	21.56	14.93	15.01
0:07:00	19.45	13.23	22.38	14.97	14.92
0:08:00	20.01	13.24	23.14	15.00	14.91
0:09:00	20.56	13.25	23.82	15.03	14.86
0:10:00	21.09	13.26	24.47	15.06	14.95
0:11:00	21.60	13.28	25.08	15.09	14.86
0:12:00	22.09	13.29	25.63	15.11	14.81
0:13:00	22.57	13.27	26.18	15.14	14.81
0:14:00	23.06	13.28	26.68	15.15	14.91
0:15:00	23.52	13.29	27.16	15.16	14.91
0:16:00	23.98	13.31	27.63	15.17	14.94
0:17:00	24.45	13.32	28.07	15.19	14.97
0:18:00	24.91	13.34	28.48	15.19	14.95
0:19:00	25.35	13.32	28.90	15.20	14.88
0:20:00	25.80	13.33	29.28	15.21	14.95
0:21:00	26.20	13.35	29.66	15.22	14.83
0:22:00	26.64	13.37	30.02	15.22	14.93
0:23:00	27.05	13.39	30.37	15.24	14.91
0:24:00	27.44	13.41	30.72	15.24	14.97
0:25:00	27.85	13.43	31.06	15.24	15.01
0:26:00	28.24	13.42	31.39	15.24	14.95
0:27:00	28.63	13.44	31.72	15.24	14.96
0:28:00	29.01	13.46	32.02	15.25	14.94
0:29:00	29.38	13.49	32.33	15.25	15.13
0:30:00	29.75	13.51	32.63	15.25	15.23

0:31:00	30.10	13.53	32.92	15.26	15.08
0:32:00	30.47	13.57	33.21	15.26	15.16
0:33:00	30.82	13.60	33.50	15.26	15.19
0:34:00	31.16	13.59	33.78	15.26	15.42
0:35:00	31.50	13.62	34.07	15.27	15.16
0:36:00	31.84	13.66	34.33	15.26	15.42
0:37:00	32.19	13.69	34.61	15.27	15.14
0:38:00	32.51	13.72	34.88	15.27	15.40
0:39:00	32.84	13.76	35.14	15.27	15.18
0:40:00	33.14	13.79	35.40	15.27	15.36
0:41:00	33.45	13.83	35.67	15.27	15.51
0:42:00	33.75	13.87	35.93	15.28	15.25
0:43:00	34.06	13.87	36.19	15.29	15.63
0:44:00	34.38	13.92	36.43	15.29	15.60
0:45:00	34.68	13.96	36.70	15.29	15.08
0:46:00	34.98	14.00	36.94	15.29	15.54
0:47:00	35.28	14.05	37.20	15.30	15.46
0:48:00	35.57	14.09	37.45	15.30	15.79
0:49:00	35.85	14.14	37.69	15.31	15.62
0:50:00	36.13	14.19	37.93	15.31	16.10
0:51:00	36.45	14.24	38.19	15.32	16.04
0:52:00	36.70	14.29	38.43	15.32	15.82
0:53:00	36.98	14.34	38.67	15.32	15.71
0:54:00	37.26	14.35	38.91	15.32	15.72
0:55:00	37.53	14.41	39.15	15.33	15.71
0:56:00	37.80	14.47	39.37	15.34	15.87
0:57:00	38.06	14.52	39.62	15.35	15.69
0:58:00	38.35	14.57	39.84	15.34	15.46
0:59:00	38.62	14.64	40.08	15.36	15.88
1:00:00	38.75	14.71	40.53	15.37	15.56
Máximo	38.75	14.71	40.53	15.37	16.10
Mínimo	13.68	13.20	15.11	14.51	14.81
Promedio	28.78	13.67	31.33	15.18	15.24
ΔT (Max)	24.04		25.16		-

Anexo 2. Ensayo Térmico Bloque Norma INEN 3066

PARED BLOQUE NORMA INEN 3066					
Tiempo (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
ΔT (Max)	27.30		31.27		-

Anexo 3. Ensayo Térmico Bloque 15% de Aserrín

PARED BLOQUE 15% ASERRÍN					
Tiempo (s)	**Temperatura Cara 1 (°C)**	**Temperatura Cara 2 (°C)**	**Temperatura Ambiente 1 (°C)**	**Temperatura Ambiente 2 (°C)**	**Temperatura Exterior (°C)**
0:00:00	17.10	15.20	15.06	13.98	16.41
0:01:00	17.16	15.29	16.46	14.00	16.64
0:02:00	18.61	15.30	17.82	13.99	16.44
0:03:00	19.68	15.27	19.09	13.99	16.42
0:04:00	20.54	15.27	20.28	14.00	16.43
0:05:00	21.31	15.27	21.41	14.00	16.40
0:06:00	21.97	15.26	22.19	14.00	16.34
0:07:00	22.61	15.22	22.91	14.00	16.34
0:08:00	23.20	15.23	23.57	14.00	16.31
0:09:00	23.77	15.23	24.17	14.01	16.33
0:10:00	24.30	15.24	24.75	14.01	16.34
0:11:00	24.81	15.25	25.29	14.03	16.33
0:12:00	25.33	15.21	25.82	14.03	16.31
0:13:00	25.82	15.21	26.32	14.03	16.32
0:14:00	26.29	15.22	26.80	14.03	16.33
0:15:00	26.76	15.22	27.27	14.03	16.20
0:16:00	27.23	15.23	27.72	14.05	16.24
0:17:00	27.69	15.23	28.15	14.05	16.22
0:18:00	28.12	15.20	28.57	14.05	16.32
0:19:00	28.55	15.21	28.97	14.06	16.34
0:20:00	28.96	15.21	29.34	14.07	16.36
0:21:00	29.38	15.21	29.73	14.08	16.37
0:22:00	29.78	15.22	30.11	14.08	16.47
0:23:00	30.19	15.22	30.47	14.08	16.48
0:24:00	30.59	15.23	30.82	14.10	16.53
0:25:00	30.98	15.20	31.18	14.11	16.58
0:26:00	31.37	15.21	31.53	14.11	16.60
0:27:00	31.75	15.21	31.88	14.13	16.54
0:28:00	32.12	15.21	32.21	14.14	16.58
0:29:00	32.52	15.22	32.55	14.16	16.70
0:30:00	32.90	15.23	32.88	14.16	16.71
0:31:00	33.28	15.24	33.21	14.19	16.70
0:32:00	33.64	15.24	33.52	14.19	16.74

0:33:00	34.00	15.21	33.85	14.21	16.84
0:34:00	34.36	15.21	34.16	14.24	16.81
0:35:00	34.72	15.21	34.47	14.26	16.81
0:36:00	35.08	15.22	34.78	14.28	16.79
0:37:00	35.42	15.23	35.09	14.31	16.96
0:38:00	35.76	15.23	35.38	14.34	17.00
0:39:00	36.09	15.24	35.67	14.37	16.99
0:40:00	36.42	15.24	35.96	14.40	16.77
0:41:00	36.74	15.25	36.24	14.44	16.85
0:42:00	37.06	15.25	36.51	14.48	17.02
0:43:00	37.37	15.22	36.79	14.53	17.05
0:44:00	37.70	15.23	37.06	14.58	17.05
0:45:00	38.04	15.23	37.34	14.64	17.15
0:46:00	38.36	15.24	37.62	14.72	17.16
0:47:00	38.66	15.25	37.89	14.79	17.14
0:48:00	38.98	15.25	38.15	14.87	17.15
0:49:00	39.29	15.26	38.44	14.98	17.27
0:50:00	39.61	15.27	38.71	15.08	17.46
0:51:00	39.92	15.27	38.98	15.21	17.47
0:52:00	40.22	15.28	39.25	15.36	17.58
0:53:00	40.53	15.25	39.52	15.54	17.60
0:54:00	40.83	15.25	39.79	15.76	17.64
0:55:00	41.12	15.26	40.06	15.92	17.68
0:56:00	41.39	15.27	40.33	15.84	17.72
0:57:00	41.67	15.27	40.58	15.76	17.75
0:58:00	41.96	15.28	40.85	15.66	17.56
0:59:00	42.26	15.29	41.11	15.53	17.82
1:00:00	43.10	15.30	41.37	15.40	17.56
Máximo	43.10	15.30	41.37	15.92	17.82
Mínimo	17.10	15.20	15.06	13.98	16.20
Promedio	32.05	15.24	31.77	14.45	16.80
ΔT (Max)	27.80		25.45		-

Anexo 4. Ensayo Térmico Bloque 25% de Aserrín

PARED BLOQUE 25% ASERRÍN					
Tiempo (s)	**Temperatura Cara 1 (°C)**	**Temperatura Cara 2 (°C)**	**Temperatura Ambiente 1 (°C)**	**Temperatura Ambiente 2 (°C)**	**Temperatura Exterior (°C)**
0:00:00	18.50	15.80	18.30	14.20	16.70
0:01:00	19.80	15.80	19.80	14.50	16.30
0:02:00	20.80	15.80	21.30	14.70	16.20
0:03:00	21.70	15.80	22.70	14.90	16.20
0:04:00	22.50	15.80	23.90	15.10	16.30
0:05:00	23.20	15.80	25.10	15.20	16.30
0:06:00	23.90	15.80	25.80	15.10	16.30
0:07:00	24.50	15.80	26.50	15.00	16.00
0:08:00	25.10	15.80	27.10	14.80	16.00
0:09:00	25.70	15.80	27.70	14.70	16.10
0:10:00	26.30	15.80	28.20	14.70	16.10
0:11:00	26.80	15.80	28.70	14.60	16.20
0:12:00	27.40	15.80	29.30	14.50	16.20
0:13:00	27.90	15.80	29.70	14.50	16.20
0:14:00	28.40	15.80	30.20	14.40	16.20
0:15:00	28.90	15.80	30.70	14.40	16.20
0:16:00	29.40	15.80	31.10	14.30	16.20
0:17:00	29.90	15.80	31.50	14.30	16.20
0:18:00	30.40	15.80	31.90	14.30	16.20
0:19:00	30.90	15.80	32.30	14.20	16.20
0:20:00	31.40	15.80	32.70	14.20	16.20
0:21:00	31.90	15.80	33.10	14.20	16.20
0:22:00	32.30	15.80	33.40	14.20	16.30
0:23:00	32.80	15.80	33.80	14.20	16.30
0:24:00	33.20	15.80	34.10	14.20	16.30
0:25:00	33.60	15.90	34.50	14.30	16.10
0:26:00	34.00	15.80	35.00	14.50	16.40
0:27:00	34.40	15.80	35.50	14.80	16.30
0:28:00	34.80	15.80	36.00	15.00	16.40
0:29:00	35.20	15.90	36.40	15.10	16.20
0:30:00	35.60	15.90	36.80	15.20	16.30
0:31:00	36.00	15.90	37.00	15.20	16.30
0:32:00	36.50	15.90	37.40	15.30	16.40

0:33:00	36.90	15.90	37.80	15.30	16.30
0:34:00	37.30	15.90	38.20	15.20	16.60
0:35:00	37.80	15.90	38.60	15.30	16.60
0:36:00	38.20	15.90	39.00	15.20	16.60
0:37:00	38.60	15.90	39.10	15.10	16.60
0:38:00	39.00	15.90	39.30	15.30	16.60
0:39:00	39.40	15.90	39.40	15.10	16.60
0:40:00	39.70	15.90	39.50	15.00	16.70
0:41:00	40.00	15.90	39.60	14.90	16.70
0:42:00	40.40	15.80	39.80	14.80	16.90
0:43:00	40.80	15.80	40.00	14.70	16.80
0:44:00	41.20	15.90	40.20	14.60	16.90
0:45:00	41.60	15.90	40.50	14.50	16.90
0:46:00	42.00	15.90	40.80	14.60	16.80
0:47:00	42.40	15.90	41.30	14.80	16.90
0:48:00	42.80	15.90	41.80	15.00	16.90
0:49:00	43.20	15.90	42.20	15.20	17.20
0:50:00	43.50	15.90	42.60	15.30	16.30
0:51:00	43.90	15.90	43.00	15.40	16.60
0:52:00	44.20	15.90	43.10	15.30	16.90
0:53:00	44.60	15.90	43.20	15.10	16.80
0:54:00	44.90	15.90	43.40	15.00	17.10
0:55:00	45.30	15.90	43.60	14.90	16.80
0:56:00	45.70	15.90	44.10	15.10	16.90
0:57:00	46.00	15.90	44.50	15.30	17.10
0:58:00	46.40	15.90	44.90	15.40	17.50
0:59:00	46.70	15.90	45.20	15.50	16.90
1:00:00	46.75	15.90	45.50	15.50	16.92
Máximo	46.75	15.90	45.50	15.50	17.50
Mínimo	18.50	15.80	18.30	14.20	16.00
Promedio	34.97	15.85	35.37	14.84	16.50
ΔT (Max)	30.85		30.00		-

Anexo 5. Ensayo Térmico Bloque 50% de Aserrín

PARED BLOQUE 50% ASERRÍN					
Tiempo (s)	**Temperatura Cara 1 (°C)**	**Temperatura Cara 2 (°C)**	**Temperatura Ambiente 1 (°C)**	**Temperatura Ambiente 2 (°C)**	**Temperatura Exterior (°C)**
0:00:00	16.80	16.31	14.07	14.16	16.61
0:01:00	17.07	16.32	15.68	14.42	16.69
0:02:00	18.65	16.32	17.10	14.86	16.04
0:03:00	19.94	16.33	18.41	15.40	15.93
0:04:00	21.01	16.36	19.64	15.50	15.85
0:05:00	21.91	16.36	20.73	15.61	15.79
0:06:00	22.69	16.38	21.51	15.50	15.68
0:07:00	23.43	16.39	22.16	15.32	15.58
0:08:00	24.13	16.41	22.77	15.16	15.58
0:09:00	24.79	16.42	23.37	15.03	15.65
0:10:00	25.45	16.43	24.20	15.16	15.69
0:11:00	26.08	16.43	25.01	15.32	15.66
0:12:00	26.66	16.44	25.76	15.47	15.57
0:13:00	27.26	16.48	26.44	15.58	15.57
0:14:00	27.83	16.50	27.06	15.67	15.60
0:15:00	28.35	16.51	27.44	15.58	15.59
0:16:00	28.91	16.53	27.72	15.37	15.67
0:17:00	29.46	16.54	28.05	15.21	15.56
0:18:00	30.00	16.54	28.38	15.08	15.57
0:19:00	30.53	16.56	28.71	14.97	15.66
0:20:00	31.03	16.58	29.06	14.87	15.66
0:21:00	31.55	16.59	29.40	14.77	15.74
0:22:00	32.06	16.61	29.75	14.69	15.72
0:23:00	32.55	16.63	30.08	14.63	15.72
0:24:00	33.04	16.65	30.42	14.58	15.78
0:25:00	33.24	16.68	30.55	14.52	15.88
0:26:00	33.41	16.69	30.68	14.48	15.71
0:27:00	33.65	16.72	30.83	14.43	15.72
0:28:00	33.92	16.74	30.98	14.40	15.74
0:29:00	34.19	16.77	31.13	14.37	15.80
0:30:00	34.48	16.79	31.29	14.33	15.84
0:31:00	34.78	16.81	31.48	14.31	15.91
0:32:00	35.10	16.84	31.65	14.29	15.94

0:33:00	35.40	16.86	31.84	14.27	15.85
0:34:00	35.69	16.89	32.04	14.24	15.95
0:35:00	35.99	16.92	32.24	14.23	15.98
0:36:00	36.33	16.94	32.45	14.22	15.94
0:37:00	36.60	16.97	32.64	14.19	15.92
0:38:00	36.91	17.00	32.85	14.19	15.82
0:39:00	37.21	17.03	33.07	14.18	16.01
0:40:00	37.53	17.06	33.28	14.16	15.87
0:41:00	37.83	17.09	33.49	14.16	16.15
0:42:00	38.14	17.13	33.75	14.16	15.98
0:43:00	38.43	17.16	34.22	14.39	16.13
0:44:00	38.74	17.19	34.69	14.64	16.09
0:45:00	39.03	17.23	35.10	14.85	16.22
0:46:00	39.33	17.29	35.47	15.04	15.90
0:47:00	39.61	17.33	35.83	15.19	16.05
0:48:00	39.88	17.37	35.93	15.14	16.14
0:49:00	40.17	17.40	35.98	15.00	15.95
0:50:00	40.49	17.44	36.22	14.99	16.24
0:51:00	40.77	17.46	36.60	15.15	16.42
0:52:00	41.03	17.50	36.94	15.31	16.40
0:53:00	41.31	17.55	37.28	15.42	16.02
0:54:00	41.57	17.60	37.57	15.53	16.19
0:55:00	41.85	17.67	37.87	15.62	16.01
0:56:00	42.14	17.73	38.15	15.71	16.38
0:57:00	42.38	17.78	38.23	15.63	16.31
0:58:00	42.67	17.83	38.40	15.57	16.28
0:59:00	42.95	17.89	38.70	15.66	16.40
1:00:00	43.21	17.96	39.00	15.74	16.31
Máximo	43.21	17.96	39.00	15.74	16.69
Mínimo	16.80	16.31	14.07	14.16	15.56
Promedio	33.23	16.90	30.35	14.91	15.93
ΔT (Max)	25.25		23.26		-

Anexo 6. Ensayo Térmico Bloque 75% de Aserrín

PARED BLOQUE 75% ASERRÍN					
Tiempo (s)	**Temperatura Cara 1 (°C)**	**Temperatura Cara 2 (°C)**	**Temperatura Ambiente 1 (°C)**	**Temperatura Ambiente 2 (°C)**	**Temperatura Exterior (°C)**
0:00:00	23.86	13.71	19.67	15.10	16.01
0:01:00	25.58	13.71	21.49	15.12	16.02
0:02:00	27.11	13.73	23.02	15.13	16.00
0:03:00	28.55	13.74	24.28	15.15	16.00
0:04:00	29.90	13.75	25.35	15.19	15.98
0:05:00	31.10	13.76	26.29	15.19	15.97
0:06:00	32.00	13.76	27.12	15.19	15.96
0:07:00	32.74	13.79	27.91	15.19	15.92
0:08:00	33.71	13.79	28.68	15.20	15.94
0:09:00	34.62	13.81	29.41	15.21	15.94
0:10:00	35.45	13.82	30.09	15.21	15.94
0:11:00	36.20	13.84	30.75	15.21	15.94
0:12:00	36.91	13.87	31.39	15.21	15.90
0:13:00	37.36	13.89	31.98	15.21	15.88
0:14:00	37.71	13.92	32.59	15.22	15.87
0:15:00	38.06	13.95	33.18	15.23	15.87
0:16:00	38.42	13.99	33.75	15.28	15.86
0:17:00	38.79	14.03	34.30	15.29	15.83
0:18:00	39.14	14.05	34.85	15.30	15.83
0:19:00	39.50	14.08	35.41	15.31	15.83
0:20:00	39.86	14.13	35.96	15.31	15.82
0:21:00	40.21	14.19	36.48	15.35	15.82
0:22:00	40.53	14.24	36.98	15.35	15.82
0:23:00	40.86	14.31	37.49	15.37	15.78
0:24:00	41.20	14.32	37.98	15.38	15.78
0:25:00	41.52	14.38	38.47	15.39	15.78
0:26:00	41.85	14.40	38.95	15.44	15.78
0:27:00	42.16	14.50	39.42	15.44	15.78
0:28:00	42.48	14.51	39.90	15.47	15.77
0:29:00	42.79	14.60	40.36	15.48	15.77
0:30:00	43.09	14.61	40.82	15.48	15.74
0:31:00	43.39	14.69	41.25	15.50	15.73
0:32:00	43.68	14.74	41.71	15.51	15.73

0:33:00	43.98	14.78	42.14	15.52	15.74
0:34:00	44.27	14.83	42.57	15.53	15.73
0:35:00	44.55	14.86	42.99	15.54	15.73
0:36:00	44.83	14.88	43.43	15.60	15.73
0:37:00	45.12	14.93	43.86	15.60	15.73
0:38:00	45.41	14.96	44.25	15.63	15.69
0:39:00	45.69	14.97	44.65	15.70	15.69
0:40:00	45.95	15.06	45.06	15.71	15.69
0:41:00	46.22	15.07	45.44	15.72	15.69
0:42:00	46.51	15.08	45.86	15.73	15.71
0:43:00	46.77	15.08	46.26	15.74	15.71
0:44:00	47.04	15.08	46.65	15.79	15.72
0:45:00	47.31	15.11	47.03	15.81	15.72
0:46:00	47.57	15.16	47.41	15.81	15.72
0:47:00	47.86	15.18	47.78	15.83	15.72
0:48:00	48.35	15.19	48.16	15.94	15.69
0:49:00	48.82	15.24	48.51	15.96	15.69
0:50:00	49.25	15.26	48.88	15.96	15.69
0:51:00	49.67	15.27	49.23	16.00	15.69
0:52:00	50.03	15.29	49.60	16.06	15.69
0:53:00	50.17	15.29	49.95	16.07	15.69
0:54:00	50.28	15.33	50.31	16.09	15.70
0:55:00	50.39	15.34	50.65	16.12	15.69
0:56:00	50.53	15.37	50.97	16.15	15.68
0:57:00	50.70	15.40	51.34	16.17	15.68
0:58:00	50.87	15.42	51.68	16.24	15.70
0:59:00	51.07	15.47	52.03	16.26	15.71
1:00:00	51.26	15.48	52.38	16.36	15.67
Máximo	51.26	15.48	52.38	16.36	16.02
Mínimo	23.86	13.71	19.67	15.10	15.67
Promedio	41.98	14.57	39.61	15.56	15.79
ΔT (Max)	35.78		36.02		-

Anexo 7. Construcción Cámara de ensayo

Estructura metálica	Base de fibrocemento
Colocación de gypsum	Colocación de relleno aislante

Anexo 8. Ensayo de temperatura pared de bloque 15 % de aserrín

Anexo 15. Ensayo de temperatura pared de bloque 25 % de aserrín

Anexo 9. Ensayo de temperatura pared de bloque 50 % de aserrín

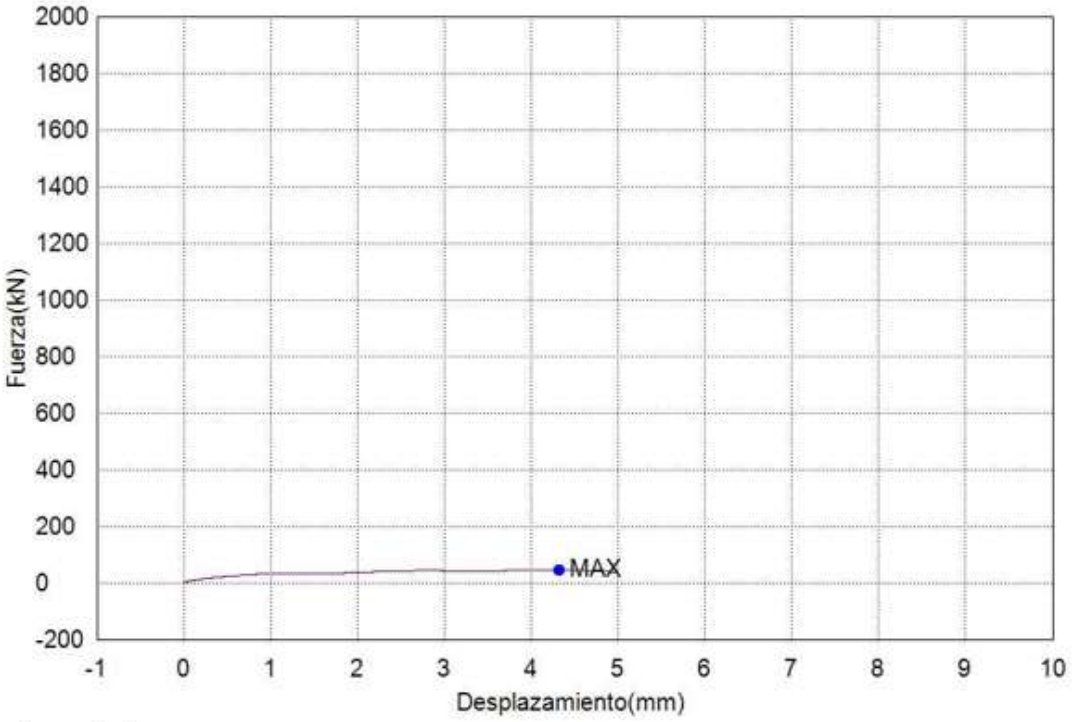
Anexo 10. Ensayo de temperatura pared de bloque 75 % de aserrín

Anexo 11. Resultado Ensayo de compresión bloques de 15%, 25%, 50% y 75% de aserrín, bloque artesanal y bloque Norma INEN 3066

COMPRESIÓN 15% ASERRÍN

Palabra llave		**Nombre de producto**	
Nombre de archivo de ensayo	15% AS.xtux	**Nombre de método de ensayo**	mampuestos corregidos.xmux
Fecha de informe	4/17/2019	**Fecha de ensayo**	4/17/2019
Modo de Ensayo	Sencillo	**Tipo de ensayo**	Compresión
Velocidad	0.25MPa/sec	**Forma**	Área
Nº de partidas:	1	**Nº de muestras:**	3

Nombre	Max. Fuerza	Max. Tensión	Max. Deformación
Parámetros	Calc. at Entire Areas	Calc. at Entire Areas	Calc. at Entire Areas
Unidad	kN	MPa	%
1-15 AS	71.8590	2.22254	1.68030
2-15 AS	85.5856	2.69493	1.49770
3-15 AS	74.1771	2.33555	1.50474
Media	77.207233	2.41767	1.56091
Desviación Estándar	7.34787	0.24667	0.10345
Rango	13.72660	0.47239	1.17556

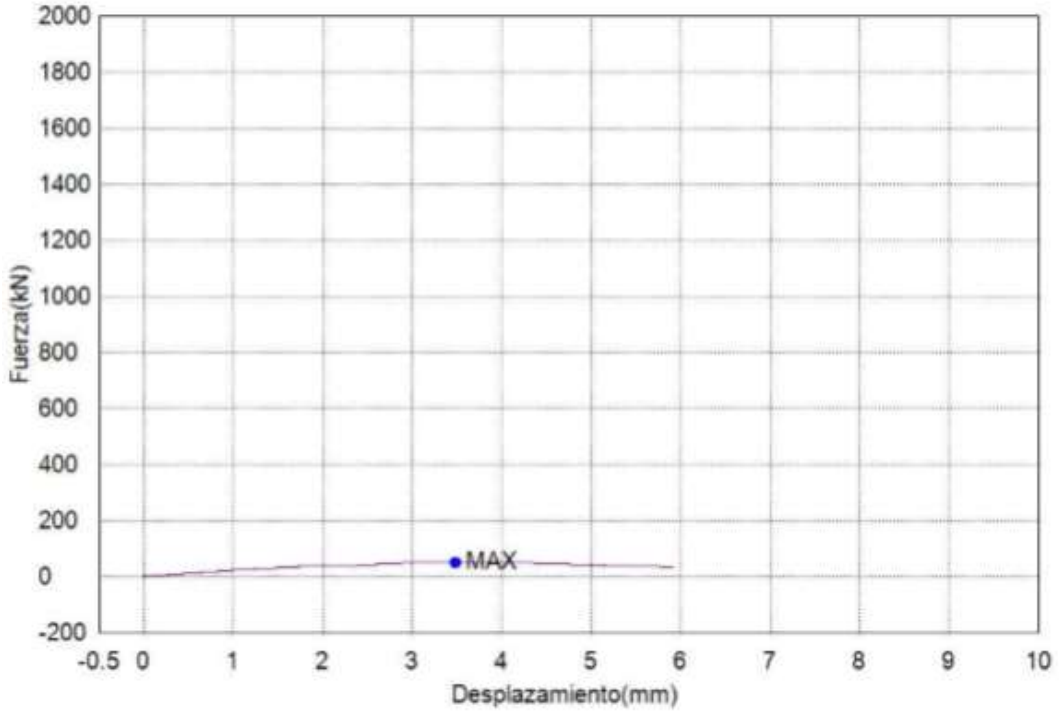


Comentarios

COMPRESIÓN 25% ASERRÍN

Palabra llave		**Nombre de producto**	
Nombre de archivo de ensayo	25% AS.xtux	**Nombre de método de ensayo**	mampuestos corregidos.xmux
Fecha de informe	4/17/2019	**Fecha de ensayo**	4/17/2019
Modo de Ensayo	Sencillo	**Tipo de ensayo**	Compresión
Velocidad	0.25MPa/sec	**Forma**	Área
Nº de partidas:	1	**Nº de muestras:**	3

	Max. Fuerza	Max. Tensión	Max. Deformación
Parámetros	Calc. at Entire Areas	Calc. at Entire Areas	Calc. at Entire Areas
Unidad	kN	MPa	%
1-25 AS	60.9833	1.97831	1.90045
2-25 AS	50.8595	1.65107	1.77774
3-25 AS	42.3803	1.35185	0.73206
Media	51.4077	1.66041	1.47008
Desviación Estándar	9.31361	0.31333	0.64209
Rango	18.6030	0.62646	1.16839

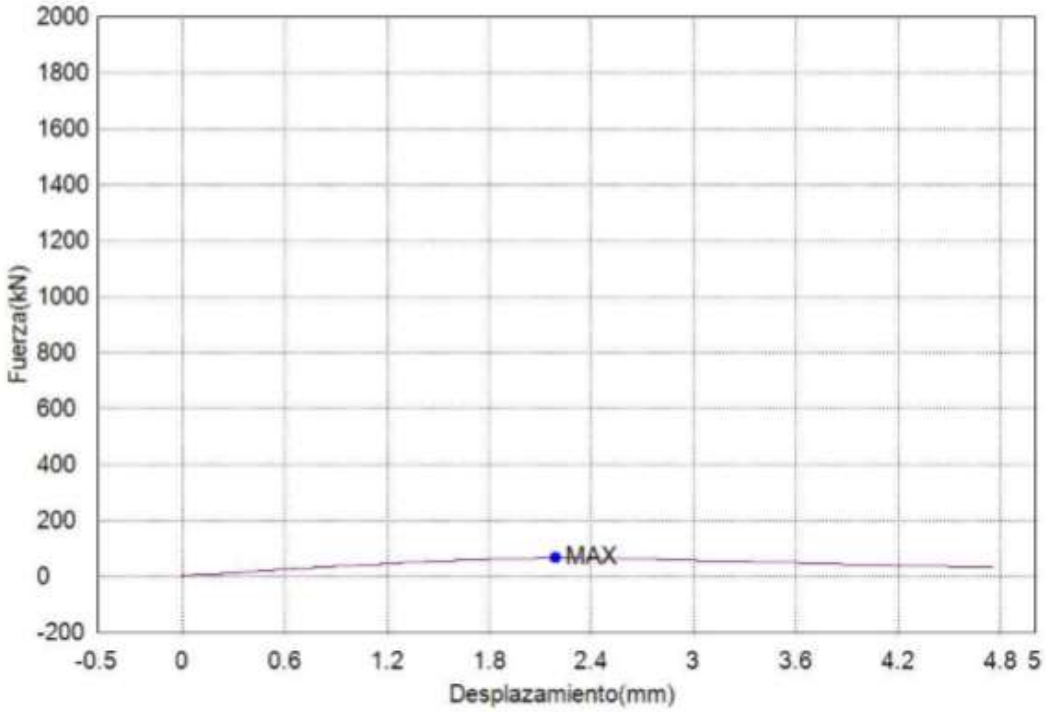


Comentarios

COMPRESIÓN 50% ASERRÍN

Palabra llave		**Nombre de producto**	
Nombre de archivo de ensayo	50% AS.xtux	**Nombre de método de ensayo**	mampuestos corregidos.xmux
Fecha de informe	4/17/2019	**Fecha de ensayo**	4/17/2019
Modo de Ensayo	Sencillo	**Tipo de ensayo**	Compresión
Velocidad	0.25MPa/sec	**Forma**	Área
Nº de partidas:	1	**Nº de muestras:**	3

Nombre	Max. Fuerza	Max. Tensión	Max. Deformación
Parámetros	Calc. at Entire Areas	Calc. at Entire Areas	Calc. at Entire Areas
Unidad	kN	MPa	%
1-50 AS	44.2028	1.40451	1.63381
2-50 AS	64.3775	2.00853	1.13251
3-50 AS	46.8791	1.50873	1.41340
Media	51.81980	1.64059	1.39324
Desviación Estándar	10.95730	0.32288	0.25126
Rango	20.17470	0.60402	0.50130

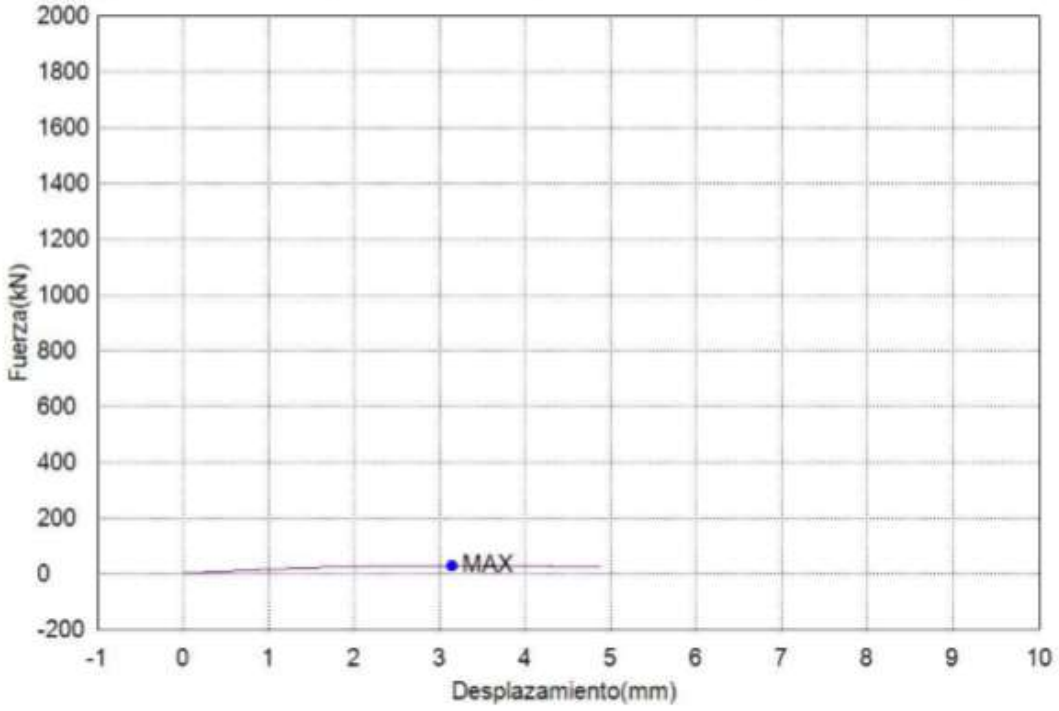


Comentarios

COMPRESIÓN 75% ASERRÍN

Palabra llave		**Nombre de producto**	
Nombre de archivo de ensayo	75% AS.xtux	**Nombre de método de ensayo**	mampuestos corregidos.xmux
Fecha de informe	4/17/2019	**Fecha de ensayo**	4/17/2019
Modo de Ensayo	Sencillo	**Tipo de ensayo**	Compresión
Velocidad	0.25MPa/sec	**Forma**	Área
Nº de partidas:	1	**Nº de muestras:**	3

Nombre	Max. Fuerza	Max. Tensión	Max. Deformación
Parámetros	Calc. at Entire Areas	Calc. at Entire Areas	Calc. at Entire Areas
Unidad	kN	MPa	%
1-75 AS	27.5822	0.88111	1.58153
2-75 AS	24.8769	0.80602	1.77077
3-75 AS	26.2693	0.84584	1.93622
Media	26.2428	0.84432	1.76284
Desviación Estándar	1.35284	0.03757	0.17748
Rango	2.70530	0.07509	0.35469

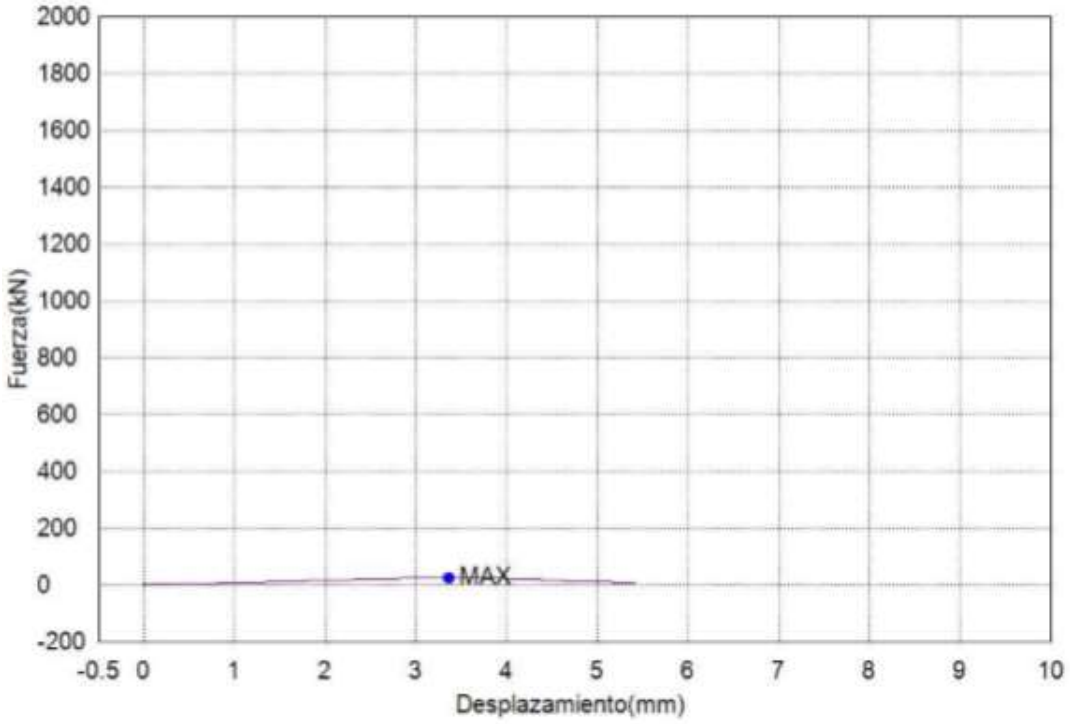


Comentarios

COMPRESIÓN BLOQUE ARTESANAL

Palabra llave		**Nombre de producto**	
Nombre de archivo de ensayo	COMPRADO.xtux	**Nombre de método de ensayo**	mampuestos corregidos.xmux
Fecha de informe	4/9/2019	**Fecha de ensayo**	4/9/2019
Modo de Ensayo	Sencillo	**Tipo de ensayo**	Compresión
Velocidad	0.25MPa/sec	**Forma**	Área
Nº de partidas:	1	**Nº de muestras:**	3

Nombre	Max. Fuerza	Max. Tensión	Max. Deformación
Parámetros	Calc. at Entire Areas	Calc. at Entire Areas	Calc. at Entire Areas
Unidad	kN	MPa	%
1 INEN 3066	45.6397	1.50037	2.32800
2 INEN 3066	29.8096	0.96390	1.88436
3 INEN 3066	24.3015	0.76099	1.67819
Media	33.2503	1.07509	1.96352
Desviación Estándar	11.0774	0.38202	0.33206
Rango	21.3382	0.73938	0.64981

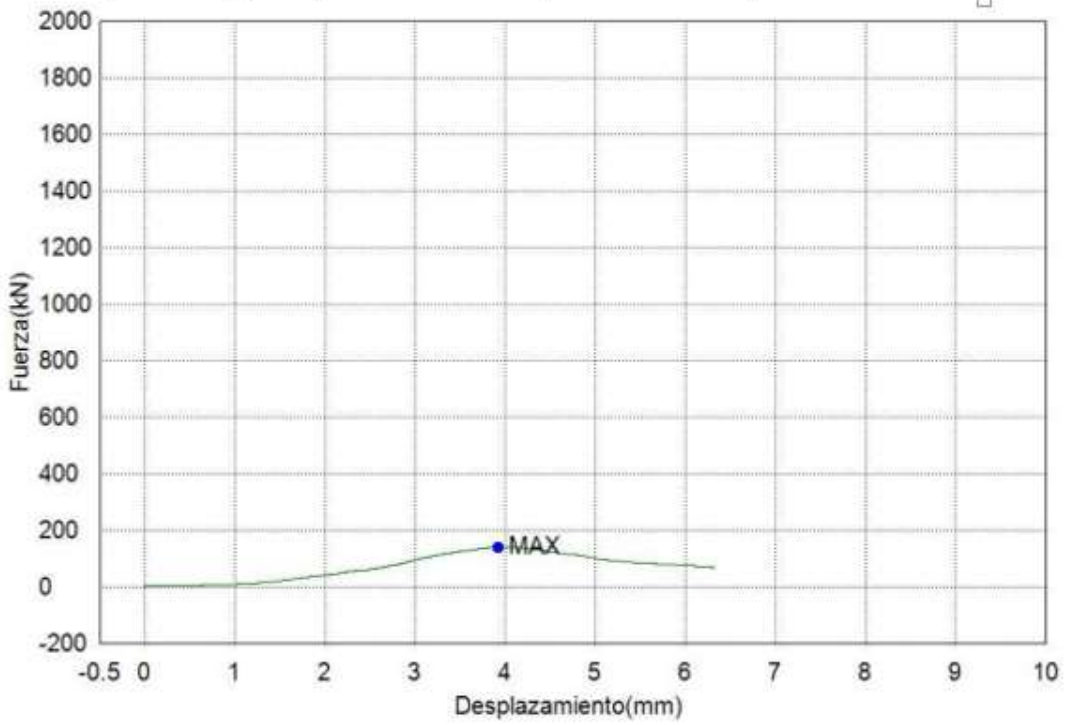


Comentarios

COMPRESIÓN INEN 3066

Palabra llave		**Nombre de producto**	
Nombre de archivo de ensayo	INEN 3066.xtux	**Nombre de método de ensayo**	mampuestos corregidos.xmux
Fecha de informe	3/28/2019	**Fecha de ensayo**	3/28/2019
Modo de Ensayo	Sencillo	**Tipo de ensayo**	Compresión
Velocidad	0.25MPa/sec	**Forma**	Área
Nº de partidas:	1	**Nº de muestras:**	3

Nombre	Max. Fuerza	Max. Tensión	Max. Deformación
Parámetros	Calc. at Entire Areas	Calc. at Entire Areas	Calc. at Entire Areas
Unidad	kN	MPa	%
1 INEN 3066	147.004	4.62496	1.57991
2 INEN 3066	153.111	4.73265	2.37467
3 INEN 3066	139.758	5.28179	2.12304
Media	146.624	4.54647	2.02587
Desviación Estándar	6.68459	0.23546	0.40619
Rango	13.3530	0.45086	0.79476



Comentarios