



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**ANÁLISIS DEL USO DEL PAPEL MULTIPLIEGO EXTENSIBLE Y CARTÓN
CORRUGADO COMO RELLENO EN MUROS DE PLACAS DE YESO
LAMINADO Y FIBROCEMENTO PARA ABSORCIÓN ACÚSTICA**

Presentado por la Bachiller

ARAGÓN ROJAS, Sandra Luciane

Para optar al Título Profesional de
Ingeniero Civil

Asesor:

Mgt. Ingeniero Víctor Chacón Sánchez

CUSCO-PERÚ

2016



DEDICATORIA

Si hiciéramos todo lo que somos capaces de hacer, nos sorprenderíamos a nosotros mismos.

Thomas Edison.

A Dios que por no poder andar de la mano conmigo en la tierra te eligió a ti mamá para que con todo tu amor me enseñaras a ser la persona que soy, cada vez más parecida a ti, eso es algo de lo que me siento muy orgullosa, gracias por dar todo por mí. Te amo muchísimo.

A mi Papá por los buenos consejos y por confiar en que lo podía lograr.

A mis abuelitos y tía, personas que están en todo momento en mis pensamientos, quienes me hicieron conocer a Dios, la Virgen del Carmen y me guiaron siempre para saber tomar buenas decisiones.

A Rodrigo, quien me ayuda a perseguir mis sueños como si fueran los suyos, gracias ser mi compañero y cómplice.



AGRADECIMIENTOS

En primer Lugar agradecer de manera especial al Docente José Olintho De La Torre Cruz, por brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así como también haber tenido toda la paciencia necesaria para guiarme durante todo el desarrollo de la tesis.

De igual manera agradecer a mi asesor Mg. Víctor Chacón Sánchez quien apostó por mi tema de tesis, me ayudo desde un inicio y aconsejó de la mejor manera para realizar una buena investigación.

Para finalizar agradecer a mi madre por su ayuda incondicional y a Rodrigo que siempre se dio tiempo para colaborar con esta investigación.



RESUMEN

La finalidad de esta Tesis fue determinar los porcentajes de Absorción Acústica de tres muros distintos.

Se construyó un muro de Placa de Fibrocemento y Yeso Laminado de 0.30 m de largo, 0.15 m de ancho y 5.8 cm de espesor, con una estructura interna de aluminio. Antes de iniciar el proceso de relleno, se calculó el coeficiente de Absorción Acústica de todos los materiales con un Sonómetro, y una fuente emisora de sonido a una sola frecuencia de 686.9 Hz. Se cortaron las placas de Fibrocemento de 0.7 cm de espesor, Yeso Laminado de 1.2 cm de espesor y Cartón Corrugado de 0.4 cm de espesor a 0.30 m de largo por 0.15 m de ancho; a su vez se generó diferentes espesores a partir de una placa, pegando después las demás hasta llegar a espesores de diez de ellas. Para el Papel multipliego Extensible arrugado de tres pliegos los espesores variaron desde dos hasta diez cm; cortando estos a un aproximado de la cuarta parte de las bolsas originales. Se eligió un espesor de ambos materiales como relleno del muro originalmente construido y se procedió a tomar datos con un sonómetro para observar el porcentaje de Absorción Acústica de cada uno de los tres muros mencionados inicialmente.

En esta investigación se realizaron un aproximado de 1400 pruebas; obteniendo los siguientes resultados: El muro relleno con Cartón Corrugado presentó 25% de Absorción Acústica respecto al muro relleno con Papel Multipliego Extensible y el muro sin relleno, siendo sus resultados 24% y 22% de Absorción Acústica respectivamente. En cuanto al coeficiente de Absorción acústica se obtuvo que el Papel Multipliego Extensible y Cartón Corrugado presentan una relación creciente con respecto al espesor de los materiales a diferencia de las Placas de Fibrocemento y Yeso Laminado que mostraron una relación creciente y decreciente a medida que se incrementaba el espesor de las placas. Los promedios de los coeficientes de Absorción Acústica respecto a los espesores de los materiales fueron: 0.25 para el Yeso Laminado, 0.25 para el Papel Multipliego Extensible, 0.23 para Cartón Corrugado y 0.22 para el Fibrocemento.

Palabras Clave: Porcentaje de Absorción Acústica, Coeficiente de Absorción Acústica, Sonómetro, Papel Multipliego Extensible, Cartón Corrugado.

ABSTRACT

The purpose of this thesis was to determine the percentages of Acoustic Absorption of three different walls.

A 0.30 m long, 0.15 m wide and 5.8 cm thick Fibrocement and Laminated Gypsum Wall was built with an internal aluminum structure. Before starting the filling process, the Acoustic Absorption coefficient of all materials was calculated with a Sound Level Meter, and a sound source at a single frequency of 686.9 Hz. Fibrocement plates of 0.7 cm thickness, Gypsum Laminate of 1.6 cm of thickness and Corrugated Cardboard of 0.4 cm of thickness to 0.30 m of length by 0.15 m of width; In turn different thicknesses were generated from one plate, then the others were glued to thicknesses of 10 of them. For the Multi-sheet wrinkled Extensible Paper of three layers the thicknesses varied from two to ten cm; cutting these to an approximate one fourth of the original bags. A thickness of both materials was chosen as a filler from the wall originally constructed and data were taken with a sound level meter to observe the percentage of Acoustic Absorption of each of the three walls mentioned initially.

In this investigation, approximately 1400 tests took place; with the following results: The wall filled with Corrugated Cardboard presented 25% of Acoustic Absorption in relation to the wall filled with Multi-sheet wrinkled Extensible Paper and the wall without filling which had a 24% and 22% of Acoustic Absorption respectively. Regarding the Acoustic Absorption coefficient, it was obtained that the Multi-sheet wrinkled Extensible Paper and Corrugated Cardboard presented an increasing relation with respect to the thickness of the materials unlike the Plates of Fibrocement and laminated Plaster that showed an increasing and decreasing relation as we increased the thickness of the plates. The averages Acoustic Absorption coefficients with respect to material thicknesses were: 0.25 for Laminated Gypsum, 0.25 for Multi-sheet wrinkled Extensible Paper, 0.23 for Corrugated Cardboard and 0.22 for Fibrocement.

Key Words: Acoustic Absorption Rate, Acoustic Absorption Coefficient, Sound Level, Multi-sheet Extensible Paper, Corrugated Cardboard.



INTRODUCCIÓN

Actualmente, en la ciudad del Cusco, hay una gran tendencia a utilizar placas de Fibrocemento y Yeso Laminado reemplazando a los muros tradicionales de arcilla cocida gracias a su menor peso, facilidad de colocación y menor costo. El Fibrocemento y el Yeso Laminado, no ofrecen propiedades de absorción acústica aceptables, por lo que generan incomodidad y estrés a las personas que habitan recintos construidos usando estos materiales, por esta razón el presente trabajo de investigación pretende optimizar su absorción acústica en la construcción de muros interiores y exteriores. Se pudo observar que en algunos casos, los muros de Fibrocemento y Yeso Laminado no contemplaban ninguna clase de relleno más que el aire entre las placas y en otros casos el material de relleno que se usaba era la fibra de vidrio o lana mineral, materiales altamente perjudiciales para la salud cuando son aspirados durante su manipulación, por lo que se investigaron dos tipos de rellenos distintos considerando su fácil acopio, costo y propiedades que podrían mejorar el coeficiente de absorción acústica de estos muros. La porosidad en un material ayuda a mejorar las características de absorción acústica de un recinto y el Cartón Corrugado al ser un material abundante en el mercado, de costo mínimo y corrugas que permiten la circulación de aire en su interior, fue elegido como relleno de muros de Fibrocemento y Yeso Laminado. Por otro lado, también se aspiraba usar un material de desecho que pueda adquirirse también sin costo o a un precio muy bajo como es el caso del Papel Multipliego Extensible comúnmente conocido como bolsa contenedora de cemento. Este material se elimina y su reutilización no ha sido nunca considerada por lo que se reduciría el porcentaje de desechos sólidos en la construcción de una infraestructura.

La siguiente investigación se divide en cinco capítulos: *planteamiento del problema, marco teórico de la tesis, metodología de la investigación, resultados y discusiones.*

El proceso de obtención de los coeficientes de absorción acústica de los muros de Fibrocemento y Yeso Laminado con rellenos de Cartón Corrugado y Papel Multipliego Extensible, se realizó usando una fuente emisora de sonido de una sola frecuencia y un sonómetro de alta precisión modelo CS310.



Se cortaron las placas y se distribuyeron cinco puntos en la misma. Luego el sonómetro almacena las intensidades en decibeles (dB) para un tiempo determinado. Estos datos se procesan en una hoja de cálculo, convirtiendo los decibels a W/m^2 . Se promedian los datos por placa a diferentes espesores tanto en dB como en W/m^2 . Con los decibeles se obtendrá la relación del coeficiente de absorción acústica respecto al espesor de la placa y con los W/m^2 se obtendrá el gráfico de la absorción del ruido en escala logarítmica.



ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|------|
| DEDICATORIA | ii |
| AGRADECIMIENTOS | iii |
| RESUMEN | iv |
| ABSTRACT | v |
| INTRODUCCIÓN | v |
| ÍNDICE GENERAL | viii |
| ÍNDICE DE TABLAS | xiv |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xvii |
| CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 1 |
| 1.1. Identificación del Problema | 1 |
| 1.1.1. Descripción del Problema | 1 |
| 1.1.2. Formulación Interrogativa del Problema | 1 |
| 1.1.2.1. Formulación Interrogativa del Problema General | 1 |
| 1.1.2.2. Formulación Interrogativa del Problema Específicos | 2 |
| 1.2. Justificación e Importancia de la Investigación | 2 |
| 1.2.1. Justificación Técnica | 2 |
| 1.2.2. Justificación Social | 2 |
| 1.2.3. Justificación por Viabilidad | 3 |
| 1.2.4. Justificación por Relevancia | 3 |
| 1.3. Limitaciones de la Investigación | 3 |
| 1.3.1. Limitación número 1 | 3 |
| 1.3.2. Limitación número 2 | 3 |
| 1.3.3. Limitación número 3 | 3 |
| 1.3.4. Limitación número 4 | 3 |
| 1.3.5. Limitación número 5 | 4 |
| 1.3.6. Limitación número 6 | 4 |



- 1.3.7. Limitación número 7..... 4
- 1.3.8. Limitación número 8..... 4
- 1.3.9. Limitación número 9..... 4
- 1.3.10. Limitación número 10 4
- 1.1.8. Limitación número 11..... 4
- 1.1.9. Limitación número 12..... 4
- 1.1.8. Limitación número 13..... 5
- 1.1.9. Limitación número 14..... 5
- 1.3.13. Limitación número 15 5
- 1.3.14. Limitación número 16 5
- 1.1. Objetivo de la Investigación 5
- 1.1.1. Objetivo General 5
- 1.1.2. Objetivos Específicos..... 5
- 1.2. Hipótesis 6
- 1.2.1. Hipótesis General 6
- 1.2.2. Sub Hipótesis..... 6
- 1.3. Definición de Variables 6
- 1.3.1. Variables Independientes..... 6
- 1.3.1.1. Variable independiente N°1: 6
- 1.3.1.1.1. Indicador N°1: 6
- 1.3.2. Variables Dependientes 7
- 1.3.2.1. Variable dependiente N°1: 7
- 1.3.2.1.1. Indicador N°1: 7
- 1.3.2.2. Variable dependiente N°2: 7
- 1.3.2.3.1. Indicador N°2: 7
- 1.3.2.3. Variable independiente N°3: 7
- 1.3.2.3.1. Indicador N°3: 7



- 1.3.3. Cuadro de Operacionalización de Variables 8
- CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO DE LA TESIS 9
- 2.1. Antecedentes de la Tesis o Investigación Actual..... 9
- 2.1.1. Antecedentes a Nivel Internacional 9
- 2.2. Aspectos Teóricos Pertinentes..... 10
- 2.2.1. Sonido 10
- 2.2.2. El Ruido 10
- 2.2.3. El Oído Humano 10
- 2.2.2.1. Generación de onda Sonora 12
- 2.2.2.2. Movimiento Ondulatorio 12
- 2.2.2.2.1. Tipos de Ondas 12
- 2.2.2.3. Características del sonido..... 12
- 2.2.2.4. Propagación de Ondas Sonora..... 13
- 2.2.2.5. Velocidad de Propagación 14
- 2.2.2.7. Cualidades del Sonido 14
- 2.2.2.6.1. Tono..... 14
- 2.2.2.6.3. Timbre 15
- 3.2.2.6.3. Intensidad Sonora 15
- 2.2.2.7. La escala de medida: El decibelio..... 16
- 2.2.2.8. Espectro Audible 17
- 2.2.2.9. Reflexión y Refracción de las Ondas 18
- 2.2.2.10. Los Sonómetros 18
- 2.2.2.10.1. SC310: Sonómetro Integrador 18
- 2.2.2.10.2. Partes del Sonómetro 19
- 2.2.2.11 Software CESVA. 21
- 2.2.2.12 Aislamiento y Absorción Acústica 21
- 2.2.2.11.1 Parámetros característicos 22



- 2.2.2.11.2. Materiales Absorbentes Porosos 22
- 2.2.4. Papel Multipliego Extensible o Bolsas Contenedoras de Cemento . 24
- 2.2.4.1. Proceso de fabricación del Papel Multipliego Extensible 25
- 2.2.5. Circuito Generador de Sonido..... 26
- 2.2.5.1. Materiales para el Circuito Generador de Sonido 26
- 2.2.6. Generación de Residuos Sólidos en el Distrito del Cusco..... 27
- 2.2.7. Tabiques..... 28
- 2.2.6.1 Construcción con Placas de Yeso Laminado y Fibrocemento:..... 29
- CAPÍTULO III. Metodología..... 33
- 3.1. Metodología de la Investigación 33
- 3.1.1. Tipo de Investigación 33
- 3.1.1.1. Cuantitativa 33
- 3.1.2. Nivel de Investigación 33
- 3.1.2.1. Descriptivo..... 33
- 3.1.3. Método de Investigación 33
- 3.2. Diseño de la Investigación 34
- 3.2.1. Diseño Metodológico: EXPERIMENTAL 34
- 3.2.2. Diseño de Ingeniería..... 35
- 3.3. Población y Muestra..... 36
- 3.3.1. Población..... 36
- 3.3.1.1. Descripción de la Población..... 36
- 3.3.1.2. Cuantificación de la Población 36
- 3.3.2. Muestra..... 36
- 3.3.2.1. Descripción de la Muestra 36
- 3.3.2.2. Cuantificación de la Muestra..... 37
- 3.3.2.3. Método de Muestreo..... 37
- 3.3.2.4. Criterios de Evaluación de la Muestra 37



3.3.3. Criterios de Inclusión 38

3.4. Instrumentos 39

3.4.1. Instrumentos de Recolección de Datos 39

3.4.2. Instrumentos de Ingeniería 49

3.5. Procedimientos de Recolección de Datos 49

3.5.1. Prueba N°01: 49

a) Equipos: 49

b) Procedimiento: 50

c) Datos: 51

3.5.2. Prueba N°02: 52

a) Equipos: 52

b) Procedimiento: 52

c) Datos: 53

3.5.3. Prueba N°03: 53

a) Equipos 53

b) Procedimiento 53

c) Datos 54

3.5.4. Prueba N°04: 54

a) Equipos 54

b) Procedimiento 55

c) Datos 56

3.5.5. Prueba N°05: 56

a) Equipos 56

b) Procedimiento 56

c) Datos 59

3.5.6. Prueba N°06: 61

a) Equipos 61



- b) Procedimiento 61
- c) Datos 62
- 3.5.7. Prueba N°07: 62
 - a) Equipos..... 62
 - b) Procedimiento 62
 - c) Datos 64
- 3.6. Procedimientos de Análisis de Datos 64
 - 3.5.1. Procedimiento N°01: 64
 - a) Procesamiento o Cálculos de la Prueba..... 64
 - b) Diagramas, Tablas 67
 - c) Análisis de la Prueba 67
 - 3.5.2. Procedimiento N°02: 67
 - a) Procesamiento o Cálculos de la Prueba..... 67
 - b) Diagramas o Tablas 68
 - c) Análisis de la Prueba 68
 - 3.5.3. Procedimiento N°03: 69
 - a) Procesamiento o Cálculos de la Prueba..... 69
 - b) Diagramas o Tablas 69
 - c) Análisis de Prueba 70
 - 3.5.4. Procedimiento N°04: 70
 - a) Procesamiento o Cálculos de la Prueba..... 70
 - c) Análisis de la Prueba 84
 - 3.5.5. Procedimiento N°05: 84
 - a) Procesamiento o Cálculos de la Prueba..... 84
 - b) Diagramas o Tablas 86
 - c) Análisis de la Prueba 87
 - 3.5.6. Procedimiento N°06: 87



- a) Procesamiento o Cálculos de la Prueba..... 87
- b) Diagramas o Tablas 87
- c) Análisis de Prueba 91
- 3.5.7. Procedimiento N°08: 91
 - a) Procesamiento o Cálculos de la Prueba..... 91
 - b) Diagramas o Tablas 92
 - c) Análisis de la Prueba 93
- 3.5.8. Procedimiento N°09: 94
 - a) Procesamiento o Cálculos de la Prueba..... 94
 - b) Diagramas o Tablas. 94
 - c) Análisis de la Prueba. 95
- 3.5.9. Procedimiento N°09: 95
 - a) Procesamiento o Cálculo de la Prueba. 95
 - b) Diagramas o Tablas. 96
- CAPÍTULO IV. RESULTADOS..... 97
- CAPÍTULO V. DISCUSIÓN108
- GLOSARIO112
- CONCLUSIONES115
- RECOMENDACIONES117
- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS118
- ANEXOS120

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla N° 1. Cuadro de Operacionalización de Variables..... 8
- Tabla N° 2, Composición Física-Residuos Sólidos de la Provincia del Cusco. 28
- Tabla N° 3. Papel Multipliego Extensible..... 39
- Tabla N° 4. Papel Multipliego Extensible..... 40
- Tabla N° 5. Cartón Corrugado..... 40



Tabla N° 6. Placa de Fibrocemento..... 41

Tabla N° 7. Placa de Yeso Laminado..... 41

Tabla N° 8. Determinación De Los Coeficientes De Absorción 42

Tabla N° 9. Promedio Aritmético de los tres Datos para el mismo punto..... 43

Tabla N° 10. Resumen de los Decibeles de cada Material..... 44

Tabla N° 11. Conversión de Decibeles a Intensidades..... 45

Tabla N° 12. Cálculo de la Presión Atmosférica 47

Tabla N° 13. Cálculo de la Temperatura Ambiente 48

Tabla N° 14. Cálculo de la Velocidad del Sonido 49

Tabla N° 15. Selección del Papel Multipliego Extensible..... 51

Tabla N° 16. Costo del Papel Multipliego Extensible 52

Tabla N° 17. Selección del Cartón Corrugado..... 53

Tabla N° 18. Selección de las placas de Fibrocemento..... 54

Tabla N° 19. Selección de Placas de Yeso Laminado..... 56

Tabla N° 20. Datos del sonómetro 59

Tabla N° 21. Datos del Sonómetro..... 60

Tabla N° 22. Datos para el Cálculo promedio de Temperatura. 62

Tabla N° 23. Datos Para determinar la Velocidad del sonido 64

Tabla N° 24. Pasos para descargar datos en el programa CESVA. 67

Tabla N° 25. Pasos para conversión de Datos..... 68

Tabla N° 26. Selección de los valores LAT, LAF y LAS..... 69

Tabla N° 27. Selección de los valores LAT, LAF y LAS..... 70

Tabla N° 28. Selección de los valores LAT, LAF y LAS..... 70

Tabla N° 29. Juntar ambos promedios en una sola hoja Excel..... 72

Tabla N° 30. Resumen de W/m^2 a 686.9Hz. 72

Tabla N° 31. Resumen de W/m^2 a 686.9Hz. 73

Tabla N° 32. Resumen en W/m^2 del Cartón Corrugado a 686.9Hz. 74

Tabla N° 33. Resumen en W/m^2 del Cartón Corrugado a 686.9Hz. 75

Tabla N° 34. Resumen en W/m^2 del Fibrocemento a 686.9Hz. 76

Tabla N° 35. Resumen en W/m^2 de Fibrocemento a 686.9Hz..... 77

Tabla N° 36. Resumen en W/m^2 del PME a 686.9Hz. 78

Tabla N° 37. Resumen en decibeles de Yeso Laminado a 686.9Hz..... 79

Tabla N° 38. Resumen en decibeles del Yeso Laminado a 686.9Hz..... 80

Tabla N° 39. Resumen en Decibeles del Cartón corrugado a 686.9Hz. 80



Tabla N° 40. Resumen en decibeles del Cartón Corrugado a 686.9Hz. 81

Tabla N° 41. Resumen en Decibeles del Fibrocemento a 686.9Hz. 82

Tabla N° 42. Resumen en decibeles. Fibrocemento a 686.9Hz. 83

Tabla N° 43. Resumen en decibeles de PME a 686.9Hz. 84

Tabla N° 44. Resumen en Decibeles del Muro sin relleno a 686.9Hz. 86

Tabla N° 45. Resumen en Decibeles del Muro relleno con CC a 686.9Hz. 86

Tabla N° 46. Resumen en Decibeles del Muro relleno con PME a 686.9Hz. ... 86

Tabla N° 47. Ruido Absorbido del YL. 87

Tabla N° 48. Ruido Absorbido del CC. 88

Tabla N° 49. Ruido Absorbido del Fibrocemento a 686.9Hz. 88

Tabla N° 50. Ruido Absorbido del PME a 686.9Hz. 89

Tabla N° 51. Diferencia en Decibeles del YL a 686.9Hz. 89

Tabla N° 52. Diferencia en Decibeles del CC a 686.9Hz. 90

Tabla N° 53. Diferencia en Decibeles del FC a 686.9Hz. 90

Tabla N° 54. Diferencia en Decibeles del PME a 686.9Hz. 91

Tabla N° 55. Ruido sin interferencia-Ruido Absorbido del YL. 92

Tabla N° 56. Ruido sin Interferencia-Ruido Absorbido del CC. 92

Tabla N° 57. Ruido sin Interferencia-Ruido Absorbido del PME 93

Tabla N° 58. Ruido sin Interferencia-Ruido Absorbido del FC 93

Tabla N° 59. Prom. de Temperatura Ambiente y Porcentaje de Humedad. 94

Tabla N° 60. Velocidad del Sonido. 96

Tabla N° 61. Coeficiente de Absorción Acústica del YL a 686.9Hz 101

Tabla N° 62. Coeficiente de Absorción Acústica del FC a 686.9Hz. 101

Tabla N° 63. Coeficiente de Absorción Acústica del PME a 686.9Hz. 103

Tabla N° 64. Coeficiente de Absorción Acústica del CC a 686.9Hz. 103

Tabla N° 65. Presión Atmosférica. 105

Tabla N° 66. Temperatura Ambiente y Porcentaje de Absorción. 105

Tabla N° 67. Velocidad del Sonido. 106

Tabla N° 68. Porcentaje de Absorción Acústica del Muro sin Relleno. 106

Tabla N° 69. Porcentaje Absorción Acústica del Muro relleno con CC 107

Tabla N° 70. Porcentaje Absorción Acústica del Muro relleno con PME. 107



ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIG. N° 1. Partes del Oído Humano | 11 |
| FIG. N° 2. Periodo, tiempo que tarda en acabar una onda | 13 |
| FIG. N° 3. Transmisión de las partículas del Sonido | 13 |
| FIG. N° 4. Distintas Ondas Sonoras | 15 |
| FIG. N° 5. Tabla Indicativa de Niveles SPL de presión sonora | 16 |
| FIG. N° 6 Espectro Audible, Subdividido en Octavas | 17 |
| FIG. N° 7. Partes del Sonómetro | 20 |
| FIG. N° 8. PME, portador del Cemento Portland tipo 1P - Yura | 25 |
| FIG. N° 9. Diagrama Esquemático del Circuito Generador de Sonido | 27 |
| FIG. N° 10. Elementos del Circuito Generador de Sonido Construido | 27 |
| FIG. N° 11. Ambiente construido con Placa de Yeso Laminado | 29 |
| FIG. N° 12. Drywall | 30 |
| FIG. N° 13. Acabado de Drywall | 32 |
| FIG. N° 14. Papel Multipliego Extensible seleccionado | 50 |
| FIG. N° 15. Papel Multipliego Extensible seleccionado | 50 |
| FIG. N° 16. Lavado del Papel Multipliego Extensible | 50 |
| FIG. N° 17. Lavado del Papel Multipliego Extensible | 50 |
| FIG. N° 18. Secado al Aire libre del Papel Multipliego Extensible | 50 |
| FIG. N° 19. Secado al Aire libre del Papel Multipliego Extensible | 50 |
| FIG. N° 20. Cartón Corrugado cortado | 52 |
| FIG. N° 21. Cartón Corrugado cortado | 52 |
| FIG. N° 22. Trazado para corte de Fibrocemento | 54 |
| FIG. N° 23. Finalizado del corte de la placa de Fibrocemento | 54 |
| FIG. N° 24. Placa completa de Yeso Laminado | 55 |
| FIG. N° 25. Placa de Yeso Laminada cortada | 55 |
| FIG. N° 26. Paso 1, parar en un minuto. | 57 |
| FIG. N° 27. Paso 2, Guardar Resultados | 58 |
| FIG. N° 28. Paso 3, anotar Punto | 58 |
| FIG. N° 29. Temperatura Ambiente | 61 |
| FIG. N° 30. Temperatura Ambiente | 61 |
| FIG. N° 31. Tubo de cartón donde se genera el eco. | 63 |
| FIG. N° 32. Diferentes tiempos que se capturo el sonido. | 63 |



FIG. N° 33. Descarga de Datos del Sonómetro..... 65

FIG. N° 34. Programa CESVA – Versión de prueba..... 65

FIG. N° 35. Paso 5..... 66

FIG. N° 36. Datos descargados 66

FIG. N° 37. Paso 2..... 67

FIG. N° 38. Paso 3..... 68

FIG. N° 39. Agrupación de puntos por Plancha..... 71

FIG. N° 40. Número de puntos tomados por Plancha por cada material. 71

FIG. N° 41. Paso 1..... 71

FIG. N° 42. Archivos Excel..... 72

FIG. N° 43. Paso 1..... 84

FIG. N° 44 Paso 2..... 85

FIG. N° 45. Paso 3..... 85

FIG. N° 46. Paso 4..... 85

FIG. N° 53. Ruido Absorbido del YL a 686.9Hz. Escala logarítmica. 97

FIG. N° 54. Ruido Absorbido del CC a 686.9Hz. Escala logarítmica. 98

FIG. N° 55. Ruido Absorbido del FC a 686.9Hz. Escala logarítmica..... 99

FIG. N° 56. Característica de la onda sonora del PME a 686.9Hz.100

FIG. N° 59. Variación del Coeficiente de Absorción Acústica del FC y YL.....102

FIG. N° 62. Variación del Coeficiente de Absorción Acústica del PME y CC..104



CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Identificación del Problema

1.1.1. Descripción del Problema

La situación actual de la Ciudad del Cusco es, que no cuenta con la construcción de muros de Placas de Yeso Laminado y Fibrocemento que generen un ambiente adecuado; donde las condiciones acústicas perceptibles dentro del mismo, no perjudiquen de manera significativa las actividades a realizar dentro del recinto, y que al mismo tiempo este proceso nos resulte económico. Por otro lado la contaminación que produce toda obra de construcción hecha con concreto (que son la mayoría); al botar las bolsas contenedoras de cemento (vacías) conocidas como Papel Multipliego extensible, presentan componentes químicos dañinos, lo que ocasiona secuelas en el medio ambiente, que hasta el momento no se vio la forma de reciclar este material. El Cartón Corrugado es un material que su falta de gestión de residuos origina problemas por su crecimiento alarmante como desecho, los Rellenos Sanitarios erradican el Cartón Corrugado, pudiendo este ser reciclado, lo cual elimina la posibilidad de que algunas plantas industriales o el sector de construcción los puedan comprar y emplear como materia prima ya que es un material que predomina en el sector comercio. El Cartón Corrugado presenta el segundo lugar en la cantidad de residuos en nuestra ciudad, también en la mayoría de veces tiene un único fin de agrupación de productos o almacenamiento; a su vez este no tiene una disposición final en obra, siendo esta otra manera de reciclarlo.

Esto nos lleva a realizar una investigación sobre el comportamiento que tendrán estos dos materiales al ser usados como relleno de muros de Placas de Yeso Laminado y Fibrocemento.

1.1.2. Formulación Interrogativa del Problema

1.1.2.1. Formulación Interrogativa del Problema General

¿Cómo determinar el porcentaje de Absorción Acústica del Papel Multipliego Extensible y Cartón Corrugado como relleno en muros de placas de Yeso Laminado y Fibrocemento?



1.1.2.2. Formulación Interrogativa del Problema Específicos

Problema específico N°1: ¿Cuál es la relación entre el Coeficiente de Absorción Acústica y el espesor de la Placa de Fibrocemento?

Problema específico N°2: ¿Cuál es la relación entre el Coeficiente de Absorción Acústica y el espesor de la Placa de Yeso Laminado?

Problema específico N°3: ¿Cuál es la relación entre el Coeficiente de Absorción Acústica y el espesor del Cartón Corrugado?

Problema específico N°4: ¿Cuál es la relación entre el Coeficiente de Absorción Acústica y el espesor del Papel Multipliego Extensible?

Problema específico N°5: ¿Qué porcentaje de Absorción Acústica se presentará en los muros de Placas de Yeso Laminado y Fibrocemento al rellenarlos con los espesores de Cartón Corrugado y Papel Multipliego Extensible con respecto a un muro de Placa de Yeso Laminado y Fibrocemento relleno con Papel Multipliego Extensible?

1.2. Justificación e Importancia de la Investigación

1.2.1. Justificación Técnica

- Esta investigación se desarrolla en el campo de la ingeniería Civil, específicamente en la especialidad de Materiales de Construcción.
- La presente Tesis brinda información sobre nuevos materiales aplicándolos en la construcción de tabiques.
- En nuestra Ciudad pocos son los materiales que se pueden reciclar utilizándolos con fines constructivo.
- De esta manera podemos reducir la contaminación generada en obra.
- Podemos reciclar uno de los desechos más producidos en nuestra ciudad.

1.2.2. Justificación Social

- Los resultados de este trabajo de investigación podrían ser utilizados por personas que planean construir los tabiques de sus ambientes con Placas de Yeso Laminado y Fibrocemento para mejorar la absorción Acústica de sus muros y reducir el ruido.
- La presente investigación propone mejorar los ambientes que estén contruidos con este tipo de tabiquería.



- Beneficia a estudiantes de ingeniería Civil por la Metodología empleada y por lo innovador del tema de investigación en nuestro medio.
- Estos ambientes tendrán una Absorción Acústica adecuada.
- De esta manera las personas que ocupen estos ambientes, desarrollarán sus actividades de manera confortable.

1.2.3. Justificación por Viabilidad

- Esta Tesis es factible ya que se respalda por las pruebas en laboratorio, así mismo por las guías de observación que están al alcance de cualquier operario.
- Cuento con libros de respaldo y docentes calificados para guiar mi avance.
- En cuanto al financiamiento requerido para realizar esta investigación, considerando todos los gastos a emplear, resulta factible.

1.2.4. Justificación por Relevancia

- Al ser este un tema nuevo de investigación en nuestra Región, su aplicación es solo para la Ciudad del Cusco, ya que se calculó el alcance de estos materiales para nuestra ciudad.
- Por la cantidad de deshechos.

1.3. Limitaciones de la Investigación

1.3.1. Limitación número 1

Esta investigación propone un procedimiento alternativo.

1.3.2. Limitación número 2

Las pruebas se realizaron dentro de un ambiente donde las condiciones de temperatura varían aproximadamente en 2°C en un rango de 17.7°C - 19,8°C, y en un porcentaje de humedad que varía en un rango 45% - 53%.

1.3.3. Limitación número 3

Las pruebas se realizaron dentro de un ambiente donde la condición de presión atmosférica fue de 67.130 kPa.

1.3.4. Limitación número 4

La fuente generadora de sonido (onda mecánica) estaba regulada para trabajar con una sola frecuencia de 686.9 Hz.



1.3.5. Limitación número 5

Debido a la muestra que se consideró, se incluyó una Placa de Fibrocemento de espesor 0.7 cm y otra de Yeso Laminado con espesor de 1.2 cm, por esta razón no será posible generalizar los resultados a obtener.

1.3.6. Limitación número 6

Las placas de Fibrocemento, Yeso Laminado y Cartón corrugado para el análisis del coeficiente de absorción acústica fueron cortadas con dimensiones de 0.30m de largo por 0.15 m de ancho.

1.3.7. Limitación número 7

El Papel Multipliego Extensible se cortó a un aproximado de un cuarto de la bolsa y se arrugo manualmente para realizar las pruebas de laboratorio.

1.3.8. Limitación número 8

La evaluación del Coeficiente de Absorción Acústica de los materiales como son las Placas de Fibrocemento, Yeso Laminado y Cartón Corrugado se hicieron a partir de una a diez placas, variando el espesor de acuerdo al material.

1.3.9. Limitación número 9

La evaluación de Absorción Acústica del muro en esta investigación no considera puertas ni ventanas en su construcción.

1.3.10. Limitación número 10

El Coeficiente de Absorción Acústica obtenido se limita a un solo tipo de Cartón Corrugado por tener un espesor de 0.4 cm determinado por plancha.

1.1.8. Limitación número 11

Se consideran los Cartones Corrugados que posean corrugas de 4mm.

1.1.9. Limitación número 12

El Coeficiente de Absorción Acústica obtenido se limita solo al Papel Multipliego Extensible de tres pliegos, arrugado manualmente y reciclado, estos son conocidos como bolsas contenedoras del cemento Portland tipo 1P pertenecientes a la empresa Yura y fabricados por la empresa Forsac.



1.1.8. Limitación número 13

El equipo utilizado para determinar los porcentajes y coeficientes de absorción acústica fue un Sonómetro y analizador de espectro SC310 de Clase uno. Un termómetro ambiental para la temperatura y porcentaje de humedad, Un Sistema Pasco para hallar la velocidad del sonido en el aire, para calcular la presión atmosférica y para determinar la frecuencia de la fuente emisora.

1.1.9. Limitación número 14

La evaluación del Coeficiente de Absorción Acústica del Papel Multipliego Extensible se hizo con los espesores de dos a diez cm.

1.3.13. Limitación número 15

Las placas cortadas se dividieron en cinco puntos. Dos puntos en la parte superior izquierda y derecha, dos puntos en la parte inferior izquierda y derecha y un punto central.

1.3.14. Limitación número 16

La medición de esta investigación se limita a la ponderación Frecuencial A

1.1. Objetivo de la Investigación

1.1.1. Objetivo General

Determinar el porcentaje de Absorción Acústica del Papel Multipliego Extensible y Cartón Corrugado como relleno en muros de placas de Yeso Laminado y Fibrocemento.

1.1.2. Objetivos Específicos

Objetivo específico N°1: Determinar la relación entre el Coeficiente de Absorción Acústica y el espesor de la Placa de Fibrocemento.

Objetivo específico N°2: Determinar la relación entre el Coeficiente de Absorción Acústica y el espesor de la Placa de Yeso Laminado.

Objetivo específico N°3: Determinar la relación entre el Coeficiente de Absorción Acústica y el espesor del Cartón Corrugado.

Objetivo específico N°4: Determinar la relación entre el Coeficiente de Absorción Acústica y el espesor del Papel Multipliego Extensible.



Objetivo específico N°5: Calcular el porcentaje de Absorción Acústica en los muros de Placas de Yeso Laminado y Fibrocemento al rellenarlos con los espesores de Cartón Corrugado con respecto a un muro de Placa de Yeso Laminado y Fibrocemento relleno con Papel Multipliego Extensible.

1.2. Hipótesis

1.2.1. Hipótesis General

El porcentaje de Absorción Acústica será más óptimo al rellenar los muros de Placas de Yeso Laminado y Fibrocemento con Papel Multipliego Extensible y Cartón Corrugado con respecto a muros de Placas de Yeso Laminado y Fibrocemento sin ningún tipo de relleno.

1.2.2. Sub Hipótesis

Sub hipótesis N°1: El Coeficiente de Absorción Acústica tiene una relación creciente con respecto al espesor de las Placas de Fibrocemento.

Sub hipótesis N°2: El Coeficiente de Absorción Acústica tiene una relación creciente con respecto al espesor de las Placas de Yeso Laminado.

Sub hipótesis N°3: El Coeficiente de Absorción Acústica tiene una relación creciente con respecto al espesor de las placas del Cartón Corrugado.

Sub hipótesis N°4: El Coeficiente de Absorción Acústica tiene una relación creciente con respecto al espesor del Papel Multipliego Extensible.

Sub hipótesis N°5: El muro de Placas de Yeso Laminado y Fibrocemento relleno con Cartón Corrugado presentará un mejor porcentaje de absorción con respecto a un muro de Placa de Yeso Laminado y Fibrocemento relleno con del Papel Multipliego Extensible.

1.3. Definición de Variables

1.3.1. Variables Independientes

1.3.1.1. Variable independiente N°1:

Tipo de plancha

1.3.1.1.1. Indicador N°1:

Largo y ancho en Centímetros (cm)



1.3.2. Variables Dependientes

1.3.2.1. Variable dependiente N°1:

Absorción Acústica

1.3.2.1.1. Indicador N°1:

Decibeles (dB) y Porcentaje (%)

1.3.2.2. Variable dependiente N°2:

Coefficiente de Absorción Acústica

1.3.2.3.1. Indicador N°2:

Decibeles (dB) y Watts / metro al cuadrado (W/m^2)

1.3.2.3. Variable independiente N°3:

Espesor del Material de Relleno

1.3.2.3.1. Indicador N°3:

Centímetros (cm)



1.3.3. Cuadro de Operacionalización de Variables

Tabla N° 1. Cuadro de Operacionalización de Variables

| OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES | | | | |
|--|---|------------------------------|------------------|--------------|
| VARIABLE | DESCRIPCIÓN DE LA VARIABLE | NIVEL | INDICADORES | INSTRUMENTOS |
| VARIABLE DEPENDIENTE | | | | |
| X ₁ : Absorción Acústica | De los muros rellenos con Papel Multipliego Extensible y Cartón Corrugado. | Tipo de Material | Decibeles(dB) | Sonómetro |
| X ₂ : Coeficiente de Absorción Acústica | Utilice La Placa de Fibrocemento, Yeso Laminado, Cartón Corrugado y Papel Multipliego Extensible. | Tipo de Material | Decibeles(dB) | Sonómetro |
| X ₃ : Espesor de Material | Depende del Cartón Corrugado y Papel Multipliego Extensible. | Tipo del Material de Relleno | centímetros (cm) | Flexómetro |
| VARIABLE INDEPENDIENTE | | | | |
| Y ₁ : Tipo de Placa | Utilicé la Placa de Fibrocemento y Yeso Laminado | Reciclaje | Centímetro (cm) | Flexómetro |

Fuente: Propia



CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO DE LA TESIS

2.1. Antecedentes de la Tesis o Investigación Actual

2.1.1. Antecedentes a Nivel Internacional

Antecedente Internacional N°1:

Joel A. Gutiérrez, Alejandro D. Gonzáles, “DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE MATERIALES AISLANTES NATURALES Y DE RECICLADO”, Centro Regional Universitario Bariloche, 2012. El objetivo de este trabajo es la medición de la conductividad térmica de materiales naturales y de reciclado que puedan ser utilizados como aislantes térmicos en la zona fría de la Patagonia Andina. Se construyó un equipo de geometría cilíndrica, apto para medir materiales a granel. Se ensayaron la piedra pómez volcánica, el aserrín, el cartón corrugado, el papel picado, la paja de cereal de avena, y la cámara de aire.

En conclusión se construyó un dispositivo para la medición de conductividad térmica de materiales de construcción, con el objetivo de analizar las propiedades de materiales naturales y de reciclados. El equipo es similar al desarrollado previamente por otros autores, aunque se aumentó el tamaño para facilitar la carga del tipo de material ensayado en el presente trabajo. Consiste en dos cilindros concéntricos, el interior es el de calentamiento y el exterior el de estabilización de temperatura. En el espacio entre los cilindros se sitúan las muestras a ensayar. Las primeras mediciones se realizaron con aserrín, piedra pómez, cartón, paja de avena y papel picado. Se midió además la cámara de aire, la cual presenta transferencia de calor principalmente por convección. A través del análisis de temperaturas se mostró la diferencia relevante en la transmisión de calor al usar materiales que bloqueen la convección y al mismo tiempo que tengan coeficientes térmicos bajos. Se encontró que el cartón corrugado es un excelente aislante térmico con valores de $0,06 \text{ W/m } ^\circ\text{C}$ siendo un material fácil de conseguir a partir del reciclado o comprarlo a bajo costo.

Antecedente Internacional N°2

Lady Johanna Martínez Santa, “VIVIENDAS Y TECNOLOGÍAS APROPIADAS EN MADERA Y CELULOSA DE PAPEL”, Universidad Católica de Pereira, 2015. Este trabajo explicará los sistemas constructivos y estructurales que ayuden a la

solución y desarrollo de una vivienda sostenible en la ciudad de Circasia, que permita crear soluciones más apropiadas, económicas y ecológicas que beneficie el entorno. La importancia del trabajo es un enriquecimiento y conocimiento que ayuden a tener claras las exigencias básicas de una construcción arquitectónica y referencias normativas para tener una funcionalidad y soporte de cargas que tendrá en su periodo de existencia. Todo esto para mejorar la adaptación del entorno y un mejor desarrollo de las nuevas tecnologías para un menor impacto ambiental.

La conclusión es la siguiente: La *celulosa de papel* es un material que sirve para ser utilizado en varios campos de la *construcción*, como en cielos, techos, *muros* y suelos ya que es un material flexible, *poroso* (es decir con la capacidad de absorción acústica), resistente y versátil.

2.2. Aspectos Teóricos Pertinentes

2.2.1. Sonido

El sonido es la sensación que se produce a través del oído en el cerebro y la causa física que lo determina. Estas causas son las vibraciones de un medio elástico (generalmente el aire). Estas vibraciones se producen por el desplazamiento de las moléculas del aire debido a una presión externa. Cada molécula transmite una vibración a la que se encuentre a su costado provocando un movimiento en cadena.

El sonido es todo lo que oímos, resultado de estos desplazamientos. Se transmite en forma de ondas, y depende de las características de estos movimientos.

(Ignasi Cuenca , David; Eduard Gómez, Juan;, 2005)

2.2.2. El Ruido

Los sonidos aleatorios están formados por muchas frecuencias de valor impredecible. Habitualmente reciben el nombre de ruidos (ruido = sonido no deseado).

(Antoni Carrión, Isbert;, 1998)

2.2.3. El Oído Humano

No tiene una respuesta lineal, ni en frecuencia, ni en intensidad. Por esto medimos la frecuencia por octavas y la intensidad en decibelios. Además es

importante saber que la sensibilidad del Oído Humano varía en función del nivel de captación del sonido.

Estas sensaciones que da el oído Humano son el tono, el timbre (dependientes de los armónicos del sonido) y la intensidad (en función del nivel de la presión sonora). Todo esto depende de la amplitud de oscilación, la potencia de la fuente y el medio físico de transmisión.

(Ignasi Cuenca , David; Eduard Gómez, Juan;, 2005)

La recepción del sonido por parte de un organismo o dispositivo se fundamenta en la transformación de la energía transportada por la onda sonora en otro tipo de señal. El mecanismo receptor suele ser una membrana que vibra a la misma frecuencia que las ondas recibidas.

En el caso particular del ser humano, esta recepción recibe el nombre de audición, se realiza por medio del sentido del oído siendo el detector el tímpano.

De forma resumida, en el oído pueden distinguirse tres partes diferenciadas, de fuera hacia adentro:

- OÍDO EXTERNO; es la parte visible, que recoge las ondas sonoras hasta alcanzar el tímpano que vibra con la señal sonora.
- OÍDO MEDIO; formada por tres huesos (martillo, yunque y estribo), que transmiten las vibraciones del tímpano hasta el oído interno.
- OÍDO INTERNO; la cloquea está llena de un líquido y la vibración se transmite en el hasta las terminaciones nerviosas que llegan al cerebro.

FIG. N° 1. Partes del Oído Humano



Fuente: <http://biologia.laguia2000.com/anatomia-animal/anatomia-humana/las-partes-del-oido-humano>

(Morales, 2011)



2.2.2.1. Generación de onda Sonora

Las vibraciones de un cuerpo inducen su iteración con la capa de partículas que lo rodean, perturbando, comprimiendo y dilatando su atmosfera circundante

(Rodríguez Rodríguez & De La Puente Crespo, 2006)

2.2.2.2. Movimiento Ondulatorio

Es el tipo de movimiento característico de las ondas. No implica un transporte de materia de un punto a otro.

Las partículas constituyentes del medio se desplazan relativamente poco respecto de su posición de equilibrio. Lo que avanza y progresa no son ellas, sino la perturbación que transmiten unas a otras.

2.2.2.2.1. Tipos de Ondas

Existen dos tipos de ondas que son mecánicas y electromagnéticas. Se tomará en cuenta solo ondas mecánicas para esta investigación.

Onda Mecánica: Se llama onda mecánica a la que se propaga en medios materiales, un ejemplo de este tipo de onda es el sonido, que no se transmite en el vacío.

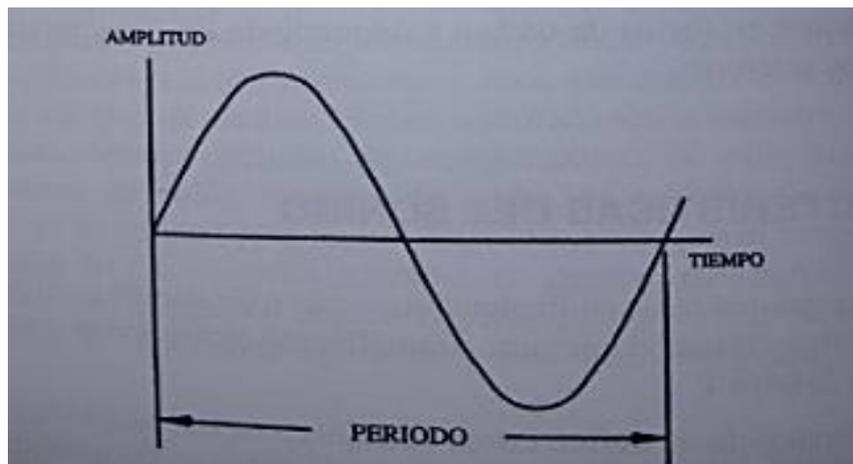
2.2.2.3. Características del sonido

El tiempo que tarda en finalizar una onda un ciclo completo se denomina *periodo*. Se mide en unidades de tiempo, normalmente en segundos y está representada por la letra T.

La *frecuencia* se define como el número de ciclos que hay en un segundo (Ciclos/s). Estas son las vibraciones que se producen en las moléculas. La unidad de medida de la frecuencia es el Hertzio (Hz). Se representa por la letra f. La frecuencia es la inversa del periodo.

$$f = \frac{1}{T}$$

FIG. N° 2. Periodo, tiempo que tarda en acabar una onda



Fuente: Tecnología Básica del Sonido I

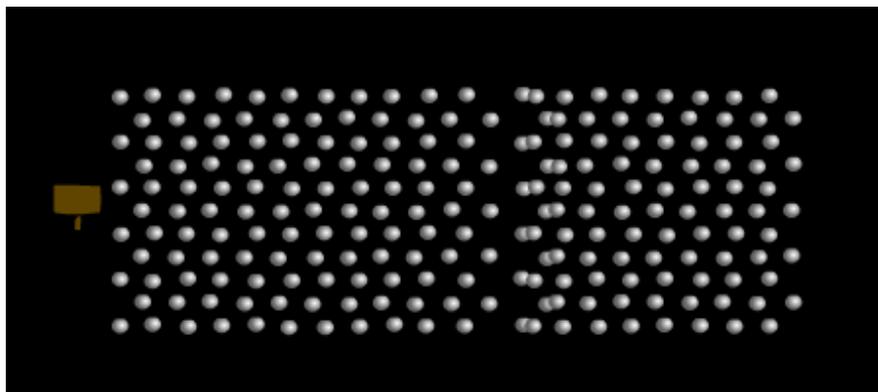
La *amplitud* de una onda es indicadora del nivel. Este nivel depende de la potencia a la que se han producido las oscilaciones. Cuanto mayor sea la potencia, el sonido será más fuerte.

(Rodríguez Rodríguez & De La Puente Crespo, 2006, págs. 19,21).

2.2.2.4. Propagación de Ondas Sonora

Onda Longitudinal: Un movimiento ondulatorio se denomina onda longitudinal cuando las partículas del medio sometidas a la oscilación vibran en la misma dirección en la que se propaga la onda. Esta forma de movimiento de las ondas sonoras es característica de la propagación del sonido en el aire, líquidos no viscosos y en los gases en general.

FIG. N° 3. Transmisión de las partículas del Sonido

Fuente: <http://www.educationscotland.gov.uk/>



En el gráfico superior podemos observar que el sonido se transmite por medio de los choques entre las partículas que lo conforman.

(Fisicanet, 2001).

2.2.2.5. Velocidad de Propagación

Es la velocidad a la que viajan las ondas de un medio determinado. Depende de las condiciones ambientales (presión, temperatura y humedad) y fundamentalmente del medio en el que se propagan. Se transmiten más rápidas en los sólidos, después en los líquidos y por último en los gases. A medida que aumenta la temperatura la velocidad es mayor y se expresa en m/s.

(Ignasi Cuenca , David; Eduard Gómez, Juan;, 2005)

2.2.2.7. Cualidades del Sonido

El Responsable de la percepción de las ondas sonoras es el oído.

Los sonidos pueden distinguirse entre sí por una serie de cualidades que permiten su caracterización. Esta percepción es subjetiva, pero puede hacerse objetiva encontrando la relación de estas cualidades con magnitudes físicas características del sonido.

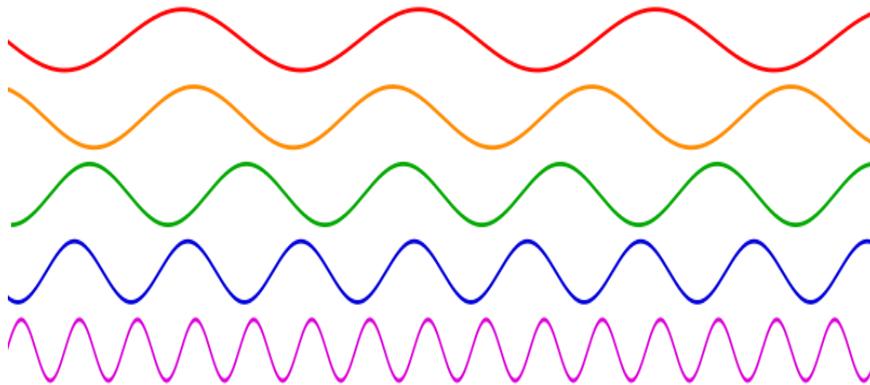
2.2.2.6.1. Tono

El tono de una onda indica si el tono es grave, agudo o medio, y viene determinada por la frecuencia fundamental de las ondas sonoras, medida en ciclos por segundo o Hertzios (Hz).

- Si la vibración es lenta, el sonido es de baja frecuencia y se denomina sonido grave.
- Si la vibración es rápida, el sonido es de alta frecuencia y se denomina sonido agudo.

En la siguiente figura se muestran distintos tipos de onda, siendo la primera de color rojo, la que da lugar a un sonido más grave; y la última, de color morado, la más aguda.

FIG. N° 4. Distintas Ondas Sonoras



Fuente: <http://e-educativa.catedu.es/>

Para que el sonido resulte audible debe estar dentro del rango de audición (20 – 20000 Hz). Este rango va reduciéndose en ambos extremos conforme envejecemos.

2.2.2.6.3. Timbre

Es la Calidad del sonido por la cual se distinguen dos sonidos con la misma sonoridad y el mismo tono, debido a la superposición de distintos armónicos que dan su forma característica a la onda sonora.

El Timbre es la fuente emisora del sonido y se refiere a la forma de la onda.

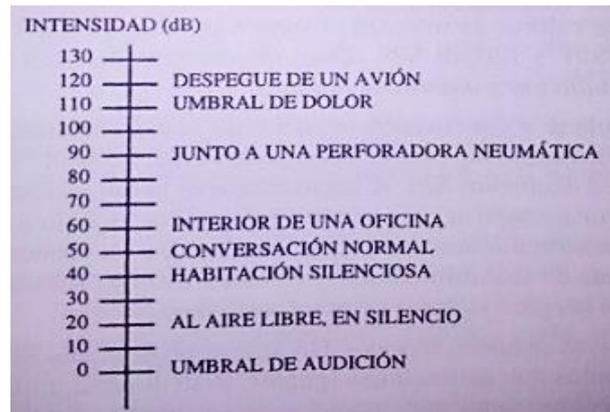
(Fisicanet, 2001)

3.2.2.6.3. Intensidad Sonora

Depende de la amplitud de la oscilación, la potencia de la fuente y del medio físico de la transmisión. La unidad de medida de la intensidad sonora es el decibelio (dB). Esta se agudiza para sonidos débiles y disminuye para sonidos fuertes.

El nivel de referencia que empleamos es los decibelios SPL (Sound Pressure Level), que están relativos a medidas de presión sonora (pascuales). La referencia de audición corresponde a 0 dB_{SPL} y es la menor cantidad de sonido perceptible por el oído humano a la frecuencia de 1KHz.

FIG. N° 5. Tabla Indicativa de Niveles SPL de presión sonora.



Fuente: Tecnología Básica del Sonido I

(Ignasi Cuenca , David; Eduard Gómez, Juan,., 2005)

2.2.2.7. La escala de medida: El decibelio

La cuantificación en cuanto a niveles de presión, potencia o intensidad acústica se expresan en decibelios.

Para crear una escala que representa las medidas de los niveles sonoros se necesita considerar dos premisas importantes que dificultaron al proceso:

- El oído humano posee gran sensibilidad
- El oído desde el punto de vista subjetivo, posee una respuesta de carácter logarítmico y no lineal.

Para adecuarse a estas condiciones se emplea una escala de medida relativa cuya magnitud es el nivel de sonido y cuyas unidades se denominan decibelios. Esta escala se establece a partir de una expresión matemática basada en el logaritmo decimal, que relaciona la magnitud que se pretende cuantificar correspondiente al *límite de sensibilidad humana* (los umbrales de audición y del dolor para la presión sonora son respectivamente, de $2 \cdot 10^{-5} \text{N/m}^2$ y 20N/m^2) respecto a la magnitud:

$$L(\text{dB}) = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

Donde:

L= Nivel de la magnitud cuantificada, en dB

I= Intensidad que se desea cuantificar (en sus unidades naturales)

I₀= Valor de referencia de la Intensidad (10^{-12})

Por lo tanto la expresión que indica el nivel de un sonido puede adoptar distintas formas en función de las magnitudes que intervienen en su medida.

(Rodríguez Rodríguez & De La Puente Crespo, 2006)

2.2.2.8. Espectro Audible

Se considera como estándar la gama de frecuencias entre 20 y 20000 Hz. Los sonidos cuya frecuencia sea inferior a 20 Hz se llaman infrasonidos. A los que tienen una frecuencia superior a los 20000 Hz se les llama ultrasonidos.

El espectro audible es diferente para cada persona y se altera con la edad y otro tipo de causas (trabajo en ambientes ruidosos).

Por ejemplo la voz humana no es igual para el hombre (120 a 8000 Hz), que para la mujer (160 a 9000 Hz). Por otro lado los instrumentos musicales abarcan un espectro sonoro mucho más amplio.

El espectro audible se subdivide en octavas. El valor máximo de cada una de ellas es el doble de la anterior. La primera y la última octava son prácticamente inaudibles. (Ignasi Cuenca , David; Eduard Gómez, Juan;, 2005).

FIG. N° 6 Espectro Audible, Subdividido en Octavas

| | | | |
|-----------|-------------------|------------|-----------------------|
| 1ª Octava | 16 Hz - 32 Hz | 7ª Octava | 1.000 Hz - 2.000 Hz |
| 2ª Octava | 32 Hz - 64 Hz | 8ª Octava | 2.000 Hz - 4.000 Hz |
| 3ª Octava | 64 Hz - 125 Hz | 9ª Octava | 4.000 Hz - 8.000 Hz |
| 4ª Octava | 125 Hz - 250 Hz | 10ª Octava | 8.000 Hz - 16.000 Hz |
| 5ª Octava | 250 Hz - 500 Hz | 11ª Octava | 16.000 Hz - 32.000 Hz |
| 6ª Octava | 500 Hz - 1.000 Hz | | |

Fuente: Tecnología Básica del Sonido I

Las fuentes de sonido en una edificación que generan sonidos compuestos por combinación de ondas sonoras de distintas frecuencias a diferentes intensidades o amplitudes, que además varían en el tiempo, son diversas.

Para la evaluación de la contaminación acústica en determinadas situaciones nos apoyamos en análisis frecuenciales pormenorizados hacia una:



- Identificación de las fuentes de ruido, presentan espectros característicos.
- Selección de medidas preventivas a adoptar. Los materiales acústicos, aislantes y absorbentes, poseen un comportamiento distinto para diversas frecuencias del sonido incidente, de modo que para elegirlos, es necesario conocer las frecuencias problemáticas en el ruido a controlar.
- Evaluación del efecto más o menos perjudicial del ruido, tanto en riesgo auditivo como en sensación de molestia.

(Rodríguez Rodríguez & De La Puente Crespo, 2006)

2.2.2.9. Reflexión y Refracción de las Ondas

Cuando una onda alcanza la superficie de separación de dos medios de distinta naturaleza se producen, en general, dos nuevas ondas, una que retrocede hacia el medio de partida y otra que atraviesa la superficie límite y se propaga en el segundo medio. El primer fenómeno se denomina reflexión y el segundo recibe el nombre de refracción.

En las ondas bidimensionales o tridimensionales, la reflexión total se produce únicamente cuando la incidencia es normal, es decir, cuando la dirección en la que avanza la perturbación es *perpendicular a la superficie reflectante*. Si la incidencia es oblicua se produce una especie de rebote, de modo que el movimiento ondulatorio reflejado cambia de dirección, pero conservando el valor que forma el ángulo con la superficie límite.

(Fisicanet, 2001)

2.2.2.10. Los Sonómetros

Son instrumentos diseñados para determinar la magnitud del sonido mediante la cuantificación del parámetro; es decir, la asignación de un valor a la variación puede ser de la *intensidad* acústica, presión o potencia en un punto como consecuencia de la propagación de onda sonora a través del aire.

(Rodríguez Rodríguez & De La Puente Crespo, 2006)

2.2.2.10.1. SC310: Sonómetro Integrador

Este instrumento es de gran potencia, usando como sonómetro integrador promediador clase 1. Tiene una sola escala, no necesita ningún ajuste previo a la medición, y mide simultáneamente todas las funciones que dispone. Entre

estas se encuentran las funciones necesarias para calcular los índices básicos de evaluación acústica, como son las funciones S, F e I, Niveles continuos equivalentes, Índices de impulsividad, niveles pico, niveles de exposición sonora, etc.

Sirve para la evaluación del ruido medioambiental; tonalidad, impulsividad y baja frecuencia. Mide todos los parámetros simultáneamente con ponderación Frecuencial A, C y Z.

Como sonómetro mide en todo el rango dinámico y simultáneamente todas las siguientes funciones:

- Nivel de Presión sonora con promedio temporal “S”, “F”, “I” y sus valores máximo y mínimo durante el tiempo de medición y de cada segundo.
- Nivel de presión sonora continuo equivalente con promedio temporal “I” perteneciente al tiempo de medición y a un tiempo de integración programable “T”.

La respuesta en frecuencia del oído humano no es plana y además varía considerablemente con el nivel de intensidad sonora de escucha. Para aproximar los analizadores acústicos a la respuesta del oído se crearon curvas de ponderación en frecuencia. Estas en origen, son una simplificación de la respuesta en frecuencia del oído humano a diferentes niveles. Así para niveles bajos de intensidad sonora se usa la ponderación A. En resumen es como una red de filtrado que atenúa las muy altas y muy bajas frecuencias.

Todas estas funciones, entre otras se miden al mismo tiempo con *ponderación Frecuencial A*.

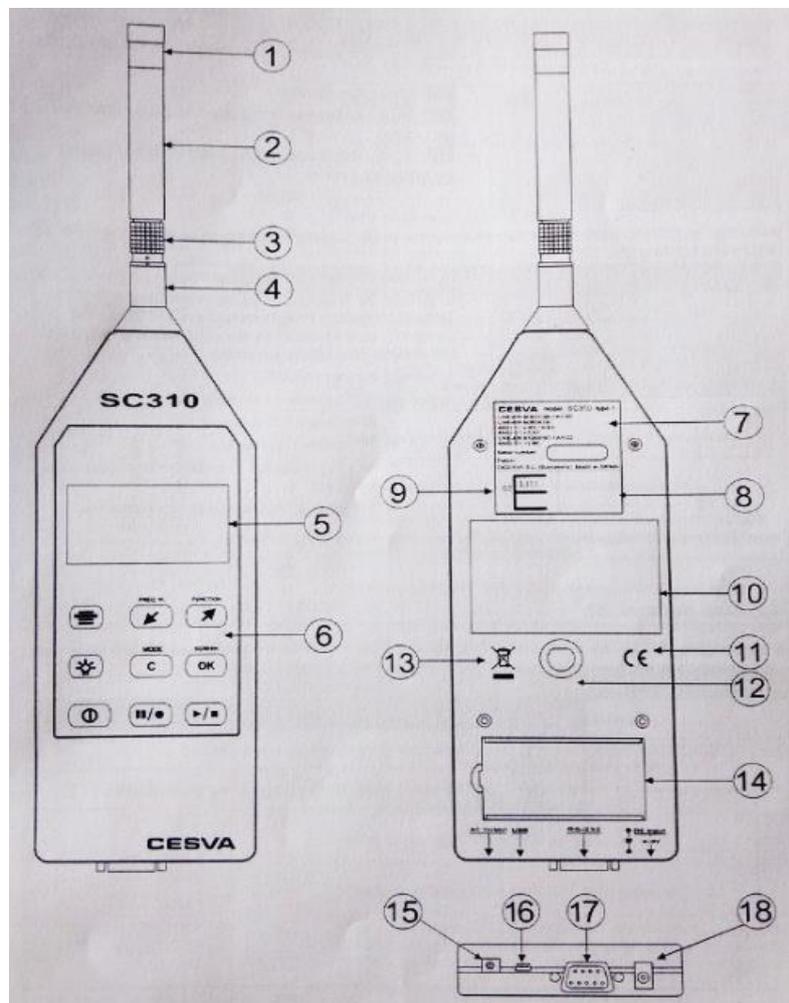
- *Precisión: ± 1 dB*

2.2.2.10.2. Partes del Sonómetro

- Micrófono condensador de $\frac{1}{2}$ (1)
- Preamplificador (2)
- Conector tipo LEMO del preamplificador (3)
- Conector tipo LEMO del sonómetro (4)
- Pantalla (5)
- Teclado de Membrana (6)

- Placa de Características (7)
- Espacio Reservado para la marca de verificación primitiva (8)
- Espacio Reservado para el signo de aprobación del modelo (9)
- Espacio Reservado para la etiqueta de verificación periódica (10)
- Marca CE (11)
- Soporte para Trípode (12)
- Marca WEEE (13)
- Tapa protectora de las pilas (14)
- Salida AC (15)
- Conector USB (16)
- Conector RS-232 (17)
- Entrada de alimentación DC (18)

FIG. N° 7. Partes del Sonómetro



Fuente: Manual de usuario del Sonómetro SC310



Funciones de Modo sonómetro Seleccionadas en esta tesis:

- Nivel de Presión sonora con ponderación temporal rápida (FAST) – Nomenclatura --> L_{AF} .
- Nivel de Presión sonora con ponderación temporal lenta (SLOW) – Nomenclatura --> L_{AS} .
- Nivel de Presión sonora continuo equivalente con tiempo de integración (T) – Nomenclatura --> L_{At} .

(CESVA)

2.2.2.11 Software CESVA.

Software CESVA Capture Studio y Capture Studio Editor: Versión de Prueba:

Es un programa que permite editar los datos adquiridos por el sonómetro integrador SC310.

Es una herramienta intuitiva y de fácil manejo con la que se puede obtener información de máximos, mínimos y percentiles.

Este programa ha sido diseñado con total compatibilidad con el entorno Windows, esto permite exportar las tablas de datos para luego pasarlas a otros programas o aplicaciones, permitiendo al usuario la personalización del informe acústico.

(CESVA)

2.2.2.12 Aislamiento y Absorción Acústica

Cuando una onda acústica incide sobre la superficie, la energía que posee (E_i) da lugar a tres componentes principales:

- ENERGÍA REFLEJADA (E_r); es la parte de energía que, en función de las propiedades de los materiales de acabado de la partición, vuelve en mayor o menor medida hacia el mismo lado de procedencia de la onda incidente (local emisor, poseedor de la fuente de ruido).
- ENERGÍA ABSORBIDA (E_a); en función de las propiedades de los materiales de acabado de la partición, se disipa, sobretodo como energía calorífica.



- ENERGÍA TRANSMITIDA (E_t); debido a la vibración que induce en la partición la onda incidente, se propaga al local vecino.

En edificaciones se ha de llevar a cabo un empleo conjunto de absorción y aislamiento acústico (siendo conceptos opuestos), con el fin de complementar sus potencialidades.

(Rodríguez Rodríguez & De La Puente Crespo, 2006).

2.2.2.11.1 Parámetros característicos

El aislamiento de vibraciones, consiste en impedir la propagación de las vibraciones mediante sistemas que vibren en concordancia de fase, es decir con cuerpos de dimensiones pequeñas frente a la longitud de onda.

Cuando una onda sonora choca contra una pared, una parte de la energía que transporta la onda se transmite a través de la pared, y otra se refleja.

Los materiales empleados para aislar el ruido aéreo, que es el sonido no deseado transmitido por el aire, son los ladrillos de diferentes tipos, como huecos, macizos, etc. Asimismo, se emplean otros materiales como yeso, cartón, fibras de diferentes densidades, etc.

Las paredes interiores no pueden ser macizas y gruesas debido a su elevado costo económico y a la posibilidad de colocar cargas pesadas en las partes de soporte de carga de la estructura. Por lo tanto surge la necesidad de aumentar el aislamiento de las paredes con comparativamente pequeñas. Esto se realiza mediante el uso de construcciones de capas múltiples y de materiales porosos.

Es importante saber que el mobiliario, así como también las personas puede añadir un incremento de la absorción acústica en un local.

(Recuero López, 2001)

2.2.2.11.2. Materiales Absorbentes Porosos

Poseen la capacidad de disminuir la cantidad de energía reflejada, aunque no actúan sobre el sonido transmitido. Estos materiales tienen que ser blandos, ligeros, fibrosos y de poro abierto

- **Mecanismo de Absorción**

La propiedad de poro abierto, es un factor condicionante para la absorción, ya que esta tiene lugar cuando un gran porcentaje de la onda acústica incidente penetra en los poros e induce en las partículas de aire contenidas en ellos un movimiento vibratorio que, debido a la fricción generada por iteración con las paredes internas de las cavidades provoca que la energía acústica se disipe en forma de energía calorífica.

- **Coefficiente de Absorción Acústica**

Para evaluar las propiedades de absorción de un material se define el coeficiente de absorción acústica (α), que representa la relación entre la energía absorbida (E_a) y la energía incidente (E_i) por unidad de superficie:

$$\alpha = \frac{E_a}{E_i}$$

Por lo tanto, los valores de α (coeficiente adimensional) se encuentran comprendidos entre 0 y 1; lo cual representa muy poca o gran absorción respectivamente.

El coeficiente de absorción acústica depende en gran medida de la frecuencia del sonido incidente. Así los materiales absorbentes porosos no absorben por igual todas las frecuencias del sonido que incide sobre ellos, sino que poseen mayor eficacia para altas frecuencias que para bajas. Por ello, los valores del coeficiente de absorción de un material para una situación dada se especifican para cada una de las frecuencias normalizadas en bandas de octava.

- ✓ **Factores condicionantes de la Absorción Acústica**

Los valores del coeficiente de absorción, además de variar en función de las frecuencias del sonido incidente, dependen del espesor y la densidad del material, y de la distancia de colocación respecto al tabique.

A medida que se incrementa el espesor del material se consigue:

- ✓ *Aumentar la absorción para todas las frecuencias.* Esto se debe al camino recorrido por la onda sonora en el interior del materia será más largo, seguido del incremento de las oportunidades de fricción en su trayecto, lo



que provoca aumento de energía transformada en calor en la estructura porosa interna.

- ✓ *Un incremento hacia las bajas frecuencias del rango de frecuencias absorbidas.* Cuanto mayor sea la velocidad de desplazamiento de las moléculas de aire, más elevada será la fricción y, por tanto, más eficaz la absorción. Así, para una frecuencia determinada caracterizada por su longitud de onda representada por λ (donde $\lambda=v/f$, v es la velocidad del sonido = 345m/s), la velocidad máxima que se desarrolla a una distancia de $\lambda/4$ de la pared rígida. Por ellos, un incremento en el espesor del material absorbente inducirá una capacidad de absorción a mayores longitudes de onda. De este modo, cuando intentamos absorber un elevado porcentaje de la energía acústica que posee una determinada frecuencia problemática y el espesor del material resulta inferior a un cuarto de la longitud de onda de tal frecuencia, la absorción a esa frecuencia no alcanzara el máximo rendimiento.

- ✓ **Separación del material absorbente respecto al tabique base**

Aunque del análisis anterior se desprende que para conseguir coeficientes aceptables de absorción a bajas frecuencias se requieren elevados espesores, es posible conseguir un efecto similar al indicado mediante la colocación de un menor espesor de material absorbente pero separado a una cierta distancia de la estructura.

Es decir, el comportamiento absorbente de un material no depende exclusivamente de sus características, sino también del modo en que este se ejecute en la obra.

(Rodríguez Rodríguez & De La Puente Crespo, 2006).

2.2.4. Papel Multipliego Extensible o Bolsas Contenedoras de Cemento

Se entiende como saco multipliego al envase confeccionado con uno o más pliegos de papel que puede ser utilizado en diversos mercados. En la mayoría de los casos se emplea para envasar desde 10 hasta 50 Kg. de producto, dependiendo de la densidad específica de éste.

Una de las principales características que debe cumplir un saco multipliego de papel es resistir las solicitudes a que es sometido, mientras es envasado, durante toda la cadena de distribución culminando con el consumidor final. Dado lo exigente que puede llegar a ser este proceso, es de suma importancia utilizar papel extensible (proceso Clupak a partir de un 100% de fibra Larga), lo cual asegura una mayor absorción de energía por parte del envase.

- **Principales Mercados**

Los mercados y usos más frecuentes para sacos multipliego son los siguientes:

Construcción: Cemento, cal, concreto premezclado, tarrajeo, yeso, morteros, agregados para la construcción.

FIG. N° 8. PME, portador del Cemento Portland tipo 1P - Yura



Fuente: <http://www.grupogloria.com/yuraCEMENTOSproductos>

2.2.4.1. Proceso de fabricación del Papel Multipliego Extensible

Además de usar solamente fibras vírgenes de pino radiata, para obtener un papel especializado con alta resistencia es importante el proceso de fabricación. Mediante el proceso Clupak, es posible obtener papeles denominados extensibles, con una mayor elasticidad, lo que permite que los sacos sean capaces de absorber una cantidad mucho mayor de energía sin romperse.

El proceso Clupak se utiliza en la industria papelera, para la fabricación de papel extensible, y consiste en aumentar las capacidades elásticas y la resistencia del papel dentro del proceso productivo. Con esto se obtienen

papeles aptos para la fabricación de sacos multipliego, que son capaces de resistir grandes cargas sin romperse.

El sistema se monta en la sección de secado de la máquina de papel, y consiste en una manta cilíndrica de goma, que gira y se presiona contra un cilindro secador por entre el cual se desliza el papel. El efecto se logra al hacer pasar la manta de goma por un espacio menor al de su grosor natural, lo que la hace estirarse y aumentar su velocidad debido al efecto Venturi. De esta forma, cuando pasa al otro extremo, la goma estirada se comprime para recuperar su grosor habitual, lo que produce microdeformaciones en el papel y reordenamiento de sus fibras, lo que entrega al papel su carácter de extensible.

Materias Primas:

La fabricación de papeles con atributos de alta resistencia parte con una adecuada selección del tipo de celulosa a emplear en su elaboración. Existe una relación directa entre la longitud de las fibras de celulosa constitutivas del papel y su grado de resistencia, esto significa que a mayor longitud de las fibras, mayor es la resistencia del papel

(Patow, Nicolai;, s.f.)

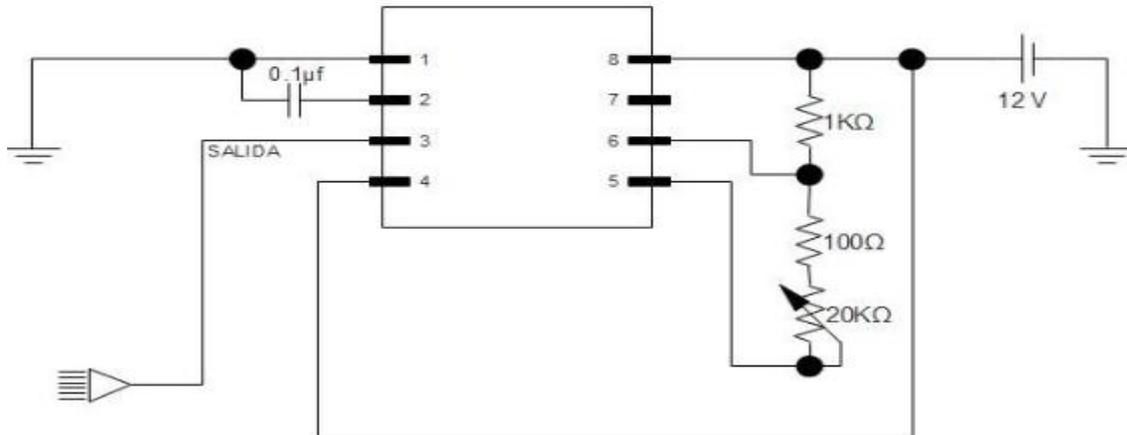
2.2.5. Circuito Generador de Sonido

El Circuito Generador de Audio o de Sonido, es un sistema que emite un sonido con una frecuencia determinada. Al variar la posición del eje de potenciómetro, notara que el sonido cambia la frecuencia en la misma proporción. Gracias a que la señal que emite el parlante es una frecuencia audible.

2.2.5.1. Materiales para el Circuito Generador de Sonido

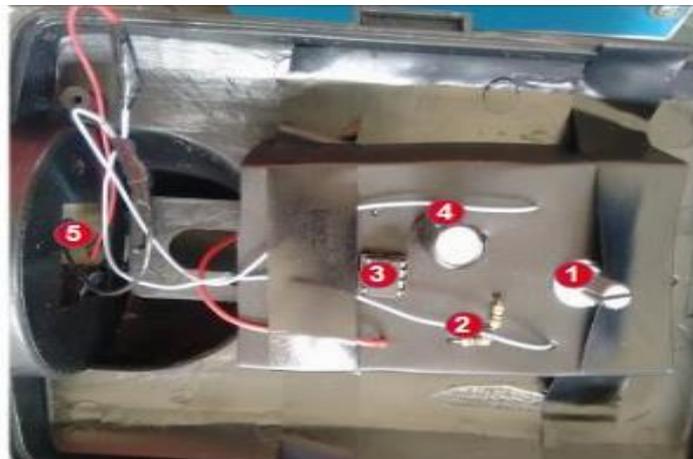
- Una Batería
- Un Parlante
- Un Circuito Integrado LM 555
- Una Resistencia de 100 Ω
- Una Resistencia de 1K Ω
- Un Condensador 0.1 μf
- Un Potenciómetro 20k Ω .

FIG. N° 9. Diagrama Esquemático del Circuito Generador de Sonido



Fuente: Propia

FIG. N° 10. Elementos del Circuito Generador de Sonido Construido



Fuente: Propia

- Regulador de frecuencia (1)
- Resistencias (2)
- Circuito integrado (3)
- Condensador (4)
- Bocina (5)

2.2.6. Generación de Residuos Sólidos en el Distrito del Cusco

La selección física, básicamente trata de identificar en una base volumétrica los distintos componentes de los residuos. Una vez colectadas las muestras de un día, se procedió al pesado y a la segregación de los residuos sólidos.

(Wanchaq, y otros, 2014)

2.2.6.1. Composición Física de los Residuos Sólidos de la provincia del Cusco

Tabla N° 2, Composición Física-Residuos Sólidos de la Provincia del Cusco

| COMPONENTE | PROVINCIA DEL CUSCO | | | | | | | |
|--------------------|-----------------------------|---------|---------------|----------|--------------|--------|--------|--------|
| | PORCENTAJE POR DISTRITO (%) | | | | | | | |
| | CUSCO | WANCHAQ | SAN SEBASTIÁN | SANTIAGO | SAN JERÓNIMO | SAYLLA | POROY | PROM |
| Materia Orgánica | 52.23 | 51.40 | 44.49 | 57.35 | 28.53 | 13.33 | 37.21 | 40.60 |
| Huesos | 0.63 | 2.57 | 1.18 | 1.71 | 2.23 | 1.86 | 0.78 | 1.50 |
| Papeles y Cartones | 12.66 | 10.06 | 6.74 | 6.67 | 7.83 | 8.25 | 3.57 | 7.97 |
| Plásticos | 16.92 | 11.42 | 10.09 | 8.54 | 6.46 | 10.56 | 4.28 | 9.75 |
| Textiles | 2.06 | 2.27 | 3.44 | 1.09 | 4.74 | 0.74 | 0.46 | 2.10 |
| Metales | 2.35 | 2.26 | 2.96 | 2.01 | 4.74 | 2.38 | 2.30 | 2.70 |
| Vidrios | 1.76 | 3.04 | 0.97 | 1.33 | 3.77 | 5.03 | 2.53 | 2.60 |
| Madera y follaje | 1.49 | 6.92 | 2.47 | 2.16 | 7.44 | 17.28 | 2.64 | 5.75 |
| Otros | 8.07 | 6.64 | 25.80 | 17.88 | 34.28 | 40.57 | 37.24 | 24.13 |
| Guano | 1.83 | 3.43 | 1.87 | 1.26 | 0.00 | 0.00 | 9.02 | 2.90 |
| TOTAL | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

Fuente: Elaboración Equipo Técnico PIGARS, 2014

2.2.7. Tabiques

Se denominan tabiques o paredes de poco espesor que corrientemente sirven para la división de ambientes y que no resistan carga alguna aparte de su propio peso.

Entre los diversos muros considerado por la Norma técnica – Metrados para Obras de Edificación y Habilitaciones Urbanas tenemos los dos usados en esta investigación:

- Muros con sistema de construcción en seco ETERNIT (sistema drywall, Yeso Laminado o similar).
- Tabiques con elementos leves (fibrocemento, etc.).

La unidad de medida de estos es el m².

(Norma Técnica, Metrados para Obras de Edificación y Habilitaciones Urbanas, 2010).

FIG. N° 11. Ambiente construido con Placa de Yeso Laminado



Fuente: https://www.search?q=tabiqueria&es_sm

2.2.6.1 Construcción con Placas de Yeso Laminado y Fibrocemento:

El Sistema Drywall ha revolucionado nuestros sistemas constructivos convencionales, primero por ser más económico que la construcción tradicional basada en ladrillo y cemento, rapidez en su instalación, liviano de peso, resistente al fuego, térmico, acústico y sísmicamente resistente. El sistema está compuesto por perfiles metálicos unidos por tornillos, luego son revestidos por placas de roca de yeso y/o fibrocemento.

Aunque en el Perú se introdujo el Sistema Drywall a mediados de los 80, recién alrededor de 1996 - 1997 vino a cobrar importancia y es por eso que en los últimos años la construcción con Drywall ha crecido rápidamente y ha ganado mucha popularidad en nuestro medio debido a las grandes ventajas que ofrece, comparando con otro tipo de sistema prefabricado y la construcción tradicional.

FIG. N° 12. Drywall



Fuente: <http://inversionesingall.com/construccion/sistemadrywall.html>

Ventajas del Sistema de Placas de Yeso Laminado y Fibrocemento:

- **Rápido:** Gracias al corto tiempo de instalación, los costos administrativos y financieros se reducen un 35% en comparación con el sistema tradicional de construcción.
- **Liviano:** Por su peso de 25 kg/m². aproximadamente. Una plancha de drywall equivale a 2.98 m².
- **Fácil instalación:** Con este sistema, las instalaciones (eléctricas, telefónicas, de cómputo, sanitarias, etc.) van empotradas y se van armando simultáneamente dentro de las placas.
- **Transportable:** Por ser un producto liviano, el transporte se facilita empleando el mínimo de operarios hacia o dentro de la construcción.
- **Recuperable:** Por las características en la construcción del Drywall se puede recuperar el 80% del material para ser empleado nuevamente al cortar las placas.
- **Térmico:** Le permite mantener cada ambiente con su propia temperatura, evitando pérdidas de energía en lugares con aire acondicionado o calefacción gracias a su conductibilidad térmica de 0.38 kCal/mh°C.
- **Incombustible:** Las planchas de placas de Drywall están compuestas por un 20% de agua cristalizada que al entrar en contacto con el fuego, liberan el líquido evitando así su propagación y disminuyen notablemente la posibilidad de fuego. Las construcciones livianas de acero son a prueba

de rayos. La estructura metálica conduce las descargas eléctricas directamente a la tierra.

- **Acústico:** La ASTM en su proceso E90-75 califica al Drywall como un material altamente acústico.
- **Durabilidad:** El Sistema Drywall es dimensionalmente estable. No se expande ni se contrae con los cambios de temperatura ni humedad. Es inmune a hongos Polillas. El acero de la estructura no se oxida. Su superficie viene con un recubrimiento protector de zinc o galvanizado que garantiza una larga vida.
- **Económico:** Al ser más liviano, reduce el tamaño de la cimentación y de la estructura. Por lo tanto se reducen costos considerablemente. Al ser más rápida su construcción menor tiempo de ejecución de la obra se traduce en menor costo financiero. Produce muy poco desperdicio lo que representa un ahorro substancial en retiro de desmonte y limpieza de obra. El acero de la estructura es 100% reciclable.
- **Conveniencia:** Dado que el Sistema Drywall es en seco no hay aporte de humedad durante su construcción. Por su velocidad de su armado, ejecución y limpieza, es ideal para proyectos de remodelación y ampliación.

Es de fácil instalación. No requiere de herramientas sofisticadas. Las instalaciones eléctricas e hidráulicas son más fáciles y rápidas que en la mampostería tradicional. Las superficies de cielos y muros aceptan una gran gama de acabados y revestimientos. La ocupación del espacio público durante la ejecución de la obra es mínima.

(Romaña, 2009).

NORMATIVIDAD DE CONSTRUCCIÓN EN DRYWALL

Aunque en el Perú no existe hasta el momento una normativa específica aplicable a la Construcción Liviana en Seco (Drywall), la Norma Peruana E.030 Diseño Sismo Resistente contiene algunas reglas generales para minimizar los daños ocasionados por eventos sísmicos.

El American Society for Testing and Materials (ASTM) es la entidad encargada de reglamentar entre otros, el sistema Drywall en los Estados Unidos. Estos estándares se usan en Perú como guía para garantizar la calidad y la estabilidad de las obras de Drywall.

(Godoy & Angulo arquitectos asociados, 2013).

FIG. N° 13. Acabado de Drywall



Fuente: <http://www.vivirhogar.es/tecnicas/construccion-de-pared-simple-con-sistema-drywall-paso-a->

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Metodología de la Investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

3.1.1.1. Cuantitativa

Mi investigación tiene el tipo Cuantitativo, puesto que emplearemos métodos matemáticos para determinar la disminución de la absorción acústica y haremos una comparación del porcentaje de absorción.

Nos basamos en pruebas de laboratorio y análisis de resultados para demostrar nuestras hipótesis.

3.1.2. Nivel de Investigación

3.1.2.1. Descriptivo

El nivel de investigación de esta tesis es Descriptiva puesto que relatará la descripción exacta de las actividades, objetivos y procesos a realizar; y no me limito simplemente a recolectar datos, sino a predecir e identificar las relaciones que existen entre las variables como son el Papel Multipliego Extensible, Cartón Corrugado, Coeficiente de Absorción Acústica y Porcentaje de Absorción Acústica en los muros sin relleno y luego de rellenarlos, todos estos en base a nuestras hipótesis y teoría antes recopilada; para analizar los resultados luego de las pruebas hechas en laboratorio.

3.1.3. Método de Investigación

Esta tesis tiene como Método de Investigación Hipotético-Deductivo, ya que nos basamos primero en observar un fenómeno de nuestro alrededor como es la construcción de muros de Placa de Fibrocemento y Yeso Laminado, rellenarlo con Papel Multipliego Extensible y Cartón Corrugado, luego de haber obtenido el coeficiente de absorción de cada uno de estos materiales y optar por el espesor óptimo de relleno; creamos nuestra hipótesis para explicar dicho fenómeno, luego deducimos en base a las consecuencias para después verificar o comprobar la verdad de los enunciados comparados con la experiencia adquirida a través del proceso. Esto nos obliga a combinar la reflexión racional con la observación de la realidad.



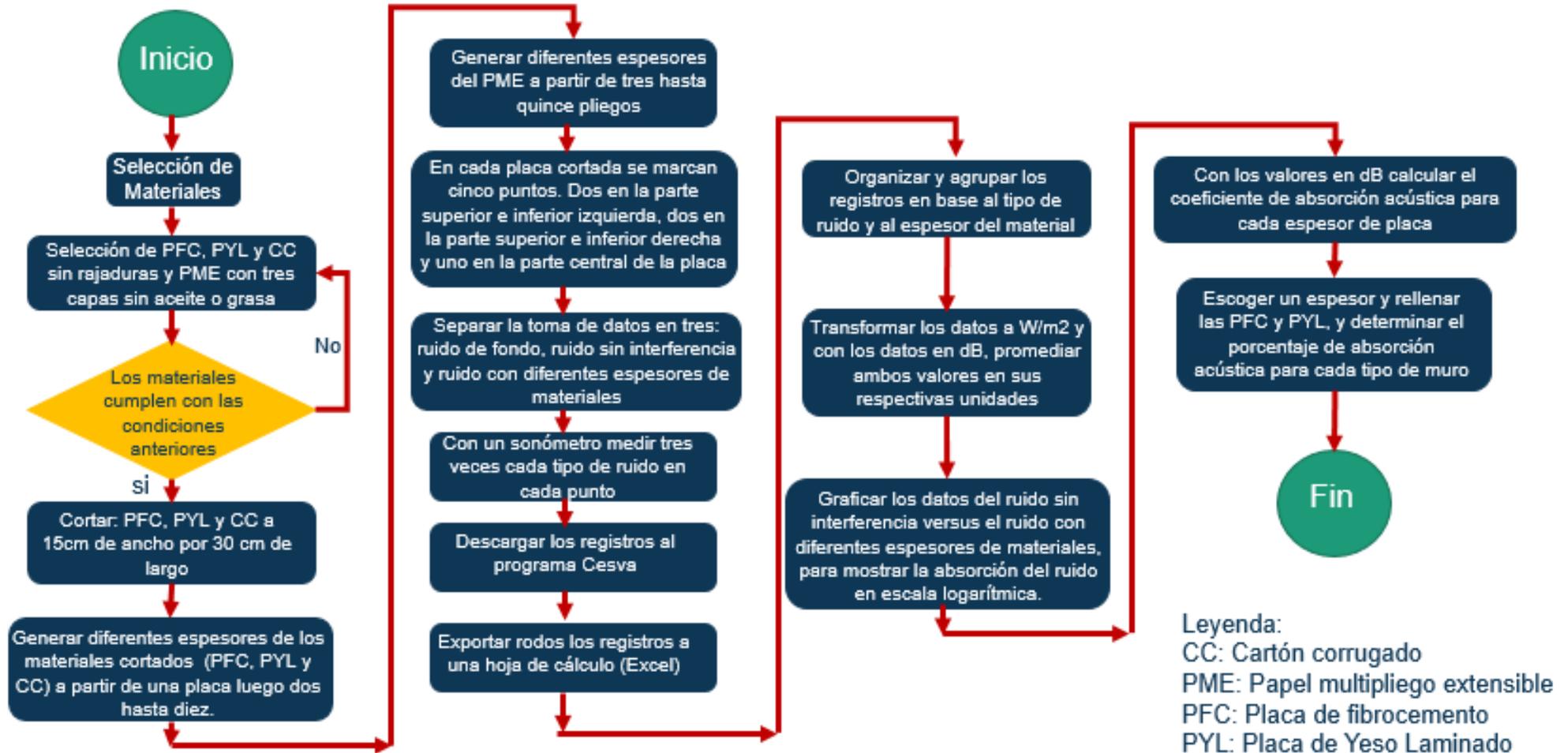
3.2. Diseño de la Investigación

3.2.1. Diseño Metodológico: EXPERIMENTAL

El diseño experimental es una técnica estadística que permite identificar y cuantificar las causas de un efecto dentro de un estudio experimental. En un diseño experimental se manipulan deliberadamente una o más variables, vinculadas a las causas, para medir el efecto que tienen en otra variable de interés. El diseño experimental prescribe una serie de pautas relativas qué variables hay que manipular, de qué manera, cuántas veces hay que repetir el experimento y en qué orden para poder establecer con un grado de confianza predefinido la necesidad de una presunta relación de causa-efecto.

El diseño experimental encuentra aplicaciones en la industria, la agricultura, la mercadotecnia, la medicina, la ecología, las ciencias de la conducta, etc. constituyendo una fase esencial en el desarrollo de un estudio experimental.

3.2.2. Diseño de Ingeniería



3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población

3.3.1.1. Descripción de la Población

La población de la presente tesis, es la construcción de muros de Placas de Fibrocemento y Yeso Laminado con medidas de 0.15 m de altura, 0.30 m de ancho y 5.8cm de espesor, para rellenarlo con Cartón Corrugado y Papel Multipliego Extensible, luego de determinar el Coeficiente de Absorción de cada uno de los materiales.

3.3.1.2. Cuantificación de la Población

“UN MURO DE PLACA DE FIBROCEMENTO Y YESO LAMINADO RELLENO CON CARTÓN CORRUGADO Y PAPEL MULTIPLIEGO EXTENSIBLE”:

- Uno → muro sin ningún tipo de relleno.
- Uno → muro relleno con Cartón Corrugado.
- Uno → muro relleno Papel Multipliego Extensible.

“DIEZ PLACAS DE CADA MATERIAL DE 0.15 m DE ANCHO POR 0.30 m DE LARGO”:

- De una a diez → placas de Fibrocemento para cálculo del coeficiente de absorción.
- De una a diez → placas de Yeso Laminado para cálculo del coeficiente de absorción.
- De una a diez → placas de Cartón Corrugado para cálculo del coeficiente de absorción.
- De tres a quince → pliegos de Papeles Multipliego Extensible para cálculo del coeficiente de absorción.

3.3.2. Muestra

3.3.2.1. Descripción de la Muestra

La población de la presente tesis, es la construcción de muros de Placas de Fibrocemento y Yeso Laminado con medidas de 0.15 m de altura, 0.30 m de ancho y 5.8cm de espesor, para rellenarlo con Cartón Corrugado y Papel Multipliego Extensible, luego de determinar el Coeficiente de Absorción de cada uno de los materiales.

3.3.2.2. Cuantificación de la Muestra

“UN MURO DE PLACA DE FIBROCEMENTO Y YESO LAMINADO RELLENO CON CARTÓN CORRUGADO Y PAPEL MULTIPLIEGO EXTENSIBLE”:

CUANTIFICADOR:

- Uno → muro sin ningún tipo de relleno.
- Uno → muro relleno con Cartón Corrugado.
- Uno → muro relleno Papel Multipliego Extensible.

“DIEZ PLACAS DE CADA MATERIAL DE 0.15 m DE ANCHO POR 0.30 m DE LARGO”:

CUANTIFICADOR:

- De una a diez → placas de Fibrocemento para cálculo del coeficiente de absorción.
- De una a diez → placas de Yeso Laminado para cálculo del coeficiente de absorción.
- De una a diez → placas de Cartón Corrugado para cálculo del coeficiente de absorción.
- De tres a quince → pliegos de Papeles Multipliego Extensible para cálculo del coeficiente de absorción.

3.3.2.3. Método de Muestreo

NO PROBABILÍSTICO: El procedimiento empleado es el siguiente: 1) se asigna un número a cada individuo de la población y 2) a través de algún medio mecánico (bolas dentro de una bolsa, tablas de números aleatorios, números aleatorios generados con una calculadora u ordenador, etc.) se eligen tantos sujetos como sea necesario para completar el tamaño de muestra requerido. Este procedimiento, atractivo por su simpleza, tiene poca o nula utilidad práctica cuando la población que estamos manejando es muy grande.

3.3.2.4. Criterios de Evaluación de la Muestra

Tomar el valor en decibeles de Ruido de Fondo (Ruido del Ambiente), Ruido sin interferencia (directamente a la fuente generadora de sonido), Ruido con interferencia desde una hasta diez placas juntas de cada material como son Fibrocemento, Yeso Laminado, Cartón Corrugado y para el caso del Papel



Multipliego Extensible de 3 hasta 15 pliegos, este procedimiento a cada uno de los materiales para determinar el Coeficiente de Absorción.

En la placa cortada, marcar dos puntos en la parte superior, un punto en la parte central y dos puntos en la parte inferior; en cada uno de estos se deberán tomar datos; para los siguientes materiales: Placas de Fibrocemento, Yeso Laminado y Cartón Corrugado.

Para los tres materiales mencionados en el párrafo anterior, se tomarán nueve datos; siendo tres datos para el Ruido de fondo, tres datos para el Ruido sin interferencia y tres datos para el Ruido con diferentes espesores de los materiales para cada punto.

En el caso del Papel Multipliego extensible se marcan tres puntos en la parte central, una inferior, otra superior y finalmente una central.

En cada punto se realiza la toma de nueve datos; tres para Ruido de fondo, tres datos para el Ruido sin interferencia y tres datos para el Ruido con diferentes espesores de los materiales.

Seleccionar un espesor de cada uno de los materiales de relleno y colocarlo entre las Placas de Fibrocemento y Yeso Laminado.

Nuevamente tomar el valor de los decibeles de Ruido de Fondo del Ambiente, Ruido sin interferencia, directamente a la fuente de sonido y Ruido con interferencia de los materiales ya en la tabiquería construida.

Para cada una de estas muestras considerar que el tiempo de la toma es de una muestra por minuto.

3.3.3. Criterios de Inclusión

- Papel Multipliego Extensible en buen estado.
- Papel Multipliego Extensible sin presencia de aceites.
- Papel Multipliego Extensible que contenga la naturalidad del envase, manteniendo sus capas.
- Papel Multipliego Extensible que no contenga otro tipo de químico que no sea el natural al de los restos de cemento.

- Papel Multipliego Extensible con tres pliegos cortados aproximadamente a un cuarto de la bolsa y arrugados manualmente.
- Cartón Corrugado en buen estado.
- Cartón Corrugado que no presente cortes ni rajaduras en la Placa a ser colocada como Relleno.
- Cartón Corrugado con espesor de 0.4cm de espesor por placa.
- Cartón Corrugado de 0.30 m de largo por 0.15 m de ancho
- Placas de Yeso Laminado sin rajaduras ni daños.
- Placas de Yeso Laminado de espesor de 1.2 cm por placa.
- Placas de Yeso Laminado de 0.30 m de largo por 0.15 m de ancho
- Placas de Fibrocemento sin rajaduras ni daños.
- Placas de Fibrocemento de espesor de 0.7cm por Placa.
- Placas de Fibrocemento de 0.30 m de largo por 0.15 m de ancho

3.4. Instrumentos

3.4.1. Instrumentos de Recolección de Datos

Tabla N° 3. Papel Multipliego Extensible

| | | | | |
|---|--|--|--------------|---|
|  | | UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | |  |
| | | FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA | | |
| | | ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | |
| TESIS: | ANÁLISIS DEL USO DEL PAPEL MULTIPLIEGO EXTENSIBLE Y CARTÓN CORRUGADO COMO RELLENO EN MUROS DE PLACAS DE YESO LAMINADO Y FIBROCEMENTO PARA ABSORCIÓN | | | |
| PRUEBA: | DATOS PARA SELECCIONAR EL PAPEL MULTIPLIEGO | | | |
| TESISTA: | ARAGON ROJAS, Sandra Luciane | | | |
| FORMATO N°01 | | | | |
| FECHA: | | | | |
| PAPEL MULTIPLIEGO EXTENSIBLE | | | | |
| ESTADO | COMPLETAS | ROTAS | TOTAL | |
| Bueno | | | | |
| Malo | | | | |
| TOTAL DE BOLSAS APTAS PARA USAR | | | | |

Fuente propia

Tabla N° 4. Papel Multipliego Extensible

| | | | | |
|---|--|--|--|---|
|  | | UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | |  |
| | | FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA | | |
| | | ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | |
| TESIS: | ANÁLISIS DEL USO DEL PAPEL MULTIPLIEGO EXTENSIBLE Y CARTÓN CORRUGADO COMO RELLENO EN MUROS DE PLACAS DE YESO LAMINADO Y FIBROCEMENTO PARA ABSORCIÓN | | | |
| PRUEBA: | DATOS PARA SELECCIONAR EL PAPEL MULTIPLIEGO | | | |
| TESISTA: | ARAGON ROJAS, Sandra Luciane | | | |
| FORMATO N°02 | | | | |
| FECHA: | | | | |
| | PAPEL MULTIPLIEGO EXTENSIBLE | | | |
| | Transporte | | | |
| | Lavado | | | |
| | Secado | | | |
| | Total en soles (s/.) | | | |

Fuente propia

Tabla N° 5. Cartón Corrugado

|  | | UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | |  | | |
|---|--|--|--------------|---|-------------------------|---------------------------------|
| | | FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA | | | | |
| | | ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| TESIS: | ANÁLISIS DEL USO DEL PAPEL MULTIPLIEGO EXTENSIBLE Y CARTÓN CORRUGADO COMO RELLENO EN MUROS DE PLACAS DE YESO LAMINADO Y FIBROCEMENTO PARA ABSORCIÓN | | | | | |
| PRUEBA: | DATOS PARA LA SELECCIÓN DE LAS PLACAS DE CARTON CORRUGADO | | | | | |
| TESISTA: | ARAGON ROJAS, Sandra Luciane | | | | | |
| FORMATO N°03 | | | | | | |
| FECHA: | | | | | | |
| CARTÓN CORRUGADO | | | | | | |
| ESTADO | MEDIDAS | | ESPESOR (cm) | CANTIDAD | COSTO POR PLANCHA (s/.) | NÚMERO DE ELEMENTOS POR PLANCHA |
| | ANCHO (m) | LARGO (m) | | | | |
| Bueno | | | | | | |
| Malo | | | | | | |
| TOTAL DE ELEMENTOS APTOS A UTILIZAR | | | | | | |

Fuente propia

Tabla N° 6. Placa de Fibrocemento

| | | | | | | |
|---|---|-----------|--------------|----------|-------------------|---|
|  | UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | | |  |
| | FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA | | | | | |
| | ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | |
| TESIS: | ANÁLISIS DEL USO DEL PAPEL MULTIPLIEGO EXTENSIBLE Y CARTÓN CORRUGADO COMO RELLENO EN MUROS DE PLACAS DE YESO LAMINADO Y FIBROCEMENTO PARA ABSORCIÓN ACÚSTICA | | | | | |
| PRUEBA: | DATOS PARA LA SELECCIÓN DE LAS PLACAS DE FIBROCEMENTO | | | | | |
| TESISTA: | ARAGON ROJAS, Sandra Luciane | | | | | |
| FORMATO N°04 | | | | | | |
| FECHA: | | | | | | |
| FIBROCEMENTO | | | | | | |
| ESTADO | MEDIDAS | | ESPESOR (cm) | CANTIDAD | COSTO POR PLANCHA | NÚMERO DE ELEMENTOS POR PLANCHA |
| | ANCHO (m) | LARGO (m) | | | | |
| Bueno | | | | | | |
| Malo | | | | | | |
| TOTAL DE ELEMENTOS APTOS A UTILIZAR | | | | | | |

Fuente propia

Tabla N° 7. Placa de Yeso Laminado

| | | | | | | |
|---|---|-----------|--------------|----------|-------------------|---|
|  | UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | | |  |
| | FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA | | | | | |
| | ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | |
| TESIS: | ANÁLISIS DEL USO DEL PAPEL MULTIPLIEGO EXTENSIBLE Y CARTÓN CORRUGADO COMO RELLENO EN MUROS DE PLACAS DE YESO LAMINADO Y FIBROCEMENTO PARA ABSORCIÓN ACÚSTICA | | | | | |
| PRUEBA: | DATOS PARA LA SELECCIÓN DE LAS PLACAS DE YESO LAMINADO | | | | | |
| TESISTA: | ARAGON ROJAS, Sandra Luciane | | | | | |
| FORMATO N°05 | | | | | | |
| FECHA: | | | | | | |
| YESO LAMINADO | | | | | | |
| ESTADO | MEDIDAS | | ESPESOR (cm) | CANTIDAD | COSTO POR PLANCHA | NÚMERO DE ELEMENTOS POR PLANCHA |
| | ANCHO (m) | LARGO (m) | | | | |
| Bueno | | | | | | |
| Malo | | | | | | |
| TOTAL DE ELEMENTOS APTOS A UTILIZAR | | | | | | |

Fuente propia

Tabla N° 8. Determinación De Los Coeficientes De Absorción

| | | | |
|---|--|---|-----------------------------|
|  UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | |  | |
| DATOS PARA HALLAR EL COEFICIENTE DE ABSORCIÓN ACUSTICA | | | |
| TESIS: | ANÁLISIS DEL USO DEL PAPEL MULTIPLIEGO EXTENSIBLE Y CARTÓN CORRUGADO COMO RELLENO EN MUROS DE PLACAS DE YESO LAMINADO Y FIBROCEMENTO PARA ABSORCIÓN | | |
| TESISTA: | ARAGON ROJAS, Sandra Luciane | | |
| MATERIAL: | | N° DE PLACAS | |
| FECHA: | | HORA INICIO: | HORA FIIN |
| DISTANCIA DE GENERADOR DE RUIDO A SONÓMETRO: | | | |
| DISTANCIA DE GENERADOR DE RUIDO A PLACA: | | | |
| DISTANCIA DE SONÓMETRO A PLACA: | | | |
| ESPESOR DE PLACA: | | INSTRUMENTO: sonómetro | |
| PUNTO N° 1 | | PUNTO N° 2 | |
| TIPO DE RUIDO | N° de registro en sonómetro | TIPO DE RUIDO | N° de registro en sonómetro |
| Ruido de Fondo | | Ruido de Fondo | |
| Ruido sin Interferencia | | Ruido sin Interferencia | |
| Ruido con placas | | Ruido con placas | |
| Ruido de Fondo | | Ruido de Fondo | |
| Ruido sin Interferencia | | Ruido sin Interferencia | |
| Ruido con placas | | Ruido con placas | |
| Ruido de Fondo | | Ruido de Fondo | |
| Ruido sin Interferencia | | Ruido sin Interferencia | |
| Ruido con placas | | Ruido con placas | |
| PUNTO N° 3 | | PUNTO N° 4 | |
| TIPO DE RUIDO | N° de registro en sonómetro | TIPO DE RUIDO | N° de registro en sonómetro |
| Ruido de Fondo | | Ruido de Fondo | |
| Ruido sin Interferencia | | Ruido sin Interferencia | |
| Ruido con placas | | Ruido con placas | |
| Ruido de Fondo | | Ruido de Fondo | |
| Ruido sin Interferencia | | Ruido sin Interferencia | |
| Ruido con placas | | Ruido con placas | |
| Ruido de Fondo | | Ruido de Fondo | |
| Ruido sin Interferencia | | Ruido sin Interferencia | |
| Ruido con placas | | Ruido con placas | |

| PUNTO N° 5 | | | | | |
|-------------------------|-----------------------------|--|--|--|--|
| TIPO DE RUIDO | N° de registro en sonometro | | | | |
| Ruido de Fondo | | | | | |
| Ruido sin Interferencia | | | | | |
| Ruido con placas | | | | | |
| Ruido de Fondo | | | | | |
| Ruido sin Interferencia | | | | | |
| Ruido con placas | | | | | |
| Ruido de Fondo | | | | | |
| Ruido sin Interferencia | | | | | |
| Ruido con placas | | | | | |

LABORATORIO DE FISICA 4
Docente:
José Olinto De La Torre Cruz

Fuente: Propia

Tabla N° 9. Promedio Aritmético de los tres Datos para el mismo punto.

| | | | | | |
|--|---|--|------------|--|-----------|
|  | | UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | |  | |
| | | FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA | | | |
| PROMEDIO DE DATOS SELECCIONADOS DEL PROGRAMA EXCEL EN DECIBELIOS | | | | | |
| TESIS: | ANÁLISIS DEL USO DEL PAPEL MULTIPLIEGOS EXTENSIBLE Y CARTÓN CORRUGADO COMO RELLENO EN MUROS DE PLACAS DE YESO LAMINADO Y FIBROCEMENTO PARA ABSORCIÓN | | | | |
| TESISTA: | ARAGON ROJAS, Sandra Luciane | | | | |
| FORMATO N°08 | | | | | |
| DATOS SELECCIONADOS DEL PROGRAMA CESVA | | | | | |
| | | LAT | LAF | LAS | |
| | | | | | |
| | | Promedio Aritmético (LAT,LAF y LAS) en dB | | | dB |

Fuente propia

Tabla N° 10. Resumen de los Decibeles de cada Material

|  UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|--|------------------|-----------------------|--|------------------|-----------------------|--|------------------|-----------------------|--|------------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | | | | | |
| TRANSFORMAR DECIBELIOS A INTENSIDADES | | | | | | | | | | | | | |
| TESIS: | ANÁLISIS DEL USO DEL PAPEL MULTIPLIEGOS EXTENSIBLE Y CARTÓN CORRUGADO COMO RELLENO EN MUROS DE PLACAS DE YESO LAMINADO Y FIBROCEMENTO PARA ABSORCIÓN | | | | | | | | | | | | |
| TESISTA: ARAGON ROJAS, Sandra Luciane | | | | | | | | | | | | | |
| FORMATO N°09 | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <th colspan="2">DATOS EN DECIBELES</th> <th>Und.</th> </tr> <tr> <td>Promedio Aritmético 1</td> <td></td> <td>dB</td> </tr> <tr> <td>Promedio Aritmético 2</td> <td></td> <td>dB</td> </tr> <tr> <td>Promedio Aritmético 3</td> <td></td> <td>dB</td> </tr> </table> | | DATOS EN DECIBELES | | Und. | Promedio Aritmético 1 | | dB | Promedio Aritmético 2 | | dB | Promedio Aritmético 3 | | dB |
| DATOS EN DECIBELES | | Und. | | | | | | | | | | | |
| Promedio Aritmético 1 | | dB | | | | | | | | | | | |
| Promedio Aritmético 2 | | dB | | | | | | | | | | | |
| Promedio Aritmético 3 | | dB | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Promedio aritmetico de Intensidades por punto</td> <td></td> <td>dB</td> </tr> </table> | | Promedio aritmetico de Intensidades por punto | | dB | | | | | | | | | |
| Promedio aritmetico de Intensidades por punto | | dB | | | | | | | | | | | |
| $dB = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right) \quad \longrightarrow \quad I = I_0 * 10^{\frac{dB}{10}}$ | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <th colspan="2">INTENSIDADES</th> <th>Und.</th> </tr> <tr> <td>Promedio Aritmético 1</td> <td></td> <td>W/m²</td> </tr> <tr> <td>Promedio Aritmético 2</td> <td></td> <td>W/m²</td> </tr> <tr> <td>Promedio Aritmético 3</td> <td></td> <td>W/m²</td> </tr> </table> | | INTENSIDADES | | Und. | Promedio Aritmético 1 | | W/m ² | Promedio Aritmético 2 | | W/m ² | Promedio Aritmético 3 | | W/m ² |
| INTENSIDADES | | Und. | | | | | | | | | | | |
| Promedio Aritmético 1 | | W/m ² | | | | | | | | | | | |
| Promedio Aritmético 2 | | W/m ² | | | | | | | | | | | |
| Promedio Aritmético 3 | | W/m ² | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Promedio aritmetico de Intensidades por punto</td> <td></td> <td>W/m²</td> </tr> </table> | | Promedio aritmetico de Intensidades por punto | | W/m ² | | | | | | | | | |
| Promedio aritmetico de Intensidades por punto | | W/m ² | | | | | | | | | | | |

Fuente propia

Tabla N° 11. Conversión de Decibeles a Intensidades

| | | | | | | |
|--|------------------------|---|--|---|---|--|
|  | | UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | |  | |
| RESUMEN DE INTENSIDADES | | | | | | |
| TESIS: ANÁLISIS DEL USO DEL PAPEL MULTIPLIEGO EXTENSIBLE Y CARTÓN CORRUGADO COMO RELLENO EN MUROS DE PLACAS DE YESO LAMINADO Y FIBROCEMENTO PARA ABSORCIÓN ACÚSTICA | | | | | | |
| TESISTA: | | ARAGON ROJAS, Sandra Luciane | | | | |
| FORMATO N°10 | | | | | | |
| RESUMEN DE INTENSIDADES | | | | | | |
| Material: | | | | | | |
| NÚMERO DE PLANCHA | NUMERO DE PUNTO | RUIDO DE FONDO W/m² | RUIDO SIN INTERFERENCIA W/m² | RUIDO CON PLANCHA(S) W/m² | | |
| 1 | Punto N°1 | | | | | |
| | Punto N°2 | | | | | |
| | Punto N°3 | | | | | |
| | Punto N°4 | | | | | |
| | Punto N°5 | | | | | |
| PROMEDIO | | | | | | |
| 2 | Punto N°1 | | | | | |
| | Punto N°2 | | | | | |
| | Punto N°3 | | | | | |
| | Punto N°4 | | | | | |
| | Punto N°5 | | | | | |
| PROMEDIO | | | | | | |
| 3 | Punto N°1 | | | | | |
| | Punto N°2 | | | | | |
| | Punto N°3 | | | | | |
| | Punto N°4 | | | | | |
| | Punto N°5 | | | | | |
| PROMEDIO | | | | | | |
| 4 | Punto N°1 | | | | | |
| | Punto N°2 | | | | | |
| | Punto N°3 | | | | | |
| | Punto N°4 | | | | | |
| | Punto N°5 | | | | | |
| PROMEDIO | | | | | | |
| 5 | Punto N°1 | | | | | |
| | Punto N°2 | | | | | |
| | Punto N°3 | | | | | |
| | Punto N°4 | | | | | |
| | Punto N°5 | | | | | |
| PROMEDIO | | | | | | |



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



RESUMEN DE INTENSIDADES

TESIS: ANÁLISIS DEL USO DEL PAPEL MULTIPLIEGO EXTENSIBLE Y
CARTÓN CORRUGADO COMO RELLENO EN MUROS DE PLACAS DE
YESO LAMINADO Y FIBROCEMENTO PARA ABSORCIÓN ACÚSTICA

TESISTA: ARAGON ROJAS, Sandra Luciane

FORMATO N°10

RESUMEN DE INTENSIDADES

| Material: | | | | |
|-------------------|-----------------|------------------------------------|---|--|
| NÚMERO DE PLANCHA | NUMERO DE PUNTO | RUIDO DE FONDO W/m ² | RUIDO SIN INTERFERENCIA W/m ² | RUIDO CON PLANCHA(S) W/m ² |
| 6 | Punto N°1 | | | |
| | Punto N°2 | | | |
| | Punto N°3 | | | |
| | Punto N°4 | | | |
| | Punto N°5 | | | |
| PROMEDIO | | | | |
| 7 | Punto N°1 | | | |
| | Punto N°2 | | | |
| | Punto N°3 | | | |
| | Punto N°4 | | | |
| | Punto N°5 | | | |
| PROMEDIO | | | | |
| 8 | Punto N°1 | | | |
| | Punto N°2 | | | |
| | Punto N°3 | | | |
| | Punto N°4 | | | |
| | Punto N°5 | | | |
| PROMEDIO | | | | |
| 9 | Punto N°1 | | | |
| | Punto N°2 | | | |
| | Punto N°3 | | | |
| | Punto N°4 | | | |
| | Punto N°5 | | | |
| PROMEDIO | | | | |
| 10 | Punto N°1 | | | |
| | Punto N°2 | | | |
| | Punto N°3 | | | |
| | Punto N°4 | | | |
| | Punto N°5 | | | |
| PROMEDIO | | | | |

Fuente propia



Tabla N° 13. Cálculo de la Temperatura Ambiente

| | | | | | |
|---------------------|---|--|-----------------|-------------|-------|
| | | UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | |
| | | FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA | | | |
| | | ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| | | CÁLCULO DE LA TEMPERATURA AMBIENTE | | | |
| TESIS: | ANÁLISIS DEL USO DEL PAPEL MULTIPLIEGO EXTENSIBLE Y CARTON CORRUGADO COMO RELLENO EN MUROS DE PLACAS DE YESO LAMINADO Y FIBROCEMENTO PARA ABSORCIÓN ACÚSTICA | | | | |
| | | | | | |
| TESISTA | ARAGON ROJAS, Sandra Luciane | | | | |
| FORMATO N°12 | | | | | |
| | | | | | |
| INSTRUMENTO: | Termómetro Ambiental | | | | |
| FECHA: | 03/11/2016 | HORA INICIO: | 08:41 | HORA | 10:31 |
| | | | | | |
| | TEMPERATURA | DATOS | UNIDADES | | |
| | PROMEDIO | | °C | | |
| | | | | | |
| | PORCENTAJE DE HUMEDAD | DATOS | | | |
| | PROMEDIO | | | | |
| | | | | | |
| | LABORATORIO DE FÍSICA 4 - UNSAAC | | | | |
| | | | | | |
| | | Profesor encargado: | | | |
| | | José Olintho De La Torre Cruz | | | |

Fuente: Propia

Tabla N° 14. Cálculo de la Velocidad del Sonido

| | | | | | | | |
|---|------------|--|-------|------------------|-------|---|--|
|  | | UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | |  | |
| | | FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | |
| CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DEL SONIDO | | | | | | | |
| TESIS: | | ANÁLISIS DEL USO DEL PAPEL MULTIPLIEGOS EXTENSIBLE Y CARTÓN CORRUGADO COMO RELLENO EN MUROS DE PLACAS DE YESO LAMINADO Y FIBROCEMENTO PARA ABSORCIÓN ACÚSTICA | | | | | |
| TESISTA | | ARAGON ROJAS, Sandra Luciane | | | | | |
| FORMATO N°12 | | | | | | | |
| INSTRUMENTO: | | Sistema PASCO para medir la velocidad del sonido | | | | | |
| FECHA: | 03/11/2016 | HORA INICIO: | 09:28 | HORA FIN: | 09:38 | | |
| | | | | UNIDADES | | | |
| | | LONGITUD RECORIDA DEL | | | | m | |
| | | LONGITUD RECORIDA | | | | m | |
| | | TIEMPO 1 | | | | seg | |
| | | TIEMPO 2 | | | | seg | |
| | | TIEMPO 3 | | | | seg | |
| | | TIEMPO 4 | | | | seg | |
| | | TIEMPO 5 | | | | seg | |
| | | VELOCIDAD DEL SONIDO | | | | m/seg | |
| LABORATORIO DE FÍSICA 4 - UNSAAC | | | | | | | |
| | | Profesor encargado: José Olintho De La Torre Cruz | | | | | |

Fuente: Propia

3.4.2. Instrumentos de Ingeniería

- sonómetro

3.5. Procedimientos de Recolección de Datos

3.5.1. Prueba N°01:

Selección del Papel Multipliego Extensible:

a) Equipos:

Guía de observación: Formato N°01 y Formato N°02

b) Procedimiento:

Recolecté las bolsas de cemento de una obra en plena ejecución, anoté costos de acarreo, lave las bolsas para retirar los excesos cemento o suciedad, anote el costo de lavado, deje secar al aire libre y finalmente las lleve al lugar donde realicé el proyecto.

FIG. N° 15. Papel Multipliego Extensible seleccionado



FIG. N° 14. Papel Multipliego Extensible seleccionado



Fuente: Propia

FIG. N° 17. Lavado del Papel Multipliego Extensible



FIG. N° 16. Lavado del Papel Multipliego Extensible



Fuente: Propia

FIG. N° 18. Secado al Aire libre del Papel Multipliego Extensible



FIG. N° 19. Secado al Aire libre del Papel Multipliego Extensible



Fuente: Propia

c) Datos:

Tabla N° 15. Selección del Papel Multipliego Extensible.

| | | | | | |
|---|---|--|-------|---|--|
|  | | UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | |  | |
| | | FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA | | | |
| | | ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| DATOS PARA SELECCIONAR EL PAPEL MULTIPLIEGO EXTENSIBLE | | | | | |
| TESIS: | ANÁLISIS DEL USO DEL PAPEL MULTIPLIEGOS EXTENSIBLE Y CARTÓN CORRUGADO COMO RELLENO EN MUROS DE PLACAS DE YESO LAMINADO Y FIBROCEMENTO PARA ABSORCIÓN | | | | |
| TESISTA: | ARAGON ROJAS, Sandra Luciane | | | | |
| FORMATO N°01 | | | | | |
| FECHA: | 29/07/2016 | | | | |
| PAPEL MULTIPLIEGO EXTENSIBLE | | | | | |
| ESTADO | COMPLETAS | ROTAS | TOTAL | | |
| Bueno | 0 | 4 | 4 | | |
| Malo | 0 | 1 | 1 | | |
| TOTAL DE BOLSAS APTAS PARA USAR | | | 4 | | |
| FECHA: | 05/08/2016 | | | | |
| PAPEL MULTIPLIEGO EXTENSIBLE | | | | | |
| ESTADO | COMPLETAS | ROTAS | TOTAL | | |
| Bueno | 0 | 6 | 6 | | |
| Malo | 0 | 0 | 0 | | |
| TOTAL DE BOLSAS APTAS PARA USAR | | | 6 | | |
| FECHA: | 13/08/2016 | | | | |
| PAPEL MULTIPLIEGO EXTENSIBLE | | | | | |
| ESTADO | COMPLETAS | ROTAS | TOTAL | | |
| Bueno | 0 | 4 | 4 | | |
| Malo | 0 | 3 | 3 | | |
| TOTAL DE BOLSAS APTAS PARA USAR | | | 4 | | |

Fuente: Propia

Tabla N° 16. Costo del Papel Multipliego Extensible

|  | | UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | |  | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|--|---|--|------------------------------|--|------------|------|--------|------|--------|------|----------------------|------|
| | | FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA | | | | | | | | | | | | | |
| | | ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | | | | | |
| DATOS PARA LA OBTENCIÓN DEL COSTO TOTAL DEL PAPEL MULTIPLIEGO EXTENSIBLE | | | | | | | | | | | | | | | |
| TESIS: | ANÁLISIS DEL USO DEL PAPEL MULTIPLIEGOS EXTENSIBLE Y CARTÓN CORRUGADO COMO RELLENO EN MUROS DE PLACAS DE YESO LAMINADO Y FIBROCEMENTO PARA ABSORCIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| TESISTA: | ARAGON ROJAS, Sandra Luciane | | | | | | | | | | | | | | |
| FORMATO N°02 | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA: | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr> <th colspan="2">PAPEL MULTIPLIEGO EXTENSIBLE</th> </tr> <tr> <td>Transporte</td> <td style="text-align: right;">3.60</td> </tr> <tr> <td>Lavado</td> <td style="text-align: right;">1.00</td> </tr> <tr> <td>Secado</td> <td style="text-align: right;">0.30</td> </tr> <tr> <td>Total en soles (s/.)</td> <td style="text-align: right;">4.90</td> </tr> </table> | | | | | | PAPEL MULTIPLIEGO EXTENSIBLE | | Transporte | 3.60 | Lavado | 1.00 | Secado | 0.30 | Total en soles (s/.) | 4.90 |
| PAPEL MULTIPLIEGO EXTENSIBLE | | | | | | | | | | | | | | | |
| Transporte | 3.60 | | | | | | | | | | | | | | |
| Lavado | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Secado | 0.30 | | | | | | | | | | | | | | |
| Total en soles (s/.) | 4.90 | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Propia

3.5.2. Prueba N°02:

Selección de Placas de Cartón Corrugado:

a) Equipos:

Guía de observación: Formato N°03

b) Procedimiento:

El Cartón Corrugado lo compré por caja en Maestro, la venta la hacían como caja, pero esta no estaba armada, lo que facilitó el trabajo, luego procedí a cortar los materiales para ensayar, y por ultimo realice el pegado de estos para obtener los distintos espesores.

FIG. N° 21. Cartón Corrugado cortado



FIG. N° 20. Cartón Corrugado cortado



Fuente: Propia

c) Datos:

Tabla N° 17. Selección del Cartón Corrugado

|  | | UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | |  | |
|---|---|--|--------------|----------|-------------------------|---|---|
| | | FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA | | | | | |
| | | ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA | | | | | |
| DATOS PARA LA SELECCIÓN DE LAS PLACAS DE CARTÓN CORRUGADO | | | | | | | |
| TESIS: | ANÁLISIS DEL USO DEL PAPEL MULTIPLIEGOS EXTENSIBLE Y CARTÓN CORRUGADO COMO RELLENO EN MUROS DE PLACAS DE YESO LAMINADO Y FIBROCEMENTO PARA ABSORCIÓN | | | | | | |
| TESISTA: | ARAGON ROJAS, Sandra Luciane | | | | | | |
| FORMATO N°03 | | | | | | | |
| FECHA: | 07/08/2016 | | | | | | |
| CARTÓN CORRUGADO | | | | | | | |
| ESTADO | MEDIDAS | | ESPESOR (cm) | CANTIDAD | COSTO POR PLANCHA (s/.) | | Cantidad de Material de estudio por plancha |
| | Ancho (m) | Largo (m) | | | | | |
| Bueno | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 3 | S/. | 8.90 | 11 |
| Malo | - | - | - | - | - | - | |
| TOTAL DE ELEMENTOS APTOS A UTILIZAR | | | | | | | 33 |

Fuente Propia

3.5.3. Prueba N°03:

Selección De Placas De Fibrocemento:

a) Equipos

Guía de Observación: Formato N°04

b) Procedimiento

El Fibrocemento lo compré por placa en Maestro, luego procedí a cortar el material para ensayar, y por ultimo realice el pegado de estos para obtener los distintos espesores.

FIG. N° 22. Trazado para corte de Fibrocemento



FIG. N° 23. Finalizado del corte de la placa de Fibrocemento



Fuente: Propia

c) Datos

Tabla N° 18. Selección de las placas de Fibrocemento

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | |
|---|---|-----------|--------------|----------|-------------------------|---|
| DATOS PARA LA SELECCIÓN DE LAS PLACAS DE FIBROCEMENTO | | | | | | |
| TESIS: | ANÁLISIS DEL USO DEL PAPEL MULTIPLIEGOS EXTENSIBLE Y CARTÓN CORRUGADO COMO RELLENO EN MUROS DE PLACAS DE YESO LAMINADO Y FIBROCEMENTO PARA ABSORCIÓN | | | | | |
| TESISTA: | ARAGON ROJAS, Sandra Luciane | | | | | |
| FORMATO N°04 | | | | | | |
| FECHA: | 07/08/2016 | | | | | |
| FIBROCEMENTO | | | | | | |
| ESTADO | MEDIDAS | | ESPESOR (cm) | CANTIDAD | COSTO POR PLANCHA (s/.) | Cantidad de Material de estudio por plancha |
| | Ancho (m) | Largo (m) | | | | |
| Bueno | 1.22 | 2.44 | 0.6 | 4 | S/. 40.97 | 66 |
| Malo | - | - | - | - | - | - |
| TOTAL DE ELEMENTOS APTOS A UTILIZAR | | | | | | 10 |

Fuente Propia

3.5.4. Prueba N°04:

Selección de Placas de Yeso Laminado:

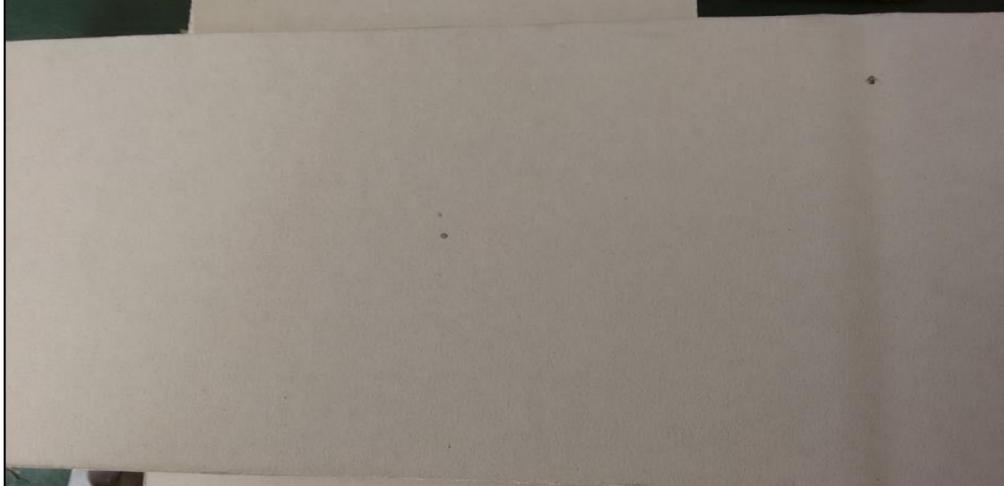
a) Equipos

Guía de Observación: Formato N°05

b) Procedimiento

La placa de Yeso Laminado lo compré por placa en Maestro, luego procedí a cortar el material para ensayar, y por ultimo realice el pegado de estos para obtener los distintos espesores.

FIG. N° 24. Placa completa de Yeso Laminado



Fuente: Propia

FIG. N° 25. Placa de Yeso Laminada cortada



Fuente: Propia

c) Datos

Tabla N° 19. Selección de Placas de Yeso Laminado

| | | UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | | |
|---|---|--|--------------|----------|-------------------------|---|
| | | FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA | | | | |
| | | ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| DATOS PARA LA SELECCIÓN DE LAS PLACAS DE YESO LAMINADO | | | | | | |
| TESIS: | ANÁLISIS DEL USO DEL PAPEL MULTIPLIEGOS EXTENSIBLE Y CARTÓN CORRUGADO COMO RELLENO EN MUROS DE PLACAS DE YESO LAMINADO Y FIBROCEMENTO PARA ABSORCIÓN | | | | | |
| TESISTA: | ARAGON ROJAS, Sandra Luciane | | | | | |
| FORMATO N°05 | | | | | | |
| FECHA: | 07/08/2016 | | | | | |
| YESO LAMINADO | | | | | | |
| ESTADO | MEDIDAS | | ESPESOR (cm) | CANTIDAD | COSTO POR PLANCHA (s/.) | Cantidad de Material de estudio por plancha |
| | Ancho (m) | Largo (m) | | | | |
| Bueno | 1.22m | 2.44m | 16mm | 4 | S/. 27.73 | 66 |
| Malo | - | - | - | - | - | - |
| TOTAL DE ELEMENTOS APTOS A UTILIZAR | | | | | | 10 |

Fuente: Propia

3.5.5. Prueba N°05:**Datos Para Hallar el Coeficiente de Absorción Acústica:****a) Equipos**

- Guía de Observación: Formato N°06.
- Sonómetro.

b) Procedimiento

Los Datos obtenidos por el sonómetro se descargan al programa CESVA, por lo tanto se anota el número de registro de todos los puntos que guarda el sonómetro por minuto.

Se proporcionan dos ejemplos:

El primer ejemplo corresponde a la Tabla N°20, donde se tomaron los datos para el Yeso Laminado de 1.2 cm de espesor de placa. En esta tabla se observa: la fecha de la prueba realizada con hora de inicio y fin,

el número de placa que se evaluó la distancia a la que se encuentra de la fuente emisora de ruido y del sonómetro, el instrumento que se usó; más abajo se puede observar el número de registro guardado en el sonómetro para cada tipo de ruido, en cada punto marcado. Y por último la firma del docente que autorizó la buena práctica del ensayo. Este ejemplo es la representación de un total de 30 cuadros similares; diez de estos pertenecen a las Placas de Yeso Laminado, 10 a las Placas de Fibrocemento y los otros 10 al Cartón corrugado. Para observar todos datos de toda la investigación ver al *Anexo 1*.

El segundo ejemplo corresponde a la Tabla N°21, donde se tomaron los datos para el Papel Multipliego Extensible arrugado de tres pliegos con 2.00 cm de espesor. En esta tabla se observa: la fecha de la prueba realizada con hora de inicio y fin, el número de placa que se evaluó la distancia a la que se encuentra de la fuente emisora de ruido y del sonómetro, el instrumento que se usó; más abajo se puede observar el número de registro guardado en el sonómetro para cada tipo de ruido, en cada punto marcado. Y por último la firma del docente que autorizó la buena práctica del ensayo. Este ejemplo es la representación de un total de cinco cuadros similares que pertenecen al Papel Multipliego Extensible. Para observar todos datos de toda la investigación ver al *Anexo 1*.

FIG. N° 26. Paso 1, parar en un minuto.



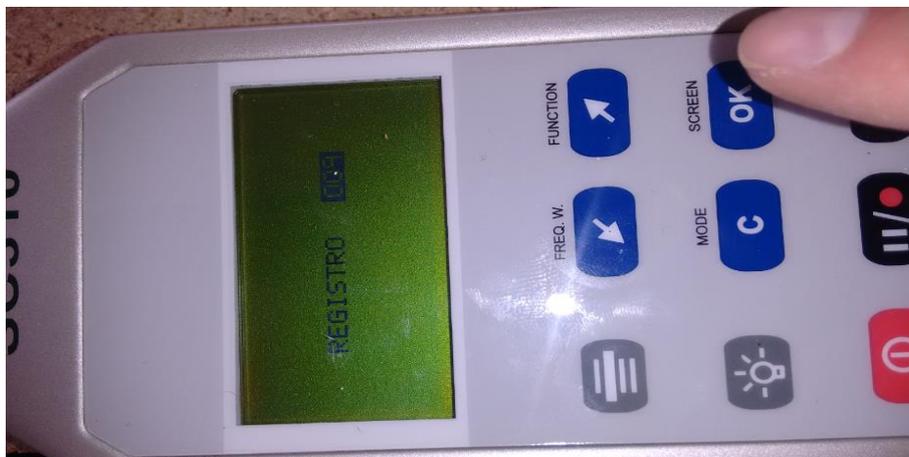
Fuente: Propia

FIG. N° 27. Paso 2, Guardar Resultados



Fuente: Propia

FIG. N° 28. Paso 3, anotar Punto



Fuente: Propia

c) Datos

Tabla N° 20. Datos del sonómetro

| | | | |
|---|--|---|------------------------------------|
|  UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | |  | |
| DATOS PARA HALLAR EL COEFICIENTE DE ABSORCIÓN ACÚSTICA | | | |
| TESIS: | ANÁLISIS DEL USO DEL PAPEL MULTIPLIEGO EXTENSIBLE Y CARTÓN CORRUGADO COMO RELLENO EN MUROS DE PLACAS DE YESO LAMINADO Y FIBROCEMENTO PARA ABSORCIÓN | | |
| TESISTA: | ARAGON ROJAS, Sandra Luciane | | |
| MATERIAL: | Yeso Laminado | | N° DE PLACAS |
| FECHA: | 11/08/2016 | HORA INICIO: | 11:00 |
| | | HORA FIIN: | 12:47 |
| DISTANCIA DE GENERADOR DE RUIDO A SONÓMETRO: | | | 5.60cm |
| DISTANCIA DE GENERADOR DE RUIDO A PLACA: | | | 3.00cm |
| DISTANCIA DE SONÓMETRO A PLACA: | | | 1.00cm |
| ESPESOR DE PLACA: | | 1.60cm | INSTRUMENTO: sonómetro |
| PUNTO N° 1 | | PUNTO N° 2 | |
| TIPO DE RUIDO | N° de registro en sonómetro | TIPO DE RUIDO | N° de registro en sonómetro |
| Ruido de Fondo | 001 | Ruido de Fondo | 009 |
| Ruido sin Interferencia | 000 | Ruido sin Interferencia | 010 |
| Ruido con placas | 002 | Ruido con placas | 011 |
| Ruido de Fondo | 003 | Ruido de Fondo | 012 |
| Ruido sin Interferencia | 004 | Ruido sin Interferencia | 013 |
| Ruido con placas | 005 | Ruido con placas | 014 |
| Ruido de Fondo | 006 | Ruido de Fondo | 015 |
| Ruido sin Interferencia | 007 | Ruido sin Interferencia | 016 |
| Ruido con placas | 008 | Ruido con placas | 017 |
| PUNTO N° 3 | | PUNTO N° 4 | |
| TIPO DE RUIDO | N° de registro en sonómetro | TIPO DE RUIDO | N° de registro en sonómetro |
| Ruido de Fondo | 018 | Ruido de Fondo | 018 |
| Ruido sin Interferencia | 021 | Ruido sin Interferencia | 021 |
| Ruido con placas | 020 | Ruido con placas | 020 |
| Ruido de Fondo | 040 | Ruido de Fondo | 040 |
| Ruido sin Interferencia | 041 | Ruido sin Interferencia | 041 |
| Ruido con placas | 042 | Ruido con placas | 042 |
| Ruido de Fondo | 043 | Ruido de Fondo | 043 |
| Ruido sin Interferencia | 044 | Ruido sin Interferencia | 044 |
| Ruido con placas | 045 | Ruido con placas | 045 |

| PUNTO N° 5 | | | | | |
|-------------------------|-----------------------------|--|--|------------------------------|--|
| TIPO DE RUIDO | N° de registro en sonómetro | | | | |
| Ruido de Fondo | o31 | | | LABORATORIO DE FÍSICA 4 | |
| Ruido sin Interferencia | o32 | | | Docente: | |
| Ruido con placas | o33 | | | José Olinto De La Torre Cruz | |
| Ruido de Fondo | o34 | | | | |
| Ruido sin Interferencia | o35 | | | | |
| Ruido con placas | o36 | | | | |
| Ruido de Fondo | o37 | | | | |
| Ruido sin Interferencia | o38 | | | | |
| Ruido con placas | o39 | | | | |

Fuente: Propia

Tabla N° 21. Datos del Sonómetro

|  | | UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | |  |
|--|--|--|--------------|------------------------------|-----------|--|
| | | FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA | | | | |
| | | ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| DATOS PARA HALLAR EL COEFICIENTE DE ABSORCIÓN ACÚSTICA | | | | | | |
| TESIS: | ANÁLISIS DEL USO DEL PAPEL MULTIPLIEGO EXTENSIBLE Y CARTÓN CORRUGADO COMO RELLENO EN MUROS DE PLACAS DE YESO LAMINADO Y FIBROCEMENTO PARA ABSORCIÓN | | | | | |
| TESISTA: | ARAGON ROJAS, Sandra Luciane | | | | | |
| MATERIAL: | Papel Multipliego Extensible | | | NÚMERO DE PLACAS | 1 | |
| FECHA: | 12/10/2016 | HORA INICIO: | 07:49 | HORA FIN: | 08:55 | |
| DISTANCIA DE GENERADOR DE RUIDO A SONÓMETRO: | | | | | 13.00cm | |
| DISTANCIA DE GENERADOR DE RUIDO A PLACA: | | | | | 7.00cm | |
| DISTANCIA DE SONÓMETRO A PLACA: | | | | | 4.00cm | |
| ESPESOR DE PLACA: | | 2.00cm | INSTRUMENTO: | | Sonómetro | |
| PUNTO N° 1 | | | | | | |
| Tipo de Ruido | N° de registro en sonómetro | | | | | |
| Ruido de Fondo | 1368 | | | | | |
| Ruido sin Interferencia | 1369 | | | LABORATORIO DE FÍSICA 4 | | |
| Ruido con placas | 1370 | | | Docente: | | |
| Ruido de Fondo | 1371 | | | José Olinto De La Torre Cruz | | |
| Ruido sin Interferencia | 1372 | | | | | |
| Ruido con placas | 1373 | | | | | |
| Ruido de Fondo | 1374 | | | | | |
| Ruido sin Interferencia | 1375 | | | | | |
| Ruido con placas | 1376 | | | | | |

Fuente: Propia

3.5.6. Prueba N°06:

Datos para Calcular la Temperatura Promedio del Ambiente

a) Equipos

- Guía de Observación: Formato N°06.
- Termómetro Ambiental.

b) Procedimiento

Los Datos obtenidos por el termómetro se promedian y se calcula el valor promedio de la temperatura del ambiente.

FIG. N° 29. Temperatura Ambiente



Fuente: Propia

FIG. N° 30. Temperatura Ambiente



Fuente: Propia

c) Datos

Tabla N° 22. Datos para el Cálculo promedio de Temperatura.

|  | | UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|--|---|-----------------------|----------|--------|-------|----|--------|-------|----|--------|-------|----|--------|-------|----|--------|-------|----|--------|-------|----|--------|-------|----|--------|-------|----|--------|-------|----|---------|-------|----|--|--|
| | | FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CÁLCULO DE LA TEMPERATURA AMBIENTE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TESIS: | ANÁLISIS DEL USO DEL PAPEL MULTIPLIEGO EXTENSIBLE Y CARTÓN CORRUGADO COMO RELLENO EN MUROS DE PLACAS DE YESO LAMINADO Y FIBROCEMENTO PARA ABSORCIÓN ACÚSTICA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TESISTA: ARAGON ROJAS, Sandra Luciane | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FORMATO N°12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INSTRUMENTO: | | Termómetro Ambiental | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA: | 03/11/2016 | HORA INICIO: | | 08:41 | HORA FIN 10:31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | <table border="1"> <thead> <tr> <th>TEMPERATURA</th> <th>DATOS</th> <th>UNIDADES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Temp.1</td><td>19.80</td><td>°C</td></tr> <tr><td>Temp.2</td><td>19.50</td><td>°C</td></tr> <tr><td>Temp.3</td><td>19.30</td><td>°C</td></tr> <tr><td>Temp.4</td><td>18.80</td><td>°C</td></tr> <tr><td>Temp.5</td><td>18.60</td><td>°C</td></tr> <tr><td>Temp.6</td><td>19.10</td><td>°C</td></tr> <tr><td>Temp.7</td><td>19.20</td><td>°C</td></tr> <tr><td>Temp.8</td><td>17.70</td><td>°C</td></tr> <tr><td>Temp.9</td><td>17.90</td><td>°C</td></tr> <tr><td>Temp.10</td><td>17.90</td><td>°C</td></tr> </tbody> </table> | | TEMPERATURA | DATOS | UNIDADES | Temp.1 | 19.80 | °C | Temp.2 | 19.50 | °C | Temp.3 | 19.30 | °C | Temp.4 | 18.80 | °C | Temp.5 | 18.60 | °C | Temp.6 | 19.10 | °C | Temp.7 | 19.20 | °C | Temp.8 | 17.70 | °C | Temp.9 | 17.90 | °C | Temp.10 | 17.90 | °C | | |
| TEMPERATURA | DATOS | UNIDADES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temp.1 | 19.80 | °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temp.2 | 19.50 | °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temp.3 | 19.30 | °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temp.4 | 18.80 | °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temp.5 | 18.60 | °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temp.6 | 19.10 | °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temp.7 | 19.20 | °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temp.8 | 17.70 | °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temp.9 | 17.90 | °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temp.10 | 17.90 | °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Promedio

3.5.7. Prueba N°07:

Datos para Calcular la Velocidad del Sonido

a) Equipos

- Guía de Observación: Formato N°06.
- Sistema PASCO para medir la velocidad del sonido.

b) Procedimiento

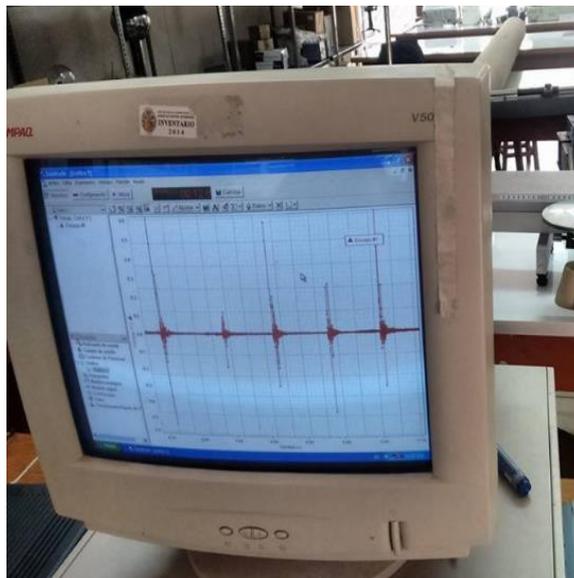
Los Datos obtenidos por el Sistema PASCO para medir la velocidad del sonido son los segundo luego de producir un determinado sonido, se mide la distancia del tubo y la distancia recorrida por el eco y se calcula el promedio del tiempo en segundos para determinar la velocidad.

FIG. N° 31. Tubo de cartón
donde se genera el eco.



Fuente: Propia

FIG. N° 32. Diferentes tiempos que se
capturo el sonido.



Fuente: Propia

c) Datos

Tabla N° 23. Datos Para determinar la Velocidad del sonido

| | | | | | |
|---|--|--|---------------|---|-------|
|  | | UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | |  | |
| | | FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DEL SONIDO | | | | | |
| TESIS: | ANÁLISIS DEL USO DEL PAPEL MULTIPLIEGOS EXTENSIBLE Y CARTÓN CORRUGADO COMO RELLENO EN MUROS DE PLACAS DE YESO LAMINADO Y FIBROCEMENTO PARA ABSORCIÓN ACÚSTICA | | | | |
| TESISTA | ARAGON ROJAS, Sandra Luciane | | | | |
| FORMATO N°12 | | | | | |
| INSTRUMENTO: | Sistema PASCO para medir la velocidad del sonido | | | | |
| FECHA: | 03/11/2016 | HORA INICIO: | 09:28 | HORA FIN: | 09:38 |
| | | | | UNIDADES | |
| | LONGITUD RECORIDA DEL SONIDO | | 3.248 | m | |
| | LONGITUD RECORIDA | | 6.496 | m | |
| | TIEMPO 1 | | 0.020 | seg | |
| | TIEMPO 2 | | 0.018 | seg | |
| | TIEMPO 3 | | 0.020 | seg | |
| | TIEMPO 4 | | 0.019 | seg | |
| | TIEMPO 5 | | 0.019 | seg | |
| | VELOCIDAD DEL SONIDO | | 340.46 | m/seg | |
| LABORATORIO DE FÍSICA 4 - UNSAAC | | | | | |
| Profesor encargado: José Olintho De La Torre Cruz | | | | | |

Fuente: Propia

3.6. Procedimientos de Análisis de Datos

3.5.1. Procedimiento N°01:

Descargar los datos guardados del Sonómetro Analizador de Espectro SC310 hacia el programa CESVA:

a) Procesamiento o Cálculos de la Prueba

Descargar los datos guardados con números en el Sonómetro al programa CESVA.

Primero: Se instala el programa CESVA.

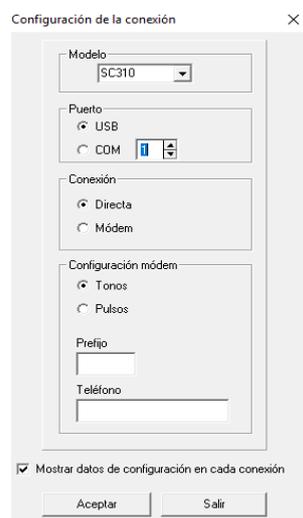
FIG. N° 33. Descarga de Datos del Sonómetro



Fuente: Propia

Segundo: Cómo podemos observar en la figura anterior podemos observar la conecta del Sonómetro a la computadora por medio de un cable USB.

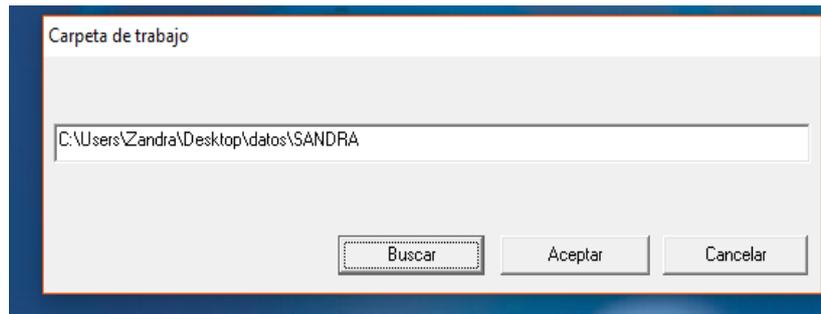
FIG. N° 34. Programa CESVA – Versión de prueba



Fuente: Propia

Tercero: En la figura anterior se muestra el inicio del programa Cesva; luego se va a la pestaña Abrir – archivo – nueva sesión. Después se elige el modelo del sonómetro (SC310), el tipo de puerto (USB), la conexión (Directa), configuración módem (Tonos) y finalmente un aspa en el cuadro de la parte inferior – Aceptar.

FIG. N° 35. Paso 5



Fuente: Propia

Cuarto: Se crea una carpeta para destinar los datos convertidos a Excel, esta misma contendrá todos los datos descargados del Sonómetro al programa CESVA. Se hace clic en Configuración PC, luego Carpeta de Trabajo, se ubica la carpeta creada y se selecciona. Ver FIG. N° 36.

FIG. N° 36. Datos descargados

| | | | | |
|--|---------------------------------------|-----------------------|------------------|--------|
| | T225969_2016-08-11_10-58-32_000_SL... | 02/09/2016 10:06 a... | Capture Document | 257 KB |
| | T225969_2016-08-11_11-01-00_001_SL... | 02/09/2016 10:06 a... | Capture Document | 257 KB |
| | T225969_2016-08-11_11-02-57_002_SL... | 02/09/2016 10:06 a... | Capture Document | 257 KB |
| | T225969_2016-08-11_11-06-44_003_SL... | 02/09/2016 10:06 a... | Capture Document | 257 KB |
| | T225969_2016-08-11_11-08-21_004_SL... | 02/09/2016 10:06 a... | Capture Document | 257 KB |
| | T225969_2016-08-11_11-10-54_005_SL... | 02/09/2016 10:06 a... | Capture Document | 257 KB |
| | T225969_2016-08-11_11-13-08_006_SL... | 02/09/2016 10:06 a... | Capture Document | 257 KB |
| | T225969_2016-08-11_11-14-50_007_SL... | 02/09/2016 10:06 a... | Capture Document | 257 KB |
| | T225969_2016-08-11_11-17-36_008_SL... | 02/09/2016 10:06 a... | Capture Document | 257 KB |
| | T225969_2016-08-11_11-23-12_009_SL... | 02/09/2016 10:07 a... | Capture Document | 257 KB |
| | T225969_2016-08-11_11-25-38_010_SL... | 02/09/2016 10:07 a... | Capture Document | 257 KB |
| | T225969_2016-08-11_11-28-45_011_SL... | 02/09/2016 10:07 a... | Capture Document | 257 KB |
| | T225969_2016-08-11_11-30-46_012_SL... | 02/09/2016 10:07 a... | Capture Document | 257 KB |
| | T225969_2016-08-11_11-32-16_013_SL... | 02/09/2016 10:07 a... | Capture Document | 257 KB |
| | T225969_2016-08-11_11-34-30_014_SL... | 02/09/2016 10:07 a... | Capture Document | 257 KB |
| | T225969_2016-08-11_11-36-28_015_SL... | 02/09/2016 10:07 a... | Capture Document | 257 KB |
| | T225969_2016-08-11_11-37-52_016_SL... | 02/09/2016 10:07 a... | Capture Document | 257 KB |
| | T225969_2016-08-11_11-39-50_017_SL... | 02/09/2016 10:07 a... | Capture Document | 257 KB |

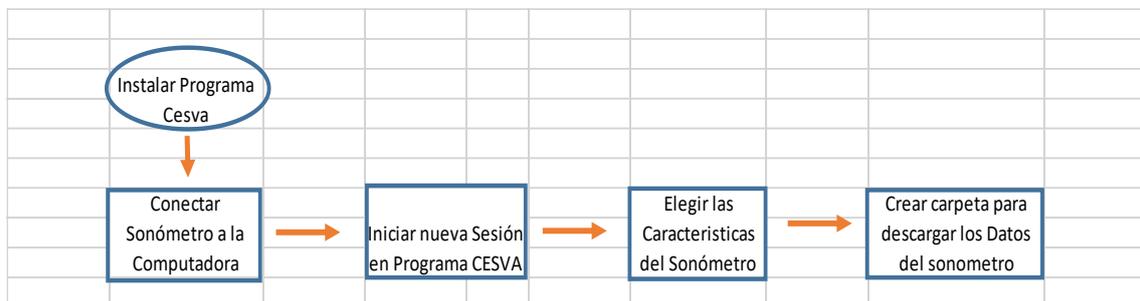
Fuente: Propia

En la figura anterior podemos observar que la parte resaltada con rojo es el número de registro guardado en el Sonómetro.

Finalmente podemos observar todos los datos descargados en una carpeta. Ver FIG. N°37.

b) Diagramas, Tablas

Tabla N° 24. Pasos para descargar datos en el programa CESVA.



Fuente: Propia

c) Análisis de la Prueba

Es importante instalar el programa CESVA de acuerdo al Windows y los bites de la computadora.

Es importante asignar el mismo número de registro guardado en el sonómetro (por ejemplo 001, 002, 1307, 000, 678, etc.) a cada dato descargado para que sea sencillo el manejo de todos estos al momento de convertirlos a Excel, y para luego promediarlos.

3.5.2. Procedimiento N°02:

Convertir los datos descargados del sonómetro al programa CESVA al programa EXCEL:

a) Procesamiento o Cálculos de la Prueba

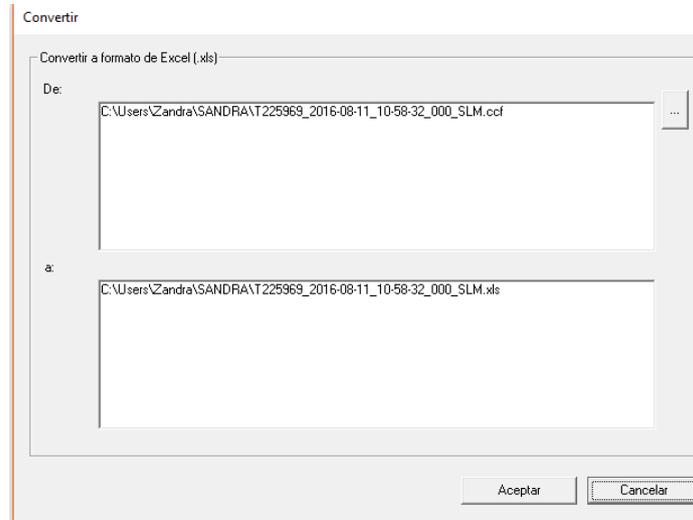
FIG. N° 37.Paso 2



Fuente: Propia

Primero: Abrir el punto a convertir en el programa CESVA. Luego hacer clic en Archivo - Convertir – Excel. Esto nos lleva a la ventana que observamos en la FIG. N° 52.

FIG. N° 38. Paso 3

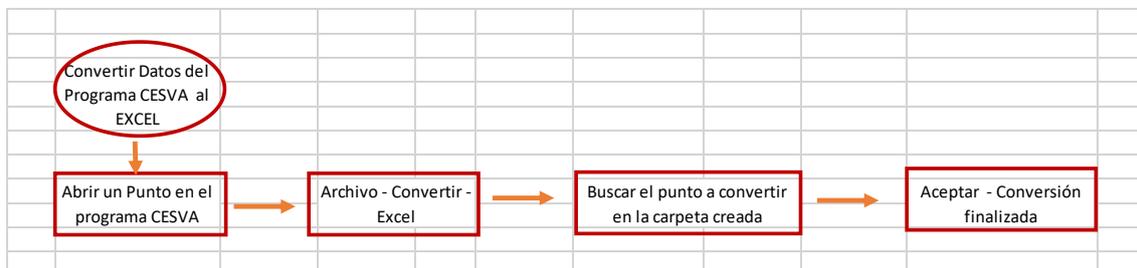


Fuente: Propia

Segundo: Como muestra la FIG. N° 54, hacer clic en los tres puntos superiores del lado derecho para encontrar el registro que deseamos convertir a Excel y hacerle doble clic– Aceptar. Para concluir con la conversión aparecerá una ventana que dice Conversión finalizada.

b) Diagramas o Tablas

Tabla N° 25. Pasos para conversión de Datos



Fuente: Propia

c) Análisis de la Prueba

El sonómetro toma valores cada segundo y la tomar un punto dura un minuto; este nos brinda más de 80 datos.

Es importante que para convertir los datos a Excel se ubique bien la carpeta donde se encuentran todo los puntos directos del sonómetro, ya que es aquí donde se escogerá el punto a convertir.

3.5.3. Procedimiento N°03:

Seleccionar los tres valores de importancia para Promediarlos:

a) Procesamiento o Cálculos de la Prueba

- En la parte inferior de los datos del sonómetro se seleccionan los siguientes valores LAT, LAF Y LAS.
- Se realiza el promedio de estos tres, siendo la unidad los decibeles.

$$\frac{LAT(dB) + LAF(dB) + LAS(dB)}{3}$$

b) Diagramas o Tablas

Como veremos en las siguientes tres figuras, se seleccionaron los datos descritos en teoría como son el nivel de intensidad sonora con ponderación temporal rápida (FAST) – Nomenclatura --> LAF; nivel de intensidad sonora con ponderación temporal lenta (SLOW) – Nomenclatura --> LAS y el nivel de intensidad sonora continuo equivalente con tiempo de integración (T) – Nomenclatura --> Lat. Para después promediarlos.

Tabla N° 26. Selección de los valores LAT, LAF y LAS.

| | | | | | | | | |
|----|---------------------------|---------------|-----------|---------------|-----------|----------------|---------------|---------------|
| 1 | OverallData | | | | | | | |
| 2 | SerialNum | Model | Version | Mode | T_Time | t(tt)_Duration | Start | End |
| 3 | T225969 | SC310 | 07.2.01 | d Level Meter | 01s | 0000:01:12 | 07:43:17 a.m. | 07:44:28 a.m. |
| 4 | | | | | | | | |
| 5 | Data | | | | | | | |
| 6 | Date_Hour | Elapsed_t(tt) | Elapsed_T | LZ1s | LZ1s_Ovld | LZtt | LZtt_Ovld | LZE |
| 7 | 07:44:28 a.m. | 0000:01:12 | 00:00:01 | 53.8 | False | 58 | False | 76.6 |
| 8 | | | | | | | | |
| 9 | LAT | LAF | LAS | | | | | |
| 10 | 33.3 | 32.8 | 33.6 | | | | | |
| 11 | | | | | | | | |
| 12 | Promedio aritmetico en dB | | | 33.23 | dB | | | |
| 13 | | | | | | | | |

Fuente: Propia

Tabla N° 27. Selección de los valores LAT, LAF y LAS

| | | | | | | | | |
|----|---------------------------|---------------|-------------|---------------|-----------|----------------|---------------|---------------|
| 1 | OverallData | | | | | | | |
| 2 | SerialNum | Model | Version | Mode | T_Time | t(tt)_Duration | Start | End |
| 3 | T225969 | SC310 | 07.2.01 | d Level Meter | 01s | 0000:01:04 | 07:45:26 a.m. | 07:46:29 a.m. |
| 4 | Data | | | | | | | |
| 5 | Date_Hour | Elapsed_t(tt) | Elapsed_T_1 | LZ1s | LZ1s_Ovld | LZtt | LZtt_Ovld | LZE |
| 6 | 07:46:29 a.m. | 0000:01:04 | 00:00:01 | 68.2 | False | 70.1 | False | 88.2 |
| 7 | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | |
| 9 | LAT | LAF | LAS | | | | | |
| 10 | 67.9 | 67.8 | 68 | | | | | |
| 11 | | | | | | | | |
| 12 | Promedio aritmético en dB | | | 67.90 | dB | | | |

Fuente: Propia

Tabla N° 28. Selección de los valores LAT, LAF y LAS.

| | | | | | | | | |
|----|---------------------------|---------------|-------------|---------------|-----------|----------------|---------------|---------------|
| 1 | OverallData | | | | | | | |
| 2 | SerialNum | Model | Version | Mode | T_Time | t(tt)_Duration | Start | End |
| 3 | T225969 | SC310 | 07.2.01 | d Level Meter | 01s | 0000:01:00 | 07:47:02 a.m. | 07:48:01 a.m. |
| 4 | Data | | | | | | | |
| 5 | Date_Hour | Elapsed_t(tt) | Elapsed_T_1 | LZ1s | LZ1s_Ovld | LZtt | LZtt_Ovld | LZE |
| 6 | 07:48:01 a.m. | 0000:01:00 | 00:00:01 | 61.4 | False | 64.2 | False | 82 |
| 7 | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | |
| 9 | LAT | LAF | LAS | | | | | |
| 10 | 55.6 | 56.9 | 55.8 | | | | | |
| 11 | | | | | | | | |
| 12 | Promedio aritmético en dB | | | 56.10 | dB | | | |
| 13 | | | | | | | | |

Fuente: Propia

c) Análisis de Prueba

Cada archivo ahora promediado se guarda, obteniendo así un total de 1487 archivos para trabajar en Excel. A cada registro le corresponde un archivo de Excel.

3.5.4. Procedimiento N°04:

Agrupación de Promedios de Datos en Intensidades, Decibeles para demostrar la curva exponencial y hallar el coeficiente de absorción de cada uno de los materiales:

a) Procesamiento o Cálculos de la Prueba

Cada número de registro se coloca en una sola hoja Excel, se convierte en W/m² con la siguiente fórmula, se promedian nuevamente. Lo mismo con los datos originales en decibeles.

$$dB = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right) \quad \longrightarrow \quad I = I_0 * 10^{\frac{dB}{10}}$$

FIG. N° 39. Agrupación de puntos por Plancha.

| | | |
|------------|----------------------|---------------------|
| 1PLANCHAS | 23/10/2016 02:29 ... | Carpeta de archivos |
| 2PLANCHAS | 23/10/2016 02:29 ... | Carpeta de archivos |
| 3PLANCHAS | 23/10/2016 02:29 ... | Carpeta de archivos |
| 4PLANCHAS | 23/10/2016 02:29 ... | Carpeta de archivos |
| 5PLANCHAS | 23/10/2016 02:32 ... | Carpeta de archivos |
| 6PLANCHAS | 23/10/2016 02:32 ... | Carpeta de archivos |
| 7PLANCHAS | 23/10/2016 02:29 ... | Carpeta de archivos |
| 8PLANCHAS | 23/10/2016 02:33 ... | Carpeta de archivos |
| 9PLANCHAS | 23/10/2016 02:33 ... | Carpeta de archivos |
| 10PLANCHAS | 23/10/2016 02:29 ... | Carpeta de archivos |

Fuente: Propia

Primero: Se agrupan las planchas como observamos en la figura anterior.

FIG. N° 40. Número de puntos tomados por Plancha por cada material.

| | | |
|---------|----------------------|---------------------|
| Punto 1 | 23/10/2016 02:29 ... | Carpeta de archivos |
| Punto 2 | 23/10/2016 02:29 ... | Carpeta de archivos |
| Punto 3 | 23/10/2016 02:29 ... | Carpeta de archivos |
| Punto 4 | 23/10/2016 02:29 ... | Carpeta de archivos |
| Punto 5 | 23/10/2016 02:29 ... | Carpeta de archivos |

Fuente: Propia

Segundo: Para cada una de las diez planchas, se agrupa cinco puntos, como se ve en la figura número 56.

FIG. N° 41. Paso 1

| | | |
|-------------------------|----------------------|---------------------|
| Ruido de fondo | 06/11/2016 01:54 ... | Carpeta de archivos |
| Ruido sin interferencia | 06/11/2016 01:54 ... | Carpeta de archivos |
| Ruido y 1 materia | 06/11/2016 01:54 ... | Carpeta de archivos |

Fuente Propia

Tercero: Para cada punto se agrupan los distintos tipos de ruido. Ver FIG. N° 57.

FIG. N° 42. Archivos Excel

| | | | |
|--|-----------------------|----------------------|-------|
| 001.xlsx | 28/08/2016 08:16 a... | Hoja de cálculo d... | 11 KB |
| 003.xlsx | 28/08/2016 07:57 a... | Hoja de cálculo d... | 10 KB |
| 006.xlsx | 28/08/2016 08:00 a... | Hoja de cálculo d... | 9 KB |
| Promedio aritmetico final por punto.xlsx | 03/11/2016 02:36 ... | Hoja de cálculo d... | 11 KB |

Fuente: Propia

Los archivos Excel como vemos en la FIG. N° 58 se encuentran en cada carpeta de la FIG. N°57.

Tabla N° 29. Juntar ambos promedios en una sola hoja Excel.

| | | INTENSIDADES | |
|---|-----------|---|------------------|
| Promedio Aritmético 1 en dB | 46.733 dB | Promedio Aritmético 1 en dB | 4.71339E-08 w/m2 |
| Promedio Aritmético 2 en dB | 53.800 dB | Promedio Aritmético 2 en dB | 2.39883E-07 w/m2 |
| Promedio Aritmético 3 en dB | 38.067 dB | Promedio Aritmético 3 en dB | 6.40718E-09 w/m2 |
| Promedio aritmetico final por punto en dB | 46.200 dB | Promedio aritmetico de Intensidades por punto | 9.7808E-08 w/m2 |

Fuente: Propia

En la FIG. N° 58, se observa un archivo denominado promedio aritmético final por punto el cual contiene los datos observados en la Tabla N°29.

b) Diagramas o Tablas

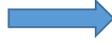
Tabla N° 30. Resumen de W/m² a 686.9Hz.

| RESUMEN DE INTENSIDADES EN W/m ² | | | | |
|---|------------------|--|--|---|
| Material: | | YESO LAMINADO | | |
| | | $dB = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ | | $I = I_0 * 10^{\frac{dB}{10}}$ |
| | | | ➡ | |
| PLACAS | NUMERO DE PUNTOS | RUIDO DE FONDO PROMEDIO W/m ² | RUIDO SIN INTERFERENCIA W/m ² | RUIDO CON DIFERENTES ESPESORES DE PLANCHAS W/m ² |
| 1 | Punto N°1 | 0.0000000978 | 0.0001308715 | 0.0000004574 |
| | Punto N°2 | 0.0000000275 | 0.0000401245 | 0.0000009628 |
| | Punto N°3 | 0.0000000170 | 0.0001228847 | 0.0000016759 |
| | Punto N°4 | 0.0000001095 | 0.0001407646 | 0.0000010907 |
| | Punto N°5 | 0.0000005254 | 0.0001315980 | 0.0000008074 |
| PROMEDIO | 1 | 0.0000001554 | 0.0001132487 | 0.0000009988 |
| 2 | Punto N°1 | 0.0000003195 | 0.0000173090 | 0.0000003497 |
| | Punto N°2 | 0.0000004443 | 0.0000322045 | 0.0000006134 |
| | Punto N°3 | 0.0000000475 | 0.0000165093 | 0.0000004588 |
| | Punto N°4 | 0.0000000059 | 0.0000325471 | 0.0000003184 |
| | Punto N°5 | 0.0000000188 | 0.0000322845 | 0.0000006561 |
| PROMEDIO | 2 | 0.0000001672 | 0.0000261709 | 0.0000004793 |

Fuente: Propia

Tabla N° 31. Resumen de W/m² a 686.9Hz.

| RESUMEN DE INTENSIDADES EN W/m ² | | | | |
|---|------------------|---|--|---|
| Material: | YESO LAMINADO | | | |
| | | $dB = 10\log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ | | $I = I_0 * 10^{\frac{dB}{10}}$ |
| | |  | | |
| PLACAS | NÚMERO DE PUNTOS | RUIDO DE FONDO PROMEDIO W/m ² | RUIDO SIN INTERFERENCIA W/m ² | RUIDO CON DIFERENTES ESPORES DE PLANCHAS W/m ² |
| 3 | Punto N°1 | 0.0000000995 | 0.0000165145 | 0.0000003393 |
| | Punto N°2 | 0.0000003291 | 0.0000227053 | 0.0000008053 |
| | Punto N°3 | 0.0000000546 | 0.0000244454 | 0.0000007774 |
| | Punto N°4 | 0.0000000279 | 0.0000279950 | 0.0000002024 |
| | Punto N°5 | 0.0000000876 | 0.0000330653 | 0.0000003686 |
| PROMEDIO | 3 | 0.0000001197 | 0.0000249451 | 0.0000004986 |
| 4 | Punto N°1 | 0.0000001919 | 0.0000230828 | 0.0000005157 |
| | Punto N°2 | 0.0000005157 | 0.0000198051 | 0.0000005032 |
| | Punto N°3 | 0.0000000298 | 0.0000262263 | 0.0000003636 |
| | Punto N°4 | 0.0000000252 | 0.0000229720 | 0.0000005020 |
| | Punto N°5 | 0.0000000171 | 0.0000171992 | 0.0000001509 |
| PROMEDIO | 4 | 0.0000001559 | 0.0000218571 | 0.0000004071 |
| 5 | Punto N°1 | 0.0000000088 | 0.0000085149 | 0.0000001584 |
| | Punto N°2 | 0.0000000047 | 0.0000137818 | 0.0000001313 |
| | Punto N°3 | 0.0000000044 | 0.0000153971 | 0.0000001779 |
| | Punto N°4 | 0.0000000189 | 0.0000064603 | 0.0000001391 |
| | Punto N°5 | 0.0000000052 | 0.0000090790 | 0.0000002172 |
| PROMEDIO | 5 | 0.0000000084 | 0.0000106466 | 0.0000001648 |
| 6 | Punto N°1 | 0.0000003241 | 0.0000207456 | 0.0000001312 |
| | Punto N°2 | 0.0000000174 | 0.0000162324 | 0.0000004058 |
| | Punto N°3 | 0.0000000126 | 0.0000196537 | 0.0000001922 |
| | Punto N°4 | 0.0000000084 | 0.0000124240 | 0.0000004972 |
| | Punto N°5 | 0.0000000160 | 0.0000115638 | 0.0000003462 |
| PROMEDIO | 6 | 0.0000000757 | 0.0000161239 | 0.0000003145 |
| 7 | Punto N°1 | 0.0000000175 | 0.0000105014 | 0.0000001762 |
| | Punto N°2 | 0.0000000226 | 0.0000147473 | 0.0000001051 |
| | Punto N°3 | 0.0000000131 | 0.0000102422 | 0.0000000676 |
| | Punto N°4 | 0.0000000123 | 0.0000081804 | 0.0000000730 |
| | Punto N°5 | 0.0000000057 | 0.0000093527 | 0.0000002303 |
| PROMEDIO | 7 | 0.0000000142 | 0.0000106048 | 0.0000001304 |
| 8 | Punto N°1 | 0.0000000325 | 0.0000109731 | 0.0000000939 |
| | Punto N°2 | 0.0000000062 | 0.0000095006 | 0.0000001399 |
| | Punto N°3 | 0.0000000133 | 0.0000091029 | 0.0000000743 |
| | Punto N°4 | 0.0000000073 | 0.0000056158 | 0.0000002538 |
| | Punto N°5 | 0.0000000098 | 0.0000053943 | 0.0000003245 |
| PROMEDIO | 8 | 0.0000000138 | 0.0000081173 | 0.0000001773 |

| RESUMEN DE INTENSIDADES EN W/m ² | | | | |
|---|----------------------|--|---|---|
| Material: | YESO LAMINADO | | | |
| $dB = 10\log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ | | |  | $I = I_0 * 10^{\frac{dB}{10}}$ |
| PLACAS | NÚMERO DE PUNTOS | RUIDO DE FONDO PROMEDIO W/m ² | RUIDO SIN INTERFERENCIA W/m ² | RUIDO CON DIFERENTES ESPESORES DE PLANCHAS W/m ² |
| 9 | Punto N°1 | 0.0000002760 | 0.0000088884 | 0.0000001455 |
| | Punto N°2 | 0.000000204 | 0.0000107207 | 0.0000001536 |
| | Punto N°3 | 0.0000000371 | 0.0000095233 | 0.0000001353 |
| | Punto N°4 | 0.0000001717 | 0.0000045119 | 0.0000001333 |
| | Punto N°5 | 0.0000000122 | 0.0000082729 | 0.0000002325 |
| PROMEDIO | 9 | 0.0000001035 | 0.0000083834 | 0.0000001600 |
| 10 | Punto N°1 | 0.0000000214 | 0.0000105769 | 0.0000001185 |
| | Punto N°2 | 0.0000011892 | 0.0000106298 | 0.0000001805 |
| | Punto N°3 | 0.0000012972 | 0.0000074834 | 0.0000001083 |
| | Punto N°4 | 0.0000000331 | 0.0000132409 | 0.0000003559 |
| | Punto N°5 | 0.0000000227 | 0.0000067038 | 0.0000002387 |
| PROMEDIO | 10 | 0.0000005127 | 0.0000097270 | 0.0000002004 |

Fuente: Propia

Tabla N° 32. Resumen en W/m² del Cartón Corrugado a 686.9Hz.

| RESUMEN DE INTENSIDADES EN W/m ² | | | | |
|---|-------------------------|--|--|---|
| Material: | CARTÓN CORRUGADO | | | |
| $dB = 10\log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ | | |  | $I = I_0 * 10^{\frac{dB}{10}}$ |
| NÚMERO DE PLACA | NÚMERO DE PUNTO | RUIDO DE FONDO PROMEDIO W/m ² | RUIDO SIN INTERFERENCIA W/m ² | RUIDO CON DIFERENTES ESPESORES DE PLANCHAS W/m ² |
| 1 | Punto N°1 | 0.0000000810 | 0.0001535614 | 0.0000061604 |
| | Punto N°2 | 0.0000000883 | 0.0001769564 | 0.0000097086 |
| | Punto N°3 | 0.0000000527 | 0.0001787977 | 0.0000050037 |
| | Punto N°4 | 0.0000000224 | 0.0001649962 | 0.0000082323 |
| | Punto N°5 | 0.0000000241 | 0.0001539266 | 0.0000052643 |
| PROMEDIO | | 0.0000000537 | 0.0001656476 | 0.0000068738 |
| 2 | Punto N°1 | 0.0000000507 | 0.0000978978 | 0.0000109684 |
| | Punto N°2 | 0.0000001620 | 0.0001582546 | 0.0000029672 |
| | Punto N°3 | 0.0000001340 | 0.0001459765 | 0.0000102961 |
| | Punto N°4 | 0.0000007875 | 0.0001144150 | 0.0000026873 |
| | Punto N°5 | 0.0000000312 | 0.0000948818 | 0.0000020853 |
| PROMEDIO | | 0.0000002331 | 0.0001222851 | 0.0000058009 |

Fuente: Propia

Tabla N° 33. Resumen en W/m² del Cartón Corrugado a 686.9Hz.

| RESUMEN DE INTENSIDADES EN W/m ² | | | | |
|---|------------------|--|--|---|
| Material: | CARTÓN CORRUGADO | | | |
| | | $dB = 10\log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ | | $I = I_0 * 10^{\frac{dB}{10}}$ |
| NÚMERO DE PLACA | NÚMERO DE PUNTO | RUIDO DE FONDO PROMEDIO W/m ² | RUIDO SIN INTERFERENCIA W/m ² | RUIDO CON DIFERENTES ESPESORES DE PLANCHAS W/m ² |
| 3 | Punto N°1 | 0.0000000805 | 0.0000907737 | 0.0000026095 |
| | Punto N°2 | 0.0000000366 | 0.0001239296 | 0.0000054672 |
| | Punto N°3 | 0.0000000764 | 0.0001313966 | 0.0000076089 |
| | Punto N°4 | 0.0000003428 | 0.0000741441 | 0.0000026511 |
| | Punto N°5 | 0.0000000686 | 0.0000689400 | 0.0000023368 |
| PROMEDIO | | 0.0000001210 | 0.0000978368 | 0.0000041347 |
| 4 | Punto N°1 | 0.0000006875 | 0.0000720670 | 0.0000011365 |
| | Punto N°2 | 0.0000000296 | 0.0000749376 | 0.0000019861 |
| | Punto N°3 | 0.0000006093 | 0.0000677819 | 0.0000022993 |
| | Punto N°4 | 0.0000000137 | 0.0000962862 | 0.0000032000 |
| | Punto N°5 | 0.0000000405 | 0.0000853867 | 0.0000018598 |
| PROMEDIO | | 0.0000002761 | 0.0000792919 | 0.0000020963 |
| 5 | Punto N°1 | 0.0000000538 | 0.0000505325 | 0.0000027391 |
| | Punto N°2 | 0.0000000212 | 0.0000355000 | 0.0000008832 |
| | Punto N°3 | 0.0000000428 | 0.0000490283 | 0.0000008685 |
| | Punto N°4 | 0.0000000092 | 0.0000681810 | 0.0000008928 |
| | Punto N°5 | 0.0000000591 | 0.0000753704 | 0.0000008049 |
| PROMEDIO | | 0.0000000372 | 0.0000557224 | 0.0000012377 |
| 6 | Punto N°1 | 0.0000000119 | 0.0000420138 | 0.0000004492 |
| | Punto N°2 | 0.0000000065 | 0.0000407863 | 0.0000008149 |
| | Punto N°3 | 0.0000000062 | 0.0000432534 | 0.0000003157 |
| | Punto N°4 | 0.0000002862 | 0.0000459322 | 0.0000012103 |
| | Punto N°5 | 0.0000000074 | 0.0000692402 | 0.0000005294 |
| PROMEDIO | | 0.0000000636 | 0.0000482452 | 0.0000006639 |
| 7 | Punto N°1 | 0.0000000078 | 0.0000403463 | 0.0000003880 |
| | Punto N°2 | 0.0000000223 | 0.0000460891 | 0.0000005029 |
| | Punto N°3 | 0.0000000333 | 0.0000376469 | 0.0000001731 |
| | Punto N°4 | 0.0000000225 | 0.0000353630 | 0.0000008903 |
| | Punto N°5 | 0.0000046136 | 0.0000482913 | 0.0000011717 |
| PROMEDIO | | 0.0000009399 | 0.0000415473 | 0.0000006252 |
| 8 | Punto N°1 | 0.0000000823 | 0.0000403854 | 0.0000003408 |
| | Punto N°2 | 0.0000000410 | 0.0000275395 | 0.0000000434 |
| | Punto N°3 | 0.0000000238 | 0.0000357384 | 0.0000007282 |
| | Punto N°4 | 0.0000000467 | 0.0000423869 | 0.0000002783 |
| | Punto N°5 | 0.0000000102 | 0.0000476853 | 0.0000015398 |
| PROMEDIO | | 0.0000000408 | 0.0000387471 | 0.0000005861 |

| RESUMEN DE INTENSIDADES EN W/m ² | | | | |
|---|-------------------------|--|--|---|
| Material: | CARTÓN CORRUGADO | | | |
| | | $dB = 10\log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ | | $I = I_0 * 10^{\frac{dB}{10}}$ |
| NÚMERO DE PLACA | NÚMERO DE PUNTO | RUIDO DE FONDO PROMEDIO W/m ² | RUIDO SIN INTERFERENCIA W/m ² | RUIDO CON DIFERENTES ESPESORES DE PLANCHAS W/m ² |
| 9 | Punto N°1 | 0.0000000159 | 0.0000289172 | 0.0000000668 |
| | Punto N°2 | 0.0000000339 | 0.0000330277 | 0.0000004818 |
| | Punto N°3 | 0.0000000086 | 0.0000393766 | 0.0000010159 |
| | Punto N°4 | 0.0000000159 | 0.0000274509 | 0.0000005527 |
| | Punto N°5 | 0.0000000058 | 0.0000351136 | 0.0000002344 |
| PROMEDIO | | 0.0000000160 | 0.0000327772 | 0.0000004703 |
| 10 | Punto N°1 | 0.0000000131 | 0.0000372452 | 0.0000002775 |
| | Punto N°2 | 0.0000000221 | 0.0000235712 | 0.0000003191 |
| | Punto N°3 | 0.0000000119 | 0.0000208958 | 0.0000001723 |
| | Punto N°4 | 0.0000000249 | 0.0000264750 | 0.0000002934 |
| | Punto N°5 | 0.0000000293 | 0.0000311260 | 0.0000003567 |
| PROMEDIO | | 0.0000000203 | 0.0000278627 | 0.0000002838 |

Fuente: Propia

Tabla N° 34. Resumen en W/m² del Fibrocemento a 686.9Hz.

| RESUMEN DE INTENSIDADES EN W/m ² | | | | |
|---|---------------------|--|--|---|
| Material: | FIBROCEMENTO | | | |
| | | $dB = 10\log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ | | $I = I_0 * 10^{\frac{dB}{10}}$ |
| NÚMERO DE PLANCHA | NÚMERO DE PUNTO | RUIDO DE FONDO PROMEDIO W/m ² | RUIDO SIN INTERFERENCIA W/m ² | RUIDO CON DIFERENTES ESPESORES DE PLANCHAS W/m ² |
| 1 | Punto N°1 | 0.0000000087 | 0.0001080989 | 0.0000009049 |
| | Punto N°2 | 0.0000000256 | 0.0001492905 | 0.0000065133 |
| | Punto N°3 | 0.0000000849 | 0.0001483405 | 0.0000144235 |
| | Punto N°4 | 0.0000000237 | 0.0001005874 | 0.0000010503 |
| | Punto N°5 | 0.0000000840 | 0.0001089110 | 0.0000021701 |
| PROMEDIO | | 0.0000000454 | 0.0001230457 | 0.0000050124 |
| 2 | Punto N°1 | 0.0000000132 | 0.0000873354 | 0.0000007652 |
| | Punto N°2 | 0.0000000583 | 0.0000673592 | 0.0000028849 |
| | Punto N°3 | 0.0000000116 | 0.0000566922 | 0.0000032881 |
| | Punto N°4 | 0.0000000369 | 0.0000482756 | 0.0000007130 |
| | Punto N°5 | 0.0000000496 | 0.0000844697 | 0.0000016278 |
| PROMEDIO | | 0.0000000339 | 0.0000688264 | 0.0000018558 |

Fuente: Propia

Tabla N° 35. Resumen en W/m² de Fibrocemento a 686.9Hz.

| RESUMEN DE INTENSIDADES EN W/m ² | | | | |
|--|-----------------|--|--|---|
| Material: | FIBROCEMENTO | | | |
| $dB = 10\log\left(\frac{I}{I_0}\right) \quad \longrightarrow \quad I = I_0 * 10^{\frac{dB}{10}}$ | | | | |
| NÚMERO DE PLANCHA | NÚMERO DE PUNTO | RUIDO DE FONDO PROMEDIO W/m ² | RUIDO SIN INTERFERENCIA W/m ² | RUIDO CON DIFERENTES ESPESESORES DE PLANCHAS W/m ² |
| 3 | Punto N°1 | 0.0000000301 | 0.0000760340 | 0.0000005687 |
| | Punto N°2 | 0.0000000151 | 0.0000581133 | 0.0000008640 |
| | Punto N°3 | 0.0000000291 | 0.0000431115 | 0.0000023330 |
| | Punto N°4 | 0.0000000508 | 0.0000574075 | 0.0000004255 |
| | Punto N°5 | 0.0000457072 | 0.0000359021 | 0.0000013334 |
| PROMEDIO | | 0.0000091665 | 0.0000541137 | 0.0000011050 |
| 4 | Punto N°1 | 0.0000000031 | 0.0000403446 | 0.0000003371 |
| | Punto N°2 | 0.0000000056 | 0.0000558075 | 0.0000006448 |
| | Punto N°3 | 0.0000000120 | 0.0000210129 | 0.0000023381 |
| | Punto N°4 | 0.0000008193 | 0.0000550102 | 0.0000002649 |
| | Punto N°5 | 0.0000000306 | 0.0000409928 | 0.0000013822 |
| PROMEDIO | | 0.0000001741 | 0.0000426336 | 0.0000009934 |
| 5 | Punto N°1 | 0.0000000202 | 0.0000227709 | 0.0000002154 |
| | Punto N°2 | 0.0000004047 | 0.0000277097 | 0.0000004583 |
| | Punto N°3 | 0.0000000576 | 0.0000342390 | 0.0000002606 |
| | Punto N°4 | 0.0000001222 | 0.0000217363 | 0.0000004880 |
| | Punto N°5 | 0.0000000123 | 0.0000457679 | 0.0000006234 |
| PROMEDIO | | 0.0000001234 | 0.0000304448 | 0.0000004091 |
| 6 | Punto N°1 | 0.0000000322 | 0.0000216525 | 0.0000002851 |
| | Punto N°2 | 0.0000000061 | 0.0000191252 | 0.0000004267 |
| | Punto N°3 | 0.0000000682 | 0.0000205233 | 0.0000005555 |
| | Punto N°4 | 0.0000000148 | 0.0000311029 | 0.0000011872 |
| | Punto N°5 | 0.0000000292 | 0.0000369815 | 0.0000011275 |
| PROMEDIO | | 0.0000000301 | 0.0000258771 | 0.0000007164 |
| 7 | Punto N°1 | 0.0000000155 | 0.0000164519 | 0.0000001840 |
| | Punto N°2 | 0.0000000078 | 0.0000185261 | 0.0000007113 |
| | Punto N°3 | 0.0000006577 | 0.0000084165 | 0.0000003071 |
| | Punto N°4 | 0.0000000044 | 0.0000335925 | 0.0000004634 |
| | Punto N°5 | 0.0000000130 | 0.0000244156 | 0.0000008180 |
| PROMEDIO | | 0.0000001397 | 0.0000202805 | 0.0000004968 |
| 8 | Punto N°1 | 0.0000000140 | 0.0000192578 | 0.0000001640 |
| | Punto N°2 | 0.0000000121 | 0.0000218399 | 0.0000004408 |
| | Punto N°3 | 0.0000000044 | 0.0000157879 | 0.0000028628 |
| | Punto N°4 | 0.0000000099 | 0.0000083805 | 0.0000002099 |
| | Punto N°5 | 0.0000000079 | 0.0000270630 | 0.0000003792 |
| PROMEDIO | | 0.0000000097 | 0.0000184658 | 0.0000008113 |

| RESUMEN DE INTENSIDADES EN W/m ² | | | | |
|--|-----------------|--|--|---|
| Material: | | FIBROCEMENTO | | |
| $dB = 10\log\left(\frac{I}{I_0}\right) \quad \longrightarrow \quad I = I_0 * 10^{\frac{dB}{10}}$ | | | | |
| NÚMERO DE PLANCHA | NÚMERO DE PUNTO | RUIDO DE FONDO PROMEDIO W/m ² | RUIDO SIN INTERFERENCIA W/m ² | RUIDO CON DIFERENTES ESPESORES DE PLANCHAS W/m ² |
| 9 | Punto N°1 | 0.0000000104 | 0.0000154449 | 0.0000028684 |
| | Punto N°2 | 0.0000001459 | 0.0000341619 | 0.0000016370 |
| | Punto N°3 | 0.0000000081 | 0.0000294929 | 0.0000003369 |
| | Punto N°4 | 0.0000000098 | 0.0000356509 | 0.0000002109 |
| | Punto N°5 | 0.0000000128 | 0.0000259056 | 0.0000002055 |
| PROMEDIO | | 0.0000000374 | 0.0000281312 | 0.0000010517 |
| 10 | Punto N°1 | 0.0000001142 | 0.0000128844 | 0.0000003972 |
| | Punto N°2 | 0.0000000391 | 0.0000110271 | 0.0000003638 |
| | Punto N°3 | 0.0000000787 | 0.0000120674 | 0.0000004786 |
| | Punto N°4 | 0.0000000358 | 0.0000186305 | 0.0000004185 |
| | Punto N°5 | 0.0000000061 | 0.0000177482 | 0.0000002475 |
| PROMEDIO | | 0.0000000548 | 0.0000144715 | 0.0000003811 |

Fuente: Propia

Tabla N° 36. Resumen en W/m² del PME a 686.9Hz.

| RESUMEN DE INTENSIDADES EN W/m ² | | | | |
|--|-----------------|--|--|---|
| Material: | | PAPEL MULTIPLIEGO EXTENSIBLE | | |
| $dB = 10\log\left(\frac{I}{I_0}\right) \quad \longrightarrow \quad I = I_0 * 10^{\frac{dB}{10}}$ | | | | |
| NÚMERO DE PLANCHA | NÚMERO DE PUNTO | RUIDO DE FONDO PROMEDIO W/m ² | RUIDO SIN INTERFERENCIA W/m ² | RUIDO CON DIFERENTES ESPESORES DE PLANCHAS W/m ² |
| 1 | Punto N°1 | 0.0000000138 | 0.0000117287 | 0.0000003968 |
| 2 | Punto N°1 | 0.0000003052 | 0.0000093660 | 0.0000002792 |
| 3 | Punto N°1 | 0.0000000095 | 0.0000086757 | 0.0000001787 |
| 4 | Punto N°1 | 0.0000000137 | 0.0000057832 | 0.0000001260 |
| 5 | Punto N°1 | 0.0000000581 | 0.0000060704 | 0.0000000649 |

Fuente: Propia

Tabla N° 37. Resumen en decibeles de Yeso Laminado a 686.9Hz.

| RESUMEN DE INTENSIDADES EN dB | | | | |
|--------------------------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------------|---|
| Material: | YESO LAMINADO | | | |
| NÚMERO DE PLANCHA | NÚMERO DE PUNTO | RUIDO DE FONDO | RUIDO SIN INTERFERENCIA | RUIDO CON DIFERENTES ESPESORES DE PLACAS |
| 1 | Punto N°1 | 46.200 | 81.167 | 56.600 |
| | Punto N°2 | 44.056 | 76.033 | 59.811 |
| | Punto N°3 | 41.978 | 80.111 | 59.944 |
| | Punto N°4 | 48.111 | 81.467 | 60.367 |
| | Punto N°5 | 56.589 | 81.189 | 59.067 |
| PROMEDIO | | 47.387 | 79.993 | 59.158 |
| 2 | Punto N°1 | 51.411 | 72.378 | 54.989 |
| | Punto N°2 | 47.644 | 75.078 | 57.833 |
| | Punto N°3 | 44.278 | 72.044 | 56.611 |
| | Punto N°4 | 37.333 | 75.122 | 54.378 |
| | Punto N°5 | 41.911 | 75.089 | 57.822 |
| PROMEDIO | | 44.516 | 73.942 | 56.327 |
| 3 | Punto N°1 | 46.411 | 72.178 | 55.044 |
| | Punto N°2 | 54.211 | 73.556 | 58.933 |
| | Punto N°3 | 44.811 | 73.878 | 58.900 |
| | Punto N°4 | 43.111 | 74.467 | 52.778 |
| | Punto N°5 | 48.644 | 75.189 | 54.644 |
| PROMEDIO | | 47.438 | 73.853 | 56.060 |
| 4 | Punto N°1 | 51.767 | 73.133 | 55.833 |
| | Punto N°2 | 54.589 | 72.967 | 56.956 |
| | Punto N°3 | 42.489 | 74.178 | 55.600 |
| | Punto N°4 | 40.356 | 73.611 | 56.822 |
| | Punto N°5 | 41.167 | 72.189 | 51.589 |
| PROMEDIO | | 46.073 | 73.216 | 55.360 |
| 5 | Punto N°1 | 38.244 | 69.300 | 51.989 |
| | Punto N°2 | 35.967 | 70.978 | 50.889 |
| | Punto N°3 | 35.633 | 71.856 | 52.433 |
| | Punto N°4 | 42.144 | 67.822 | 51.422 |
| | Punto N°5 | 37.122 | 69.578 | 53.033 |
| PROMEDIO | | 37.822 | 69.907 | 51.953 |
| 6 | Punto N°1 | 44.300 | 73.144 | 51.078 |
| | Punto N°2 | 41.156 | 72.089 | 55.878 |
| | Punto N°3 | 40.811 | 72.933 | 51.111 |
| | Punto N°4 | 38.411 | 70.911 | 56.833 |
| | Punto N°5 | 39.844 | 70.622 | 54.567 |
| PROMEDIO | | 40.904 | 71.940 | 53.893 |
| 7 | Punto N°1 | 39.378 | 70.156 | 51.078 |
| | Punto N°2 | 42.667 | 71.178 | 49.878 |
| | Punto N°3 | 41.067 | 69.822 | 48.300 |
| | Punto N°4 | 40.667 | 68.911 | 56.833 |
| | Punto N°5 | 37.489 | 69.667 | 53.033 |
| PROMEDIO | | 40.253 | 69.947 | 51.824 |

Fuente: Propia

Tabla N° 38. Resumen en decibeles del Yeso Laminado a 686.9Hz.

| RESUMEN DE INTENSIDADES EN dB | | | | |
|--------------------------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------------|--|
| Material: | YESO LAMINADO | | | |
| NÚMERO DE PLANCHA | NÚMERO DE PUNTO | RUIDO DE FONDO | RUIDO SIN INTERFERENCIA | RUIDO CON DIFERENTES ESPEORES DE PLACAS |
| 8 | Punto N°1 | 41.967 | 70.067 | 49.511 |
| | Punto N°2 | 37.733 | 69.767 | 51.356 |
| | Punto N°3 | 40.944 | 69.433 | 48.444 |
| | Punto N°4 | 38.200 | 67.433 | 53.067 |
| | Punto N°5 | 38.822 | 67.244 | 50.100 |
| PROMEDIO | | 39.533 | 68.789 | 50.496 |
| 9 | Punto N°1 | 46.511 | 69.422 | 50.622 |
| | Punto N°2 | 41.744 | 70.267 | 51.856 |
| | Punto N°3 | 42.444 | 69.756 | 51.233 |
| | Punto N°4 | 46.133 | 69.467 | 50.967 |
| | Punto N°5 | 40.356 | 68.422 | 52.744 |
| PROMEDIO | | 43.438 | 69.467 | 51.484 |
| 10 | Punto N°1 | 43.111 | 70.111 | 50.367 |
| | Punto N°2 | 48.422 | 70.111 | 52.367 |
| | Punto N°3 | 49.433 | 68.733 | 50.000 |
| | Punto N°4 | 44.856 | 71.100 | 55.167 |
| | Punto N°5 | 42.167 | 68.011 | 54.256 |
| PROMEDIO | | 45.598 | 69.613 | 52.431 |

Fuente: Propia

Tabla N° 39. Resumen en Decibeles del Cartón corrugado a 686.9Hz.

| RESUMEN EN DB | | | | |
|--------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--|
| MATERIAL: | CARTÓN CORRUGADO | | | |
| NÚMERO DE PLANCHA | NÚMERO DE PUNTO | RUIDO DE FONDO PROMEDIO | RUIDO SIN INTERFERENCIA | RUIDO CON DIFERENTES ESPEORES DE PLACAS |
| 1 | Punto N°1 | 48.611 | 81.856 | 67.778 |
| | Punto N°2 | 49.256 | 82.478 | 69.767 |
| | Punto N°3 | 46.167 | 82.522 | 66.967 |
| | Punto N°4 | 40.789 | 82.156 | 69.100 |
| | Punto N°5 | 43.333 | 81.856 | 67.100 |
| PROMEDIO | | 45.631 | 82.173 | 68.142 |
| 2 | Punto N°1 | 46.244 | 79.900 | 69.878 |
| | Punto N°2 | 47.800 | 81.989 | 64.467 |
| | Punto N°3 | 49.711 | 81.633 | 69.578 |
| | Punto N°4 | 54.256 | 80.578 | 63.714 |
| | Punto N°5 | 44.579 | 79.700 | 63.189 |
| PROMEDIO | | 48.518 | 80.760 | 66.165 |

Fuente: Propia

Tabla N° 40. Resumen en decibeles del Cartón Corrugado a 686.9Hz.

| RESUMEN EN DB | | | | |
|----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--|
| MATERIAL: | CARTÓN CORRUGADO | | | |
| NÚMERO DE PLANCHA | NÚMERO DE PUNTO | RUIDO DE FONDO PROMEDIO | RUIDO SIN INTERFERENCIA | RUIDO CON DIFERENTES ESPESORES DE PLACAS |
| 3 | Punto N°1 | 47.011 | 79.500 | 64.133 |
| | Punto N°2 | 43.722 | 80.822 | 67.356 |
| | Punto N°3 | 44.233 | 81.167 | 68.600 |
| | Punto N°4 | 48.078 | 78.700 | 60.789 |
| | Punto N°5 | 43.967 | 78.378 | 63.522 |
| PROMEDIO | | 45.402 | 79.713 | 64.880 |
| 4 | Punto N°1 | 48.200 | 78.556 | 60.089 |
| | Punto N°2 | 44.200 | 78.722 | 62.722 |
| | Punto N°3 | 47.044 | 78.311 | 63.600 |
| | Punto N°4 | 40.833 | 79.778 | 64.489 |
| | Punto N°5 | 43.989 | 79.278 | 62.489 |
| PROMEDIO | | 44.853 | 78.929 | 62.678 |
| 5 | Punto N°1 | 45.489 | 77.033 | 62.322 |
| | Punto N°2 | 42.289 | 75.500 | 56.967 |
| | Punto N°3 | 44.867 | 76.900 | 59.356 |
| | Punto N°4 | 39.389 | 78.333 | 59.322 |
| | Punto N°5 | 45.500 | 78.689 | 58.956 |
| PROMEDIO | | 43.507 | 77.291 | 59.384 |
| 6 | Punto N°1 | 39.033 | 76.211 | 56.078 |
| | Punto N°2 | 37.733 | 76.100 | 59.044 |
| | Punto N°3 | 37.089 | 76.322 | 54.933 |
| | Punto N°4 | 52.989 | 76.567 | 60.778 |
| | Punto N°5 | 38.222 | 78.133 | 56.889 |
| PROMEDIO | | 41.013 | 76.667 | 57.544 |
| 7 | Punto N°1 | 38.767 | 75.967 | 55.733 |
| | Punto N°2 | 42.100 | 76.633 | 56.800 |
| | Punto N°3 | 43.622 | 75.756 | 52.378 |
| | Punto N°4 | 41.356 | 75.478 | 59.144 |
| | Punto N°5 | 50.467 | 76.811 | 60.533 |
| PROMEDIO | | 43.262 | 76.129 | 56.918 |
| 8 | Punto N°1 | 45.933 | 75.933 | 54.278 |
| | Punto N°2 | 43.178 | 74.378 | 58.556 |
| | Punto N°3 | 41.911 | 75.522 | 53.956 |
| | Punto N°4 | 41.222 | 76.270 | 54.367 |
| | Punto N°5 | 39.544 | 76.778 | 60.700 |
| PROMEDIO | | 42.358 | 75.776 | 56.371 |
| 9 | Punto N°1 | 38.389 | 74.611 | 47.478 |
| | Punto N°2 | 45.178 | 75.144 | 56.767 |
| | Punto N°3 | 37.144 | 75.922 | 59.522 |
| | Punto N°4 | 41.911 | 74.333 | 56.989 |
| | Punto N°5 | 36.389 | 75.444 | 53.444 |
| PROMEDIO | | 39.802 | 75.091 | 54.840 |

| RESUMEN EN DB | | | | |
|----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--|
| MATERIAL: | CARTÓN CORRUGADO | | | |
| NÚMERO DE PLANCHA | NÚMERO DE PUNTO | RUIDO DE FONDO PROMEDIO | RUIDO SIN INTERFERENCIA | RUIDO CON DIFERENTES ESPESORES DE PLACAS |
| 10 | Punto N°1 | 39.989 | 75.689 | 53.311 |
| | Punto N°2 | 40.767 | 73.356 | 55.011 |
| | Punto N°3 | 38.833 | 73.100 | 51.389 |
| | Punto N°4 | 43.667 | 74.211 | 54.433 |
| | Punto N°5 | 43.722 | 74.911 | 55.233 |
| PROMEDIO | | 41.396 | 74.253 | 53.876 |

Fuente: Propia

Tabla N° 41. Resumen en Decibeles del Fibrocemento a 686.9Hz.

| RESUMEN DE INTENSIDADES EN dB | | | | |
|--------------------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|--|
| Material: | FIBROCEMENTO | | | |
| NÚMERO DE PLANCHA | NÚMERO DE PUNTO | RUIDO DE FONDO PROMEDIO | RUIDO SIN INTERFERENCIA | RUIDO CON DIFERENTES ESPESORES DE PLACAS |
| 1 | Punto N°1 | 39.244 | 80.144 | 58.989 |
| | Punto N°2 | 43.889 | 81.722 | 67.678 |
| | Punto N°3 | 46.789 | 81.711 | 71.567 |
| | Punto N°4 | 43.467 | 80.011 | 59.944 |
| | Punto N°5 | 48.389 | 80.367 | 63.322 |
| PROMEDIO | | 44.356 | 80.791 | 64.300 |
| 2 | Punto N°1 | 39.844 | 79.411 | 58.533 |
| | Punto N°2 | 44.478 | 78.222 | 64.578 |
| | Punto N°3 | 40.156 | 77.467 | 65.156 |
| | Punto N°4 | 42.389 | 76.722 | 58.178 |
| | Punto N°5 | 43.556 | 79.267 | 61.722 |
| PROMEDIO | | 42.084 | 78.218 | 61.633 |
| 3 | Punto N°1 | 42.856 | 78.800 | 56.922 |
| | Punto N°2 | 41.500 | 77.633 | 58.811 |
| | Punto N°3 | 42.244 | 76.344 | 63.322 |
| | Punto N°4 | 45.900 | 77.589 | 56.178 |
| | Punto N°5 | 76.433 | 71.156 | 60.889 |
| PROMEDIO | | 49.787 | 76.304 | 59.224 |
| 4 | Punto N°1 | 34.378 | 76.044 | 55.211 |
| | Punto N°2 | 37.000 | 77.467 | 57.920 |
| | Punto N°3 | 40.100 | 73.033 | 63.578 |
| | Punto N°4 | 51.078 | 77.378 | 54.178 |
| | Punto N°5 | 44.344 | 75.856 | 61.267 |
| PROMEDIO | | 41.380 | 75.956 | 58.431 |

Fuente: Propia

Tabla N° 42. Resumen en decibeles. Fibrocemento a 686.9Hz.

| RESUMEN DE INTENSIDADES EN dB | | | | |
|--------------------------------------|------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---|
| Material: | FIBROCEMENTO | | | |
| NÚMERO DE PLANCHA | NÚMERO DE PUNTO | RUIDO DE FONDO PROMEDIO | RUIDO SIN INTERFERENCIA | RUIDO CON DIFERENTES ESPESORES DE PLACAS |
| 5 | Punto N°1 | 38.333 | 73.267 | 53.289 |
| | Punto N°2 | 49.800 | 74.311 | 56.567 |
| | Punto N°3 | 40.878 | 75.211 | 53.944 |
| | Punto N°4 | 44.811 | 73.222 | 56.656 |
| | Punto N°5 | 38.967 | 75.889 | 57.822 |
| PROMEDIO | | 42.558 | 74.380 | 55.656 |
| 6 | Punto N°1 | 43.478 | 73.189 | 53.322 |
| | Punto N°2 | 37.367 | 72.811 | 56.167 |
| | Punto N°3 | 44.433 | 72.678 | 57.422 |
| | Punto N°4 | 40.711 | 74.911 | 60.667 |
| | Punto N°5 | 42.633 | 75.656 | 60.433 |
| PROMEDIO | | 41.724 | 73.849 | 57.602 |
| 7 | Punto N°1 | 38.078 | 71.644 | 52.544 |
| | Punto N°2 | 36.422 | 72.667 | 58.289 |
| | Punto N°3 | 48.033 | 69.089 | 54.778 |
| | Punto N°4 | 34.633 | 75.233 | 56.489 |
| | Punto N°5 | 40.744 | 73.556 | 58.967 |
| PROMEDIO | | 39.582 | 72.438 | 56.213 |
| 8 | Punto N°1 | 38.989 | 72.689 | 52.078 |
| | Punto N°2 | 38.400 | 73.322 | 55.500 |
| | Punto N°3 | 36.256 | 71.956 | 64.411 |
| | Punto N°4 | 38.644 | 69.167 | 53.089 |
| | Punto N°5 | 37.267 | 74.311 | 55.544 |
| PROMEDIO | | 37.911 | 72.289 | 56.124 |
| 9 | Punto N°1 | 39.489 | 71.800 | 64.311 |
| | Punto N°2 | 46.933 | 75.157 | 62.133 |
| | Punto N°3 | 38.900 | 74.678 | 55.244 |
| | Punto N°4 | 38.689 | 72.511 | 53.011 |
| | Punto N°5 | 40.789 | 74.133 | 53.111 |
| PROMEDIO | | 40.960 | 73.656 | 57.562 |
| 10 | Punto N°1 | 48.333 | 71.044 | 55.833 |
| | Punto N°2 | 43.067 | 70.289 | 54.400 |
| | Punto N°3 | 48.510 | 70.756 | 56.722 |
| | Punto N°4 | 42.144 | 72.189 | 55.778 |
| | Punto N°5 | 37.211 | 72.411 | 53.600 |
| PROMEDIO | | 43.853 | 71.338 | 55.267 |

Fuente: Propia

Tabla N° 43. Resumen en decibeles de PME a 686.9Hz.

| RESUMEN DE INTENSIDADES EN dB | | | |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|---|
| MATERIAL: | PAPEL MULTIPLIEGO EXTENSIBLE | | |
| NÚMERO DE PLANCHA | RUIDO DE FONDO (dB) | RUIDO SIN INTERFERENCIA (dB) | RUIDO CON DIFERENTES ESPESORES DE PLACAS (dB) |
| 1 | 37.789 | 70.378 | 55.911 |
| 2 | 51.200 | 69.711 | 54.278 |
| 3 | 39.767 | 69.367 | 52.433 |
| 4 | 39.622 | 67.467 | 49.722 |
| 5 | 47.089 | 67.789 | 47.578 |

Fuente: Propia

c) Análisis de la Prueba

Una vez promediados estos los valores según el tipo de ruido se colocan en un cuadro resumido para facilitar el trabajo.

Se saca el resumen de los datos en decibeles para poder hallar luego el coeficiente de absorción de los materiales y en intensidades (w/m2) para poder ver después el comportamiento de la onda sonora con respecto al espesor del material.

3.5.5. Procedimiento N°05:

Agrupación de Promedios de Datos en Decibeles para hallar el porcentaje de absorción de los muros rellenos con su respectivo material:

a) Procesamiento o Cálculos de la Prueba.

FIG. N° 43. Paso 1

| | | |
|--|----------------------|---------------------|
|  Muro con Carton | 24/10/2016 01:23 ... | Carpeta de archivos |
|  Muro con papel | 24/10/2016 01:22 ... | Carpeta de archivos |
|  Muro sin relleno | 24/10/2016 01:21 ... | Carpeta de archivos |

Fuente: Propia

Primero: Se agrupan por carpeta los siguientes datos, Muro sin relleno, Muro relleno con Papel Multipliego extensible y Muro relleno con Cartón Corrugado.

FIG. N° 44 Paso 2.

| | | | | |
|--------------------------|--|-----------|----------------------|---------------------|
| <input type="checkbox"/> | | PUNTO N°1 | 23/10/2016 02:29 ... | Carpeta de archivos |
| | | PUNTO N°2 | 23/10/2016 02:29 ... | Carpeta de archivos |
| | | PUNTO N°3 | 23/10/2016 02:29 ... | Carpeta de archivos |

Fuente: Propia

Segundo: Se agrupan en tres puntos. Estas carpetas deben haber en cada carpeta de la Tabla. N°44.

FIG. N° 45. Paso 3

| | | | |
|--|-------------------------|-----------------------|---------------------|
| | Ruido de fondo | 10/11/2016 09:24 a... | Carpeta de archivos |
| | Ruido sin interferencia | 03/11/2016 01:29 ... | Carpeta de archivos |
| | ruido y material | 03/11/2016 01:29 ... | Carpeta de archivos |

Fuente: Propia

Tercero: Se agrupan los datos en: Ruido de fondo, Ruido sin Interferencia y Ruido con Muro. Estas tres carpetas deben estar dentro de cada carpeta de la FIG. N° 59.

FIG. N° 46.Paso 4

| | | | | |
|--|-----------|----------------------|----------------------|-------|
| | 1479.xlsx | 20/10/2016 07:57 ... | Hoja de cálculo d... | 12 KB |
| | 1480.xlsx | 20/10/2016 07:58 ... | Hoja de cálculo d... | 12 KB |
| | 1481.xlsx | 20/10/2016 07:58 ... | Hoja de cálculo d... | 12 KB |
| | cx.xlsx | 03/11/2016 01:28 ... | Hoja de cálculo d... | 10 KB |

**Promedio de los tres
archivos anteriores**

Fuente: Propia

Cuarto: Los tres datos de Excel se promedian en un solo archivo. Dicho promedio, se vuelve a colocar en una sola hoja Excel para obtener el resumen de estos datos. Como se observa en las Tablas N° 45, 36 y 47.

b) Diagramas o Tablas

Tabla N° 44. Resumen en Decibeles del Muro sin relleno a 686.9Hz.

| RESUMEN EN dB | | | | |
|----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--|
| Material: | MURO SIN RELLENO | | | |
| NÚMERO DE PLANCHA | NÚMERO DE PUNTO | RUIDO DE FONDO PROMEDIO | RUIDO SIN INTERFERENCIA | RUIDO CON DIFERENTES ESPESORES DE PLACAS |
| 1 | Punto N°1 | 43.833 | 72.167 | 56.644 |
| | Punto N°2 | 40.056 | 72.222 | 57.056 |
| | Punto N°3 | 41.633 | 71.022 | 53.489 |
| PROMEDIO | | 41.841 | 71.804 | 55.730 |

Fuente: Propia

Tabla N° 45. Resumen en Decibeles del Muro relleno con CC a 686.9Hz.

| RESUMEN EN dB | | | | |
|----------------------|--|-------------------------|-------------------------|--|
| Material: | MURO RELLENO CON CARTÓN CORRUGADO | | | |
| NÚMERO DE PLANCHA | NÚMERO DE PUNTO | RUIDO DE FONDO PROMEDIO | RUIDO SIN INTERFERENCIA | RUIDO CON DIFERENTES ESPESORES DE PLACAS |
| 1 | Punto N°1 | 46.244 | 70.533 | 52.544 |
| | Punto N°2 | 43.500 | 70.889 | 52.433 |
| | Punto N°3 | 42.133 | 69.700 | 52.478 |
| PROMEDIO | | 43.959 | 70.374 | 52.485 |

Fuente: Propia

Tabla N° 46. Resumen en Decibeles del Muro relleno con PME a 686.9Hz.

| RESUMEN EN dB | | | | |
|----------------------|--|-------------------------|-------------------------|--|
| Material: | MURO RELLENO CON PAPEL MULTIPLIEGO EXTENSIBLE | | | |
| NÚMERO DE PLANCHA | NÚMERO DE PUNTO | RUIDO DE FONDO PROMEDIO | RUIDO SIN INTERFERENCIA | RUIDO CON DIFERENTES ESPESORES DE PLACAS |
| 1 | Punto N°1 | 45.733 | 70.089 | 54.022 |
| | Punto N°2 | 46.889 | 71.556 | 55.689 |
| | Punto N°3 | 37.589 | 70.000 | 51.689 |
| PROMEDIO | | 43.404 | 70.548 | 53.800 |

Fuente: Propia

c) Análisis de la Prueba

Se Hace un resumen de los valores en decibeles de los datos para poder observar el porcentaje de absorción de los muros sin relleno, relleno con Cartón Corrugado y relleno con Papel Multipliego Extensible.

3.5.6. Procedimiento N°06:

Resta del ruido de Fondo con el ruido luego de los diferentes espesores de los materiales en intensidades y en decibeles:

a) Procesamiento o Cálculos de la Prueba.

- Se realiza la resta de los promedio de los ruidos de fondo con los promedio de los Ruidos con diferentes espesores de materiales.

$$Ruido\ absorbido = Ruido\ sin\ Interf. - Ruido\ con\ dif.\ esp.\ de\ materiales$$

b) Diagramas o Tablas

Tabla N° 47. Ruido Absorbido del YL.

| RESUMEN DE INTENSIDADES EN W/M2 | | | | |
|---|-----------------|--|-----------------------|------------------|
| Material: | YESO LAMINADO | | | |
| $dB = 10\log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ | |  $I = I_0 * 10^{\frac{dB}{10}}$ | | |
| | NÚMERO DE PLACA | RUIDO SIN INTERFERENCIA | RUIDO CON UNA PLANCHA | UNIDADES |
| PROMEDIO | 1 | 0.0001132487 | 0.0000009988 | w/m ² |
| PROMEDIO | 2 | 0.0000261709 | 0.0000004793 | w/m ² |
| PROMEDIO | 3 | 0.0000249451 | 0.0000004986 | w/m ² |
| PROMEDIO | 4 | 0.0000218571 | 0.0000004071 | w/m ² |
| PROMEDIO | 5 | 0.0000106466 | 0.0000001648 | w/m ² |
| PROMEDIO | 6 | 0.0000161239 | 0.0000003145 | w/m ² |
| PROMEDIO | 7 | 0.0000106048 | 0.0000001304 | w/m ² |
| PROMEDIO | 8 | 0.0000081173 | 0.0000001773 | w/m ² |
| PROMEDIO | 9 | 0.0000083834 | 0.0000001600 | w/m ² |
| PROMEDIO | 10 | 0.0000097270 | 0.0000002004 | w/m ² |

Fuente: Propia

Tabla N° 48. Ruido Absorbido del CC.

| RESUMEN EN W/m ² | | | | |
|---|-------------------------|--|-----------------------|------------------|
| Material: | CARTÓN CORRUGADO | | | |
| $dB = 10\log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ | |  $I = I_0 * 10^{\frac{dB}{10}}$ | | |
| | NÚMERO DE PLACAS | RUIDO SIN INTERFERENCIA | RUIDO CON UNA PLANCHA | UNIDADES |
| PROMEDIO | 1 | 0.0001656476 | 0.0000068738 | w/m ² |
| PROMEDIO | 2 | 0.0001222851 | 0.0000058009 | w/m ² |
| PROMEDIO | 3 | 0.0000978368 | 0.0000041347 | w/m ² |
| PROMEDIO | 4 | 0.0000792919 | 0.0000020963 | w/m ² |
| PROMEDIO | 5 | 0.0000557224 | 0.0000012377 | w/m ² |
| PROMEDIO | 6 | 0.0000482452 | 0.0000006639 | w/m ² |
| PROMEDIO | 7 | 0.0000415473 | 0.0000006252 | w/m ² |
| PROMEDIO | 8 | 0.0000387471 | 0.0000005861 | w/m ² |
| PROMEDIO | 9 | 0.0000327772 | 0.0000004703 | w/m ² |
| PROMEDIO | 10 | 0.0000278627 | 0.0000002838 | w/m ² |

Fuente: Propia

Tabla N° 49. Ruido Absorbido del Fibrocemento a 686.9Hz.

| RESUMEN EN W/m ² | | | | |
|---|---------------------|---|--|------------------|
| Material: | FIBROCEMENTO | | | |
| $dB = 10\log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ | |  $I = I_0 * 10^{\frac{dB}{10}}$ | | |
| | NÚMERO DE PLACA | RUIDO SIN INTERFERENCIA | RUIDO CON DIFERENTES ESPESORES DE PLANCHAS | UNIDADES |
| PROMEDIO | 1 | 0.0001230457 | 0.0000050124 | w/m ² |
| PROMEDIO | 2 | 0.0000688264 | 0.0000018558 | w/m ² |
| PROMEDIO | 3 | 0.0000541137 | 0.0000011050 | w/m ² |
| PROMEDIO | 4 | 0.0000426336 | 0.0000009934 | w/m ² |
| PROMEDIO | 5 | 0.0000304448 | 0.0000004091 | w/m ² |
| PROMEDIO | 6 | 0.0000258771 | 0.0000007164 | w/m ² |
| PROMEDIO | 7 | 0.0000202805 | 0.0000004968 | w/m ² |
| PROMEDIO | 8 | 0.0000184658 | 0.0000008113 | w/m ² |
| PROMEDIO | 9 | 0.0000281312 | 0.0000010517 | w/m ² |
| PROMEDIO | 10 | 0.0000144715 | 0.0000003811 | w/m ² |

Fuente: Propia

Tabla N° 50. Ruido Absorbido del PME a 686.9Hz.

| RESUMEN EN W/m ² | | | | |
|--|-----------------|------------------------------|--|------------------|
| Material: | | PAPEL MULTIPLIEGO EXTENSIBLE | | |
| $dB = 10\log\left(\frac{I}{I_0}\right) \longrightarrow I = I_0 * 10^{\frac{dB}{10}}$ | | | | |
| NÚMERO DE PLANCHA | NÚMERO DE PUNTO | RUIDO SIN INTERFERENCIA | RUIDO CON DIFERENTES ESPESORES DE PLACAS | UNIDADES |
| 1 | Punto N°1 | 0.0000117287 | 0.0000003968 | w/m ² |
| 2 | Punto N°1 | 0.0000093660 | 0.0000002792 | w/m ² |
| 3 | Punto N°1 | 0.0000086757 | 0.0000001787 | w/m ² |
| 4 | Punto N°1 | 0.0000057832 | 0.0000001260 | w/m ² |
| 5 | Punto N°1 | 0.0000060704 | 0.0000000649 | w/m ² |

Fuente: Propia

Tabla N° 51. Diferencia en Decibeles del YL a 686.9Hz

| DIFERENCIA EN dB | | |
|-------------------|-----------------|----------------------|
| Material: | | YESO LAMINADO |
| NÚMERO DE PLANCHA | NÚMERO DE PLACA | RUIDO ABSORBIDO (dB) |
| PROMEDIO | 1 | 20.84 |
| PROMEDIO | 2 | 17.62 |
| PROMEDIO | 3 | 17.79 |
| PROMEDIO | 4 | 17.86 |
| PROMEDIO | 5 | 17.95 |
| PROMEDIO | 6 | 18.05 |
| PROMEDIO | 7 | 18.12 |
| PROMEDIO | 8 | 18.29 |
| PROMEDIO | 9 | 17.98 |
| PROMEDIO | 10 | 17.18 |

Fuente: Propia

Tabla N° 52. Diferencia en Decibeles del CC a 686.9Hz.

| DIFERENCIA EN dB | | | |
|-------------------------|-------------------------|-----------------|----------|
| MATERIAL: | CARTÓN CORRUGADO | | |
| NÚMERO DE PLANCHA | NÚMERO DE PLACA | RUIDO ABSORBIDO | UNIDADES |
| PROMEDIO | 1 | 14.03 | dB |
| PROMEDIO | 2 | 14.60 | dB |
| PROMEDIO | 3 | 14.83 | dB |
| PROMEDIO | 4 | 16.25 | dB |
| PROMEDIO | 5 | 17.91 | dB |
| PROMEDIO | 6 | 19.12 | dB |
| PROMEDIO | 7 | 19.21 | dB |
| PROMEDIO | 8 | 19.41 | dB |
| PROMEDIO | 9 | 20.25 | dB |
| PROMEDIO | 10 | 20.38 | dB |

Fuente: Propia

Tabla N° 53. Diferencia en Decibeles del FC a 686.9Hz.

| DIFERENCIA EN dB | | | |
|-------------------------|---------------------|----------------------|----------|
| Material: | FIBROCEMENTO | | |
| NÚMERO DE PLANCHA | NÚMERO DE PLANCHA | RUIDO ABSORBIDO (dB) | UNIDADES |
| PROMEDIO | 1 | 16.49 | dB |
| PROMEDIO | 2 | 16.58 | dB |
| PROMEDIO | 3 | 17.08 | dB |
| PROMEDIO | 4 | 17.52 | dB |
| PROMEDIO | 5 | 18.72 | dB |
| PROMEDIO | 6 | 16.25 | dB |
| PROMEDIO | 7 | 16.22 | dB |
| PROMEDIO | 8 | 16.16 | dB |
| PROMEDIO | 9 | 16.09 | dB |
| PROMEDIO | 10 | 16.07 | dB |

Fuente: Propia

Tabla N° 54. Diferencia en Decibeles del PME a 686.9Hz.

| DIFERENCIA EN DECIBELES | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|-----------------|
| MATERIAL: | PAPEL MULTIPLIEGO EXTENSIBLE | |
| NÚMERO DE PLANCHA | RUIDO ABSORBIDO | UNIDADES |
| 1 | 14.47 | dB |
| 2 | 15.43 | dB |
| 3 | 16.93 | dB |
| 4 | 17.74 | dB |
| 5 | 20.21 | dB |

Fuente: Propia

c) Análisis de Prueba

Las tablas de los datos en W/m² nos proporcionan un resumen de los ruidos sin interferencia y ruido con diferentes espesores para cada número de placa de un material.

En tanto la resta en decibeles nos sirve para hacer una relación entre el ruido sin interferencia y el ruido absorbido o la resta antes mencionada y así finalmente calcular el coeficiente de absorción.

3.5.7. Procedimiento N°08:

Relación de Ruido sin Interferencia con Ruido Absorbido en Decibeles:

a) Procesamiento o Cálculos de la Prueba.

$$\text{Coeficiente de Absorción Acústica} = \frac{\text{Ruido Absorbido (dB)}}{\text{Ruido sin Interferencia (dB)}}$$

b) Diagramas o Tablas

Tabla N° 55. Ruido sin interferencia-Ruido Absorbido del YL

| DIFERENCIA EN dB | | | |
|-------------------------|----------------------|------------------------------|----------------------|
| Material: | YESO LAMINADO | | |
| NÚMERO DE PLANCHA | NÚMERO DE PLACA | RUIDO SIN INTERFERENCIA (dB) | RUIDO ABSORBIDO (dB) |
| PROMEDIO | 1 | 79.993 | 20.84 |
| PROMEDIO | 2 | 73.942 | 17.62 |
| PROMEDIO | 3 | 73.853 | 17.79 |
| PROMEDIO | 4 | 73.216 | 17.86 |
| PROMEDIO | 5 | 69.907 | 17.95 |
| PROMEDIO | 6 | 71.940 | 18.05 |
| PROMEDIO | 7 | 69.947 | 18.12 |
| PROMEDIO | 8 | 68.789 | 18.29 |
| PROMEDIO | 9 | 69.467 | 17.98 |
| PROMEDIO | 10 | 69.613 | 17.18 |

Fuente: Propia

Tabla N° 56. Ruido sin Interferencia-Ruido Absorbido del CC.

| DIFERENCIA EN dB | | | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|----------|
| MATERIAL: | CARTÓN CORRUGADO | | | |
| NÚMERO DE PLANCHA | NÚMERO DE PLACA | RUIDO SIN INTERFERENCIA | RUIDO ABSORBIDO | UNIDADES |
| PROMEDIO | 1 | 82.173 | 14.03 | dB |
| PROMEDIO | 2 | 80.760 | 14.60 | dB |
| PROMEDIO | 3 | 79.713 | 14.83 | dB |
| PROMEDIO | 4 | 78.929 | 16.25 | dB |
| PROMEDIO | 5 | 77.291 | 17.91 | dB |
| PROMEDIO | 6 | 76.667 | 19.12 | dB |
| PROMEDIO | 7 | 76.129 | 19.21 | dB |
| PROMEDIO | 8 | 75.776 | 19.41 | dB |
| PROMEDIO | 9 | 75.091 | 20.25 | dB |
| PROMEDIO | 10 | 74.253 | 20.38 | dB |

Fuente: Propia

Tabla N° 57. Ruido sin Interferencia-Ruido Absorbido del PME

| DIFERENCIA EN DECIBELES | | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|------------------------|-----------------|
| MATERIAL: | PAPEL MULTIPLIEGO EXTENSIBLE | | |
| NÚMERO DE PLANCHA | RUIDO SIN INTERFERENCIA | RUIDO ABSORBIDO | UNIDADES |
| 1 | 70.37777778 | 14.47 | dB |
| 2 | 69.71111111 | 15.43 | dB |
| 3 | 69.36666667 | 16.93 | dB |
| 4 | 67.46666667 | 17.74 | dB |
| 5 | 67.78888889 | 20.21 | dB |

Fuente: Propia

Tabla N° 58. Ruido sin Interferencia-Ruido Absorbido del FC

| DIFERENCIA EN dB | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------------|------------------------|-----------------|
| Material: | FIBROCEMENTO | | | |
| NÚMERO DE PLANCHA | NÚMERO DE PLANCHA | RUIDO SIN INTERFERENCIA | RUIDO ABSORBIDO | UNIDADES |
| PROMEDIO | 1 | 80.791 | 16.49 | dB |
| PROMEDIO | 2 | 78.218 | 16.58 | dB |
| PROMEDIO | 3 | 76.304 | 17.08 | dB |
| PROMEDIO | 4 | 75.956 | 17.52 | dB |
| PROMEDIO | 5 | 74.380 | 18.72 | dB |
| PROMEDIO | 6 | 73.849 | 16.25 | dB |
| PROMEDIO | 7 | 72.438 | 16.22 | dB |
| PROMEDIO | 8 | 72.289 | 16.16 | dB |
| PROMEDIO | 9 | 73.656 | 16.09 | dB |
| PROMEDIO | 10 | 71.338 | 16.07 | dB |

Fuente: Propia

c) Análisis de la Prueba

Este procedimiento se realiza con el fin de determinar el coeficiente de absorción de los materiales estudiados.

3.5.8. Procedimiento N°09:

Toma de datos para la Temperatura Ambiente:

a) Procesamiento o Cálculos de la Prueba.

- Se utiliza un termómetro Ambiental.
- Se toman 10 valores los cuales nos proporcionan temperatura y porcentaje de humedad.

$$\text{Temperatura Promedio} = \frac{T1 + T2 + T3 + T4 + \dots + T10}{10}$$

$$\text{Porcentaje de Humedad Promedio} = \frac{\%1 + \%2 + \%3 \dots + \%10}{10}$$

b) Diagramas o Tablas.

Tabla N° 59. Prom. de Temperatura Ambiente y Porcentaje de Humedad

|  UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-------------|-------|----------|--------|-------|----|--------|-------|----|--------|-------|----|--------|-------|----|--------|-------|----|--------|-------|----|--------|-------|----|--------|-------|----|--------|-------|----|---------|-------|----|
| FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CÁLCULO DE LA TEMPERATURA AMBIENTE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TESIS: | ANÁLISIS DEL USO DEL PAPEL MULTIPLIEGO EXTENSIBLE Y CARTÓN CORRUGADO COMO RELLENO EN MUROS DE PLACAS DE YESO LAMINADO Y FIBROCEMENTO PARA ABSORCIÓN ACÚSTICA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TESISTA ARAGON ROJAS, Sandra Luciane | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FORMATO N°12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INSTRUMENTO: | Termómetro Ambiental | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA: 03/11/2016 | HORA INICIO: 08:41 HORA 10:31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">TEMPERATURA</th> <th style="width: 40%;">DATOS</th> <th style="width: 30%;">UNIDADES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Temp.1</td><td style="text-align: center;">19.80</td><td style="text-align: center;">°C</td></tr> <tr><td>Temp.2</td><td style="text-align: center;">19.50</td><td style="text-align: center;">°C</td></tr> <tr><td>Temp.3</td><td style="text-align: center;">19.30</td><td style="text-align: center;">°C</td></tr> <tr><td>Temp.4</td><td style="text-align: center;">18.80</td><td style="text-align: center;">°C</td></tr> <tr><td>Temp.5</td><td style="text-align: center;">18.60</td><td style="text-align: center;">°C</td></tr> <tr><td>Temp.6</td><td style="text-align: center;">19.10</td><td style="text-align: center;">°C</td></tr> <tr><td>Temp.7</td><td style="text-align: center;">19.20</td><td style="text-align: center;">°C</td></tr> <tr><td>Temp.8</td><td style="text-align: center;">17.70</td><td style="text-align: center;">°C</td></tr> <tr><td>Temp.9</td><td style="text-align: center;">17.90</td><td style="text-align: center;">°C</td></tr> <tr><td>Temp.10</td><td style="text-align: center;">17.90</td><td style="text-align: center;">°C</td></tr> </tbody> </table> | TEMPERATURA | DATOS | UNIDADES | Temp.1 | 19.80 | °C | Temp.2 | 19.50 | °C | Temp.3 | 19.30 | °C | Temp.4 | 18.80 | °C | Temp.5 | 18.60 | °C | Temp.6 | 19.10 | °C | Temp.7 | 19.20 | °C | Temp.8 | 17.70 | °C | Temp.9 | 17.90 | °C | Temp.10 | 17.90 | °C |
| TEMPERATURA | DATOS | UNIDADES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temp.1 | 19.80 | °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temp.2 | 19.50 | °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temp.3 | 19.30 | °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temp.4 | 18.80 | °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temp.5 | 18.60 | °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temp.6 | 19.10 | °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temp.7 | 19.20 | °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temp.8 | 17.70 | °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temp.9 | 17.90 | °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temp.10 | 17.90 | °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Propia



| PORCENTAJE DE HUMEDAD | DATOS |
|-----------------------|-------|
| 1.00 | 53% |
| 2.00 | 53% |
| 3.00 | 52% |
| 4.00 | 51% |
| 5.00 | 51% |
| 6.00 | 52% |
| 7.00 | 52% |
| 8.00 | 45% |
| 9.00 | 46% |
| 10.00 | 46% |
| PROMEDIO | 50% |

Fuente: Propia

c) Análisis de la Prueba.

Realice la toma de 10 valores de temperatura en el mismo punto donde tome los más de 100' datos con el sonómetro. Este es un dato referencial.

3.5.9. Procedimiento N°09:**Toma de datos para la Temperatura Ambiente:****a) Procesamiento o Cálculo de la Prueba.**

- Con un Sistema de PASCO para medir la velocidad se realizó la prueba.
- Se extrajeron 5 valores de tiempo en segundos.
- Se midió la longitud del tubo por donde recorre el sonido y ocurre el eco.
- Se realiza el promedio aritmético de los 5 valores de tiempo en segundos con la siguiente fórmula:

$$Tiempo Promedio = \frac{T1 + T2 + T3 + T4 + T5}{5}$$

$$Tiempo Promedio \pm desviación estandar$$

- Se multiplica la distancia del tubo por 2 para tener el valor de la longitud recorrida por el eco, por la siguiente fórmula:

$$Longitud Recorrida por el Eco = Longitud del tubo * 2$$

$$Longitud recorrida por el Eco \pm desviación Estandar$$

- Se calcula la velocidad del sonido, con la siguiente fórmula:

$$Veloc. del Sonido = \frac{Distancia Recorrida por el sonido (m)}{Tiempo (seg)}$$

b) Diagramas o Tablas.

Tabla N° 60. Velocidad del Sonido

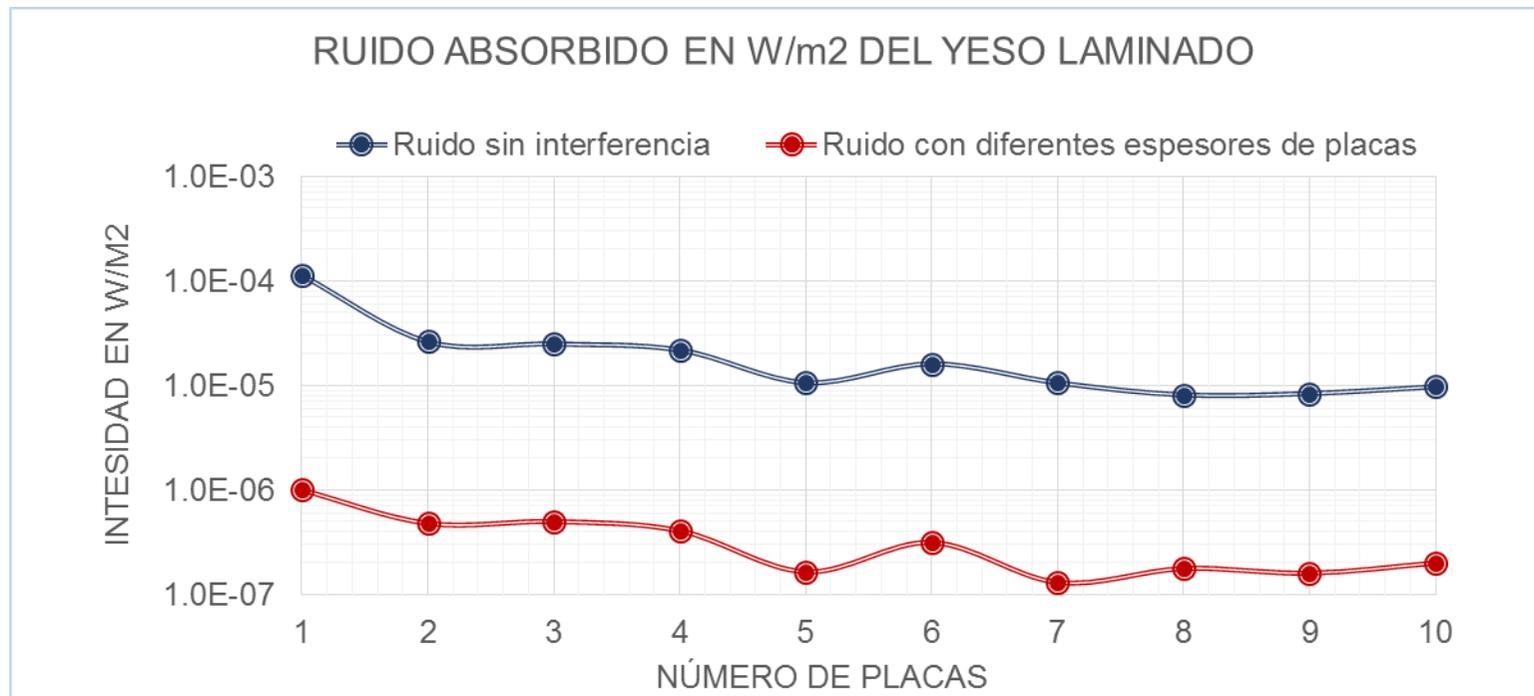
| | | | | | |
|---|---|--|-------|---|--|
|  | | UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | |  | |
| | | FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA | | | |
| | | ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| TESIS: | ANÁLISIS DEL USO DEL PAPEL MULTIPLIEGO EXTENSIBLE Y CARTÓN CORRUGADO COMO RELLENO EN MUROS DE PLACAS DE YESO LAMINADO Y FIBROCEMENTO PARA ABSORCIÓN ACÚSTICA | | | | |
| PRUEBA: | CALCULO DE LA VELOCIDAD DEL SONIDO | | | | |
| TESISTA: | ARAGON ROJAS, Sandra Luciane | | | | |
| FORMATO N°13 | | | | | |
| INSTRUMENTO: | Sistema PASCO para medir la velocidad del sonido | | | | |
| FECHA: | 03/11/2016 | HORA INICIO: | 09:28 | | |
| | | HORA FIN: | 09:38 | | |
| | | | | UNIDADES | |
| | LONGITUD RECORIDA DEL | 3.2480 | m | | |
| | LONGITUD RECORIDA POR EL | 6.4960 | m | | |
| | TIEMPO PROMEDIO | 0.0191 | seg | | |
| | TIEMPO 2 | | seg | | |
| | VELOCIDAD DEL SONIDO | 340.4612159 | m/seg | | |

Fuente: Propia

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

A continuación se presenta el Ruido Absorbido de los materiales estudiados en escala Logarítmica. Se trabaja en este tipo de escala ya que se puede apreciar de mejor manera la diferencia entre el Ruido sin Interferencia y El Ruido con Diferentes espesores de materiales.

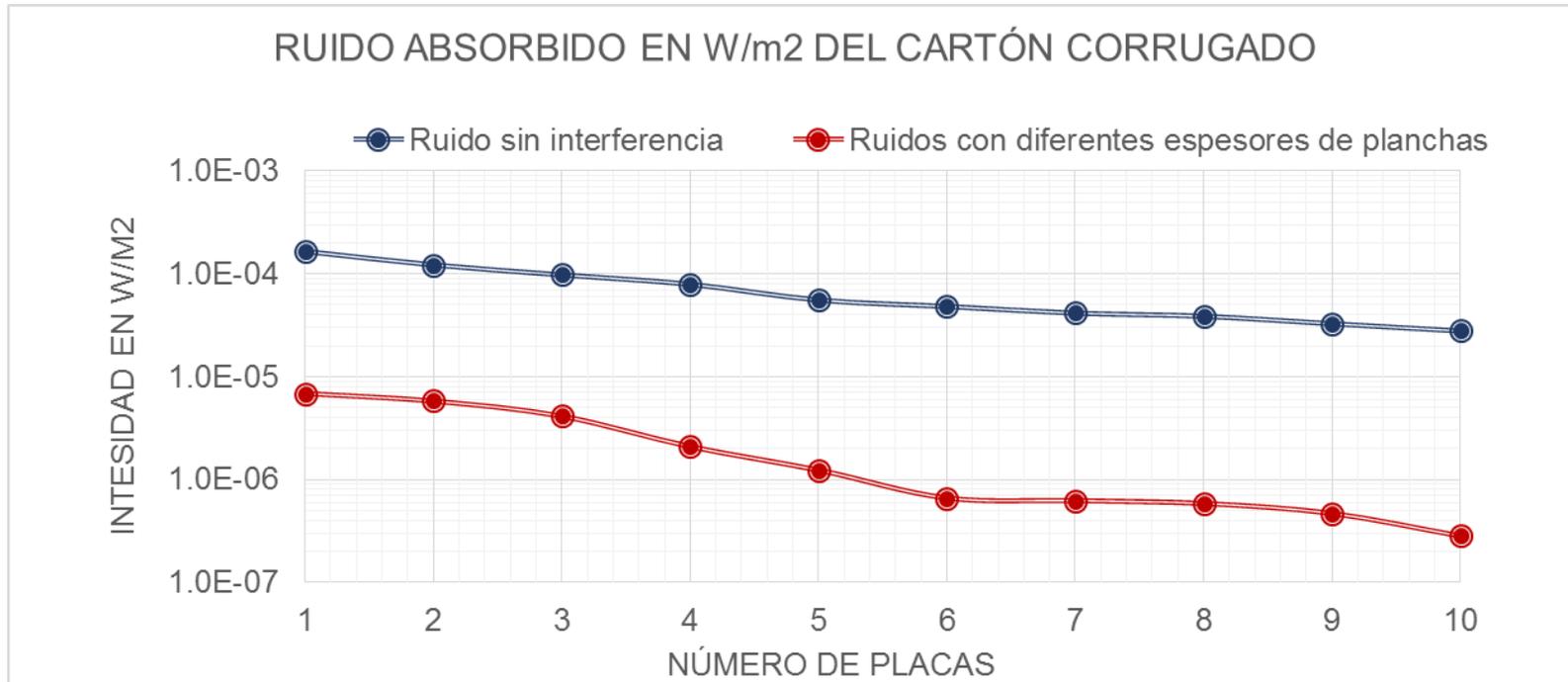
FIG. N° 47. Ruido Absorbido del YL a 686.9Hz. Escala logarítmica.



Fuente: Propia

En la FIG. N°52 se aprecia la diferencia del Ruido Absorbido del Yeso Laminado, siendo este en promedio de 10^{-2} W/m^2 . A pesar de que se colocan más placas la absorción acústica se mantiene constante.

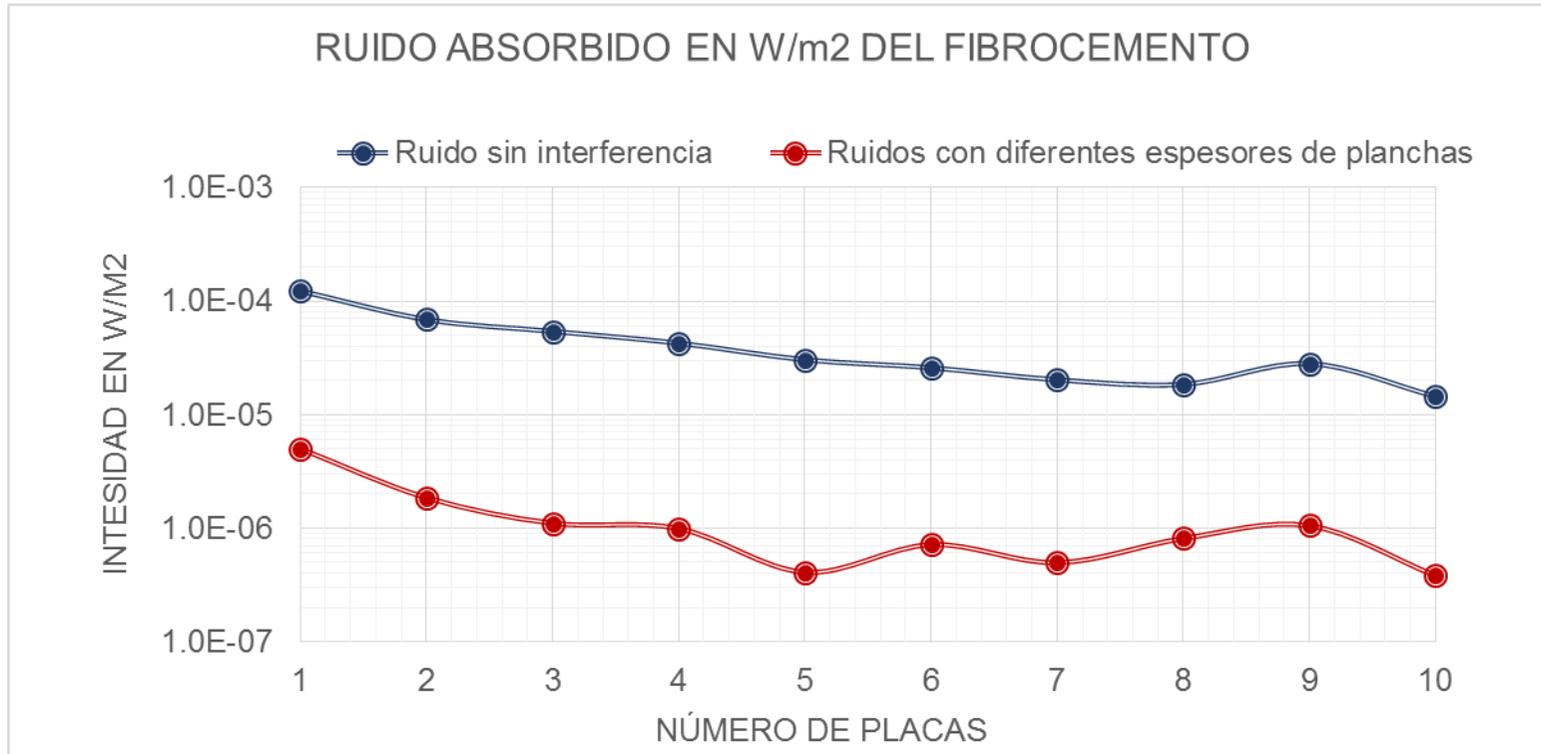
FIG. N° 48. Ruido Absorbido del CC a 686.9Hz. Escala logarítmica.



Fuente: Propia

En la figura anterior a diferencia del Yeso Laminado, la Absorción del Ruido del Cartón Corrugado varía aproximadamente 10^{-1} hasta la placa 4, y la absorción del ruido incrementa a medida que el número de placas aumenta.

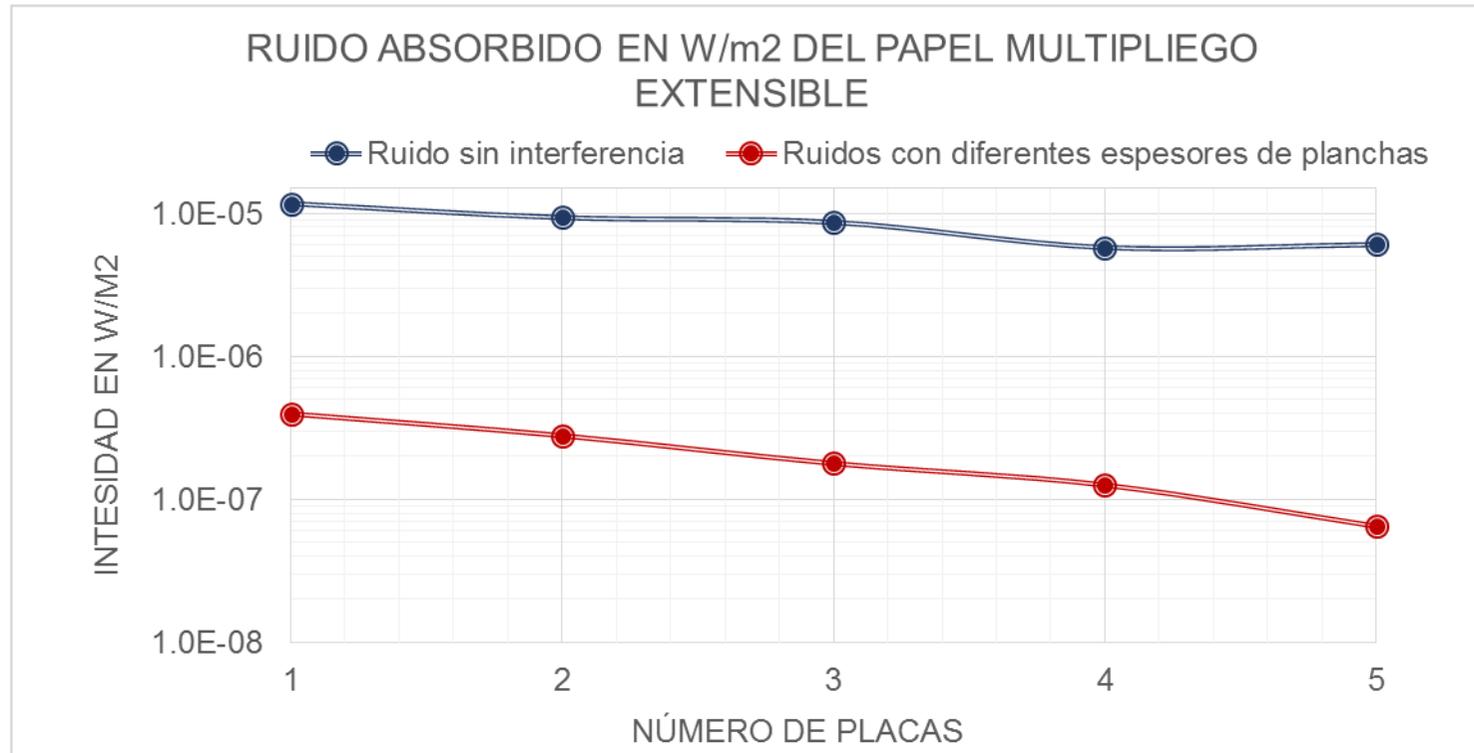
FIG. N° 49. Ruido Absorbido del FC a 686.9Hz. Escala logarítmica



Fuente; Propia

Podemos observar en la FIG.: N°64 que la absorción del ruido del Fibrocemento es constante. A simple vista se aprecia un promedio aproximado de Absorción del Ruido más de 10^{-1} W/m², con una ligera variación en la placa número cinco.

FIG. N° 50. Característica de la onda sonora del PME a 686.9Hz.



Fuente: Propia

La absorción del Ruido del Papel Multipliego Extensible tiene un comportamiento creciente, como se observa en la figura anterior.



Tabla N° 61. Coeficiente de Absorción Acústica del YL a 686.9Hz

| COEFICIENTES DE ABSORCIÓN ACÚSTICA SEGÚN EL ESPESOR DEL MATERIAL | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------|---------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------------|
| MATERIAL | | YESO LAMINADO | | | | | | | | | | |
| FRECUENCIA | N° DE PLACA | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | PROMEDIO |
| | ESPESOR | 1.20 | 2.50 | 3.80 | 5.00 | 6.30 | 7.60 | 8.80 | 10.10 | 11.40 | 12.70 | |
| 686.9Hz | COEFICIENTE DE ABSORCIÓN | 0.26 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.26 | 0.25 | 0.26 | 0.27 | 0.26 | 0.25 | 0.25 |

Fuente Propia

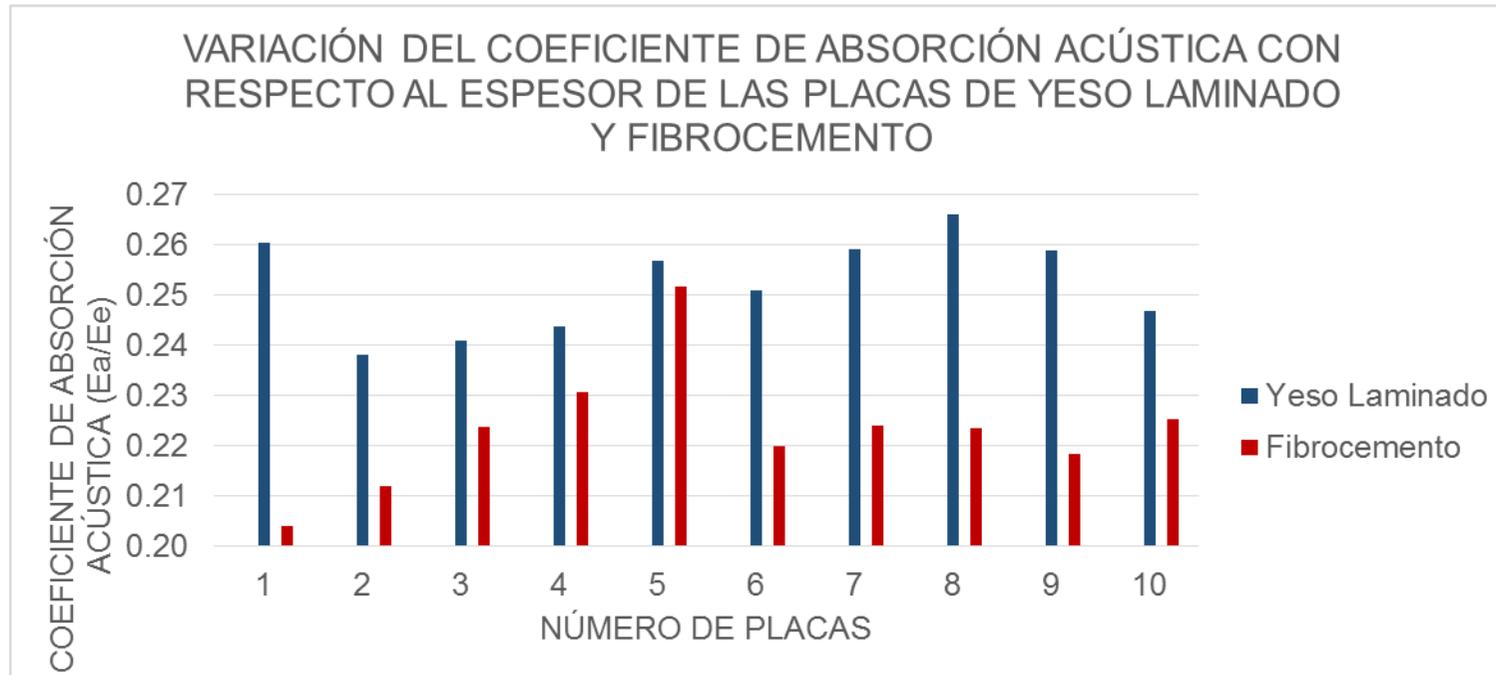
Tabla N° 62. Coeficiente de Absorción Acústica del FC a 686.9Hz.

| COEFICIENTES DE ABSORCIÓN ACÚSTICA SEGÚN EL ESPESOR DEL MATERIAL | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|
| MATERIAL | | FIBROCEMENTO | | | | | | | | | | |
| FRECUENCIA | N° DE PLACA | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | PROMEDIO |
| | ESPESOR | 0.7 | 1.5 | 2.3 | 3 | 3.8 | 4.5 | 5.3 | 6 | 6.8 | 7.6 | |
| 686.9Hz | COEFICIENTE DE ABSORCIÓN | 0.20 | 0.21 | 0.22 | 0.23 | 0.25 | 0.22 | 0.22 | 0.22 | 0.22 | 0.23 | 0.22 |

Fuente; Propia

En las Tablas N° 66 y 67 de Coeficientes de absorción acústica del Yeso Laminado y Fibrocemento, se observa que a medida que los espesores aumentan, los coeficientes de absorción de estos no lo hacen. Pues describen un comportamiento creciente y decreciente.

FIG. N° 51. Variación del Coeficiente de Absorción Acústica del FC y YL.



Fuente: Propia

En este grafico de barras se observa el comportamiento creciente y decreciente de los coeficientes de Absorción Acústica. Es importante resaltar que el Yeso Laminado mostró mejores resultados. Se decide comparar ambos materiales puesto que los dos funcionan como tabiques.

Tabla N° 63. Coeficiente de Absorción Acústica del PME a 686.9Hz.

| COEFICIENTES DE ABSORCIÓN SEGÚN EL ESPESOR DEL MATERIAL | | | | | | | |
|---|--------------------------|------------------------------|------|------|------|-------|-------------|
| MATERIAL | | PAPEL MULTIPLIEGO EXTENSIBLE | | | | | |
| FRECUENCIA | N° DE PLACA | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | PROMEDIO |
| | ESPESOR | 2.00 | 4.00 | 6.00 | 8.00 | 10.00 | |
| 686.9Hz | COEFICIENTE DE ABSORCIÓN | 0.21 | 0.22 | 0.24 | 0.26 | 0.30 | 0.25 |

Fuente: Propia

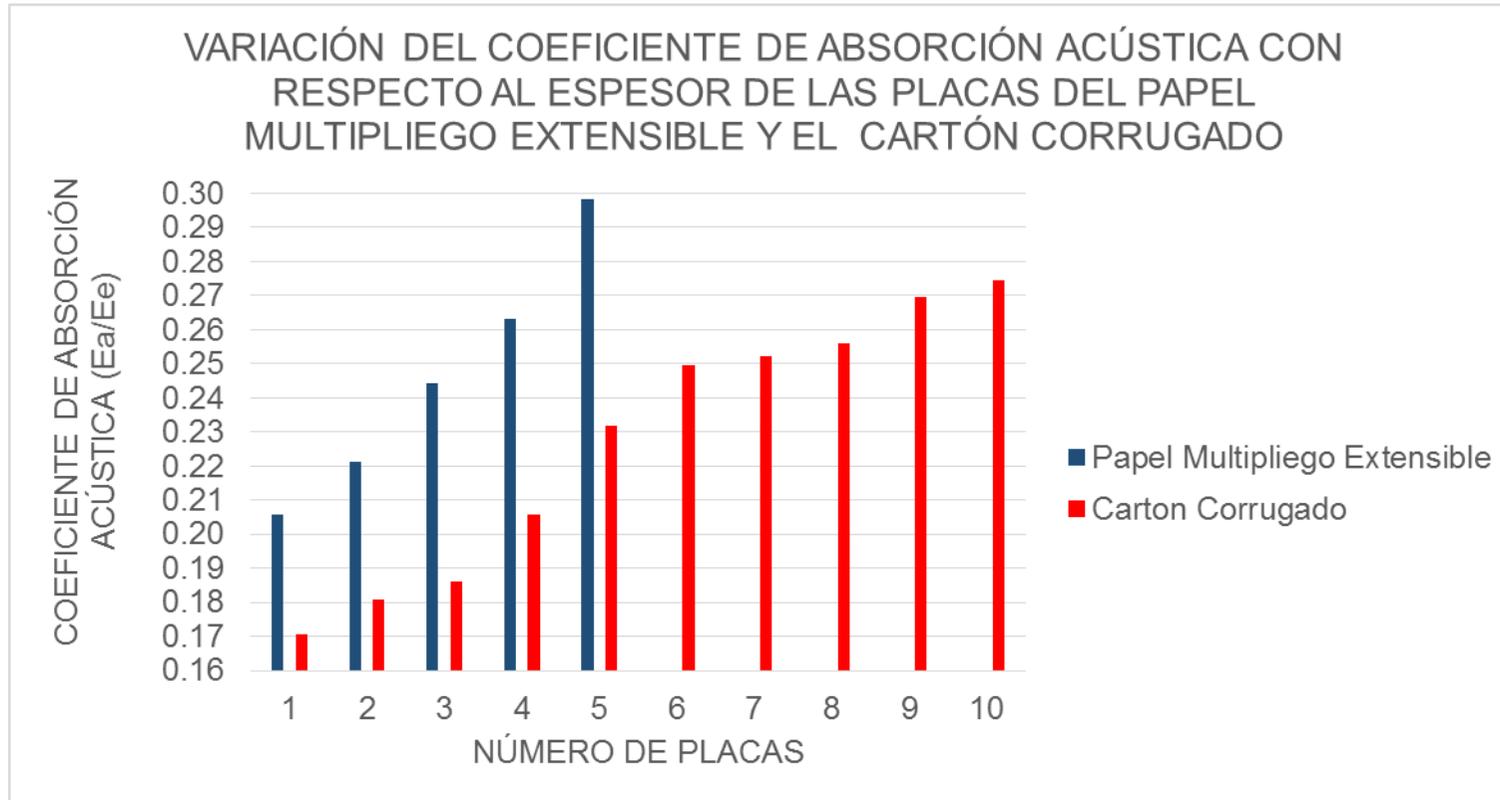
Tabla N° 64. Coeficiente de Absorción Acústica del CC a 686.9Hz.

| COEFICIENTES DE ABSORCIÓN SEGÚN EL ESPESOR DEL MATERIAL | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|
| MATERIAL | | CARTÓN CORRUGADO | | | | | | | | | | |
| FRECUENCIA | N° DE PLACA | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | PROMEDIO |
| | ESPESOR | 0,4 | 0.70 | 1.00 | 1.30 | 1.70 | 2.10 | 2.50 | 3.00 | 3.40 | 3.80 | |
| 686.9Hz | COEFICIENTE DE ABSORCIÓN | 0.17 | 0.18 | 0.19 | 0.21 | 0.23 | 0.25 | 0.25 | 0.26 | 0.27 | 0.27 | 0.23 |

Fuente Propia

En las Tablas N° 68 y 69 se puede observar que el coeficiente de absorción acústica de los materiales tiene una relación creciente tanto para el Papel Multipliego extensible como para el Cartón Corrugado.

FIG. N° 52. Variación del Coeficiente de Absorción Acústica del PME y CC



Fuente: Promedio

En la FIG. N°51 se observa que el coeficiente de absorción acústica de ambos materiales es creciente a medida que el número de placas aumenta, y es importante notar que los valores de absorción del Papel Multipliego Extensible, presenta mejores coeficientes de absorción con respecto al Cartón Corrugado.

Tabla N° 65. Presión Atmosférica.

| | | | | | |
|---|---|---|----------|---|-------|
|  | | UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | |  | |
| CÁLCULO DE LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA | | | | | |
| TESIS: | ANÁLISIS DEL USO DEL PAPEL MULTIPLIEGOS EXTENSIBLE Y CARTÓN CORRUGADO COMO RELLENO EN MUROS DE PLACAS DE YESO LAMINADO Y FIBROCEMENTO PARA ABSORCIÓN | | | | |
| TESISTA: | ARAGON ROJAS, Sandra Luciane | | | | |
| FORMATO N°11 | | | | | |
| INSTRUMENTO: | | | | | |
| FECHA: | 03/11/2016 | HORA INICIO: | 10:35 | HORA FIN: | 10:43 |
| | PRESIÓN ATMOSFÉRICA | | UNIDADES | | |
| | 67.13 | | kPa | | |

Fuente: Propia

Tabla N° 66. Temperatura Ambiente y Porcentaje de Absorción

| | | | | | |
|--|---|---|-------|--|----------|
|  | | UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | |  | |
| CÁLCULO DE LA TEMPERATURA AMBIENTE | | | | | |
| TESIS: | ANÁLISIS DEL USO DEL PAPEL MULTIPLIEGO EXTENSIBLE Y CARTON CORRUGADO COMO RELLENO EN MUROS DE PLACAS DE YESO LAMINADO Y FIBROCEMENTO PARA ABSORCIÓN ACÚSTICA | | | | |
| TESISTA: | ARAGON ROJAS, Sandra Luciane | | | | |
| FORMATO N°12 | | | | | |
| INSTRUMENTO: | Termómetro Ambiental | | | | |
| FECHA: | 03/11/2016 | HORA INICIO: | 08:41 | HORA FIN: | 10:31 |
| | TEMPERATURA | | DATOS | | UNIDADES |
| | PROMEDIO | | 18.78 | | °C |
| | PORCENTAJE DE HUMEDAD | | DATOS | | |
| | PROMEDIO | | 50% | | |

Fuente: Propia

Tabla N° 67. Velocidad del Sonido.

| | | | | | | | |
|---|--|--|-------|---------------|-------|---|--|
|  | | UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | |  | |
| | | FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | |
| CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DEL SONIDO | | | | | | | |
| TESIS: | ANÁLISIS DEL USO DEL PAPEL MULTIPLIEGOS EXTENSIBLE Y CARTÓN CORRUGADO COMO RELLENO EN MUROS DE PLACAS DE YESO LAMINADO Y FIBROCEMENTO PARA ABSORCIÓN ACÚSTICA | | | | | | |
| TESISTA: | ARAGON ROJAS, Sandra Luciane | | | | | | |
| FORMATO N°12 | | | | | | | |
| INSTRUMENTO: | Sistema PASCO para medir la velocidad del sonido | | | | | | |
| FECHA: | 03/11/2016 | HORA INICIO: | 09:28 | HORA FIN: | 09:38 | | |
| | | | | | | | |
| | | VELOCIDAD DEL SONIDO | | 340.46 | | m/seg | |

Fuente: Propia

Tabla N° 68. Porcentaje de Absorción Acústica del Muro sin Relleno.

| | | | | | | | |
|---|--|--|--|------------|--|---|--|
|  | | UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | |  | |
| | | FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | |
| PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL MURO SIN RELLENO | | | | | | | |
| TESIS: | ANÁLISIS DEL USO DEL PAPEL MULTIPLIEGO EXTENSIBLE Y CARTÓN CORRUGADO COMO RELLENO EN MUROS DE PLACAS DE YESO LAMINADO Y FIBROCEMENTO PARA ABSORCIÓN | | | | | | |
| TESISTA: | ARAGON ROJAS, Sandra Luciane | | | | | | |
| | | MURO SIN NINGÚN TIPO DE RELLENO | | | | | |
| | | PORCENTAJE DE ABSORCIÓN ACÚSTICA | | 22% | | | |

Fuente: Propia

Tabla N° 69. Porcentaje Absorción Acústica del Muro relleno con CC

| | | | | | |
|---|---|--|--|---|--|
|  | | UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | |  | |
| FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA | | ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| PORCENTAJE DE ABSORCIÓN ACÚSTICA DEL MURO RELLENO CON CARTÓN CORRUGADO | | | | | |
| TESIS: | ANÁLISIS DEL USO DEL PAPEL MULTIPLIEGOS EXTENSIBLE Y CARTÓN CORRUGADO COMO RELLENO EN MUROS DE PLACAS DE YESO LAMINADO Y FIBROCEMENTO PARA ABSORCIÓN | | | | |
| TESISTA: | ARAGON ROJAS, Sandra Luciane | | | | |
| | MURO RELLENO CON CARTÓN CORRUGADO | | | | |
| | PORCENTAJE DE ABSORCIÓN ACÚSTICA | 25% | | | |

Fuente: Propia

Tabla N° 70. Porcentaje Absorción Acústica del Muro relleno con PME.

| | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|
|  | | UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | |  | |
| FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA | | ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| PORCENTAJE DE ABSORCIÓN ACÚSTICA DEL MURO RELLENO CON PAPEL MULTIPLIEGO EXTENSIBLE | | | | | |
| TESIS: | ANÁLISIS DEL USO DEL PAPEL MULTIPLIEGO EXTENSIBLE Y CARTÓN CORRUGADO COMO RELLENO EN MUROS DE PLACAS DE YESO LAMINADO Y FIBROCEMENTO PARA ABSORCIÓN | | | | |
| TESISTA: | ARAGON ROJAS, Sandra Luciane | | | | |
| | MURO RELLENO CON PAPEL MULTIPLIEGO EXTENSIBLE | | | | |
| | PORCENTAJE DE ABSORCIÓN | 24% | | | |

Fuente: Propia

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

Pregunta N°1: ¿La Absorción del Ruido incrementará a medida que aumentamos la cantidad de placas de los materiales?

Se puede observar que este fenómeno depende del material pues la absorción del Ruido incrementó para las placas de Yeso Laminado y Cartón Corrugado presentando un comportamiento creciente mientras que la absorción del ruido para el Yeso Laminado y Fibrocemento aumenta y disminuye con respecto al número de placas.

Pregunta N°2: ¿Los Muros rellenos con Cartón Corrugado y Papel Multipliego Extensible presentaron un mayor porcentaje de Absorción Acústica con respecto al mismo muro sin ningún tipo de relleno?

Sí, el porcentaje de absorción varía de 2% a 3% en los muros rellenos con Cartón Corrugado y Papel Multipliego Extensible respecto al muro sin ningún tipo de relleno.

Pregunta N°3: ¿Es sencilla la construcción de muros con Placa de Yeso Laminado y Fibrocemento relleno con Cartón Corrugado?

Si, pues a estas placas se las puede cortar con una herramienta filuda, además el peso por placa (en ambos casos) no supera los 25 kg/m² y puede ser transportada fácilmente por dos hombres. El armado de los perfiles de aluminio se hace de manera sencilla usando un taladro.

Pregunta N°4: ¿Es sencilla la manipulación del Papel Multipliego Extensible?

El Papel Multipliego Extensible debe ser lavado y secado antes de usarlo, después debe ser colocado en el muro. Esta sería la complicación más grande.

Pregunta N°5: ¿Es mejor rellenar los muros con Placa de Yeso Laminado y Fibrocemento con Papel Multipliego Extensible o con Cartón Corrugado?

De acuerdo a los resultados, el Papel Multipliego Extensible nos dio mejores resultados de Coeficiente de Absorción Acústica, pero el Cartón Corrugado



presenta un 25% de Porcentaje de Absorción Acústica. Estos dos valores son los máximos con respecto a los demás materiales. Esto quiere decir que el PME presenta un mejor comportamiento de coeficiente de absorción cuando es colocado en varios pliegos, pero el CC posee mejores resultados de Porcentaje de absorción acústica cuando es colocado entre las placas de Yeso Laminado y Fibrocemento.

Pregunta N°6: ¿Los residuos de cemento que quedaron en los Pliegos del Papel Multipliego Extensible podrían resultar perjudiciales para la salud a lo largo del tiempo?

No, ya que las bolsas están dentro de los muros y no hay exposición directa con el ser humano. De todas formas se recomienda sellar los intersticios del muro adecuadamente con algún tipo de mortero.

Pregunta N°7: ¿Cuántas bolsas de cemento se pueden usar en un metro cuadrado de muro?

Aproximadamente se necesitan 5.5 bolsas de cemento (PME) para 1m².

Pregunta N°8: ¿Existe algún antecedente de reutilización de bolsas de cemento como relleno de muros de Fibrocemento y Yeso Laminado?

No, pues en el espectro de investigación que se ha estudiado, no se encontró ninguna investigación que contemple la reutilización de bolsas de cemento en la construcción de muros de Fibrocemento y Yeso Laminado.

Pregunta N°9: ¿El coeficiente de absorción acústica y el porcentaje de absorción acústica muestran valores dentro de los parámetros vistos en el marco teórico?

Si, pues el coeficiente de absorción acústica solo puede variar entre 0 y 1, y el porcentaje de absorción acústica solo puede variar de 0 a 100% como se corrobora con los resultados.

Pregunta N°10: ¿Se ha podido observar algún comportamiento similar entre los materiales estudiados con respecto a sus coeficientes y porcentajes de absorción acústica?

Si, el Cartón Corrugado presenta un comportamiento similar al Papel Multipliego Extensible pues en ambos casos el coeficiente de absorción acústica crece.

Para el caso del Fibrocemento y el Yeso Laminado también se presenta un comportamiento similar del coeficiente de absorción acústica pues crece y decrece este parámetro a medida que las placas aumentan para ambos casos.

Pregunta N°11: ¿Se valida la teoría de la velocidad del sonido en la ciudad del Cusco?

Si pues se comprobó experimentalmente este valor haciendo uso de un sistema PASCO para la medición de la velocidad del sonido, una fuente emisora de sonido y un flexómetro para medir la distancia, obteniendo una velocidad de:

$$\text{Velocidad del Sonido} = 340.46 \text{ m/s}$$

Para mayor referencia ver la FIG. N°51

Pregunta N°12: ¿Se valida la teoría de la presión atmosférica en la ciudad del Cusco?

Si, y de igual manera haciendo uso del sistema PASCO para la medición de la presión atmosférica, se comprobó experimentalmente que:

$$\text{Presion Atmosferica} = 67.13 \text{ kPa} = 0.66 \text{ atm}$$

Pregunta N°13: ¿Cuáles son los aportes más importantes de la investigación?

Estos son:

- Uso de un procedimiento alternativo para la obtención del coeficiente de absorción acústica y para el porcentaje de absorción acústica.
- Reducir la contaminación producida en obra, al utilizar el Papel Multipliego Extensible (Bolsas contenedoras de Cemento) como relleno de muros.
- Obtención de los Coeficientes de Absorción del Papel Multipliego Extensible, Cartón Corrugado, Placa de Fibrocemento y Placa de Yeso Laminado.



- Reutilización del Cartón Corrugado, un material que ocupa el tercer lugar en el orden de residuos sólidos la Ciudad del Cusco.
- Reducir la contaminación sonora en ambientes hechos con muros de placas de Yeso Laminado y Fibrocemento.

Pregunta N°14: ¿Qué temas nuevos de investigación se han estudiado?

- Determinación del Coeficiente de Absorción Acústico por medio de Decibeles y no con Intensidades.
- Construcción de un Circuito sencillo de Ruido que emita una sola frecuencia.
- Teoría de la Reflexión y Refracción Total, para explicar por qué no se trabajó con un Angulo menor al de 90°.
- Búsqueda de una investigación que respalde el poder trabajar con Decibeles (dB) en lugar de intensidades (W/m^2).



GLOSARIO

A

Absorción.- Se conoce como un filtro de la onda, la cual captura un porcentaje de la onda emitida y a transforma en calor.

Acústica.- Parte de la física que estudia la producción, transmisión, recepción, control y audición de los sonidos.

Aislamiento.- Significa disminuir energía a los materiales para que pase la menor posible entre estos.

Amplitud de la Onda.- Es la indicadora del nivel que depende de la potencia a la que se han producido las oscilaciones.

C

Cesva.- Programa versión de Prueba para descargar los registros del sonometro.

Coefficiente de Absorción Acústica.- Representa la energía absorbida y la energía incidente.

D

Decibel.- Es la Unidad de medida de la intensidad del sonido y su unidad es (dB).

E

Espectro Audible.- Se considera estandar la gama de frecuencias entre 20 y 20000 Hz.

I

Intensidad Sonora.- Depende de la amplitud de la oscilacion, la potencia de la fuente y del medio fisico de transmision.

M

Movimiento Ondulatorio.- Tipo de movimiento característico de las ondas y no implica un trsnporte de materia.

L

LAF.- Es el nivel de Intensidad sonora con ponderación temporal rápida (FAST)

– Nomenclatura -->. LAF



LAS.- Es el nivel de Intensidad sonora con ponderación temporal lenta (SLOW)
– Nomenclatura --> L_{AS}.

LAT.- Es el nivel de Intensidad sonora continuo equivalente con tiempo de integración (T) – Nomenclatura --> L_{At}.

O

Oído Humano.- No tiene una respuesta lineal, ni en frecuencia ni en intensidad.

Onda Longitudinal.- Cuando las partículas sometidas a una oscilación vibran en la misma dirección en la que se propaga la onda.

Onda Mecánica.- Es la onda que se propaga en medio materiales. es decir esta no se transmite en el vacío.

R

Ruido.- Se da esta denominación al sonido no deseado.

Ruido de Fondo.- Se denomina Ruido de fondo al ruido promedio del ambiente.

Ruido sin Interferencia.- Se denomina Ruido sin Interferencia al ruido tomado directamente del sonómetro a la fuente generadora de sonido.

Ruido con diferentes espesores de materiales.- Esta denominación se da al ruido que se toma con el sonómetro cuando entre la fuente generadora de sonido y el instrumento mencionado se coloca una placa de material para evaluar.

S

Sonido.- El sonido es la sensación que se produce a través del oído en el cerebro y la causa física que lo determina.

Sonómetros.- Es un instrumento diseñado para determinar la magnitud del sonido mediante la cuantificación del parámetro puede ser intensidad acústica, presión o potencia

T

Tabiques.- Sirven para la división de ambientes y no resisten carga alguna aparte de su propio peso.

Timbre.- Es la cualidad del sonido por la cual se distinguen dos sonidos con la misma sonoridad y tono.



Tono.- Este indica si el tono es grave, medio o agudo y se determina por la frecuencia.

V

Velocidad de Propagación.- Es la velocidad a la que viajan las ondas en un medio determinado.



CONCLUSIONES

Conclusión N°1: De la hipótesis general se concluye que luego de haber obtenido los Porcentajes de Absorción Acústica: Para un muro de Fibrocemento y Yeso Laminado relleno con Papel Multipliego extensible de 24%; Para un muro de Fibrocemento y Yeso Laminado relleno con Cartón Corrugado de 25% y Para un muro de Fibrocemento y Yeso Laminado sin ningún relleno de 22%; Los muros Rellenos con los materiales de Cartón Corrugado y Papel Multipliego Extensible presentan mayor porcentaje de Absorción Acústica respecto al muro sin ningún tipo de relleno. Por lo tanto esta hipótesis se valida.

Conclusión N°2: De la Sub hipótesis N°1, se concluye que el coeficiente de Absorción Acústica de las Placas Fibrocemento no presenta relación alguna respecto al espesor de las placas, puesto que el Coeficiente de Absorción Acústica de este material crece y decrece. Por lo tanto no se valida esta hipótesis.

Conclusión N°3: De la Sub hipótesis N°2, se concluye que el coeficiente de Absorción Acústica de las Placas de Yeso Laminado no presenta relación alguna respecto al espesor de las placas, puesto que el Coeficiente de Absorción Acústica de este material crece y decrece. Por lo tanto no se valida esta hipótesis.

Conclusión N°4: De la Sub hipótesis N°3, se concluye que el coeficiente de Absorción Acústica del Cartón Corrugado presenta una relación creciente respecto al espesor de la placa como podemos observar en la Tabla N°64 de resultados. Por lo tanto esta hipótesis es válida.

Conclusión N°5: De la Sub hipótesis N°4, se concluye que el coeficiente de Absorción Acústica del Papel Multipliego Extensible presenta una relación creciente respecto al espesor de la placa como podemos observar en la Tabla N°63 de resultados. Por lo tanto esta hipótesis es válida.

Conclusión N°6: De la Sub hipótesis N°5, se concluye que los muros de Placas de Yeso Laminado y Fibrocemento rellenos con Cartón Corrugado, presentan un mayor porcentaje de Absorción Acústica respecto a los muros de Placas de Yeso Laminado y Fibrocemento rellenos con Papel Multipliego Extensible, siendo el



porcentaje de absorción Acústica 25% y 24% respectivamente. Por lo tanto esta hipótesis es válida.



RECOMENDACIONES

Recomendación N°1: Realizar pruebas térmicas a los materiales estudiados en esta investigación y determinar su coeficiente de absorción térmica o porcentaje de absorción.

Recomendación N°2: Si se desea realizar las pruebas térmicas a algún material recomiendo no utilizar el equipo que contiene asbesto.

Recomendación N°3: Incrementar el espesor del Cartón Corrugado para rellenar un muro, puesto que este presentaba un buen incremento a medida que se incrementaba el espesor de este.

Recomendación N°4: Incrementar el espesor del Papel Multipliego Extensible para rellenar un muro, puesto que este presentaba un incremento a medida que se incrementaba el espesor de este. Esto es importante ya que este material está presente en todo tipo de obra civil, especialmente en construcción y es una buena forma de re utilizarlo y reducir la contaminación.

Recomendación N°5: Realizar pruebas con los mismos materiales en un ambiente con mejores condiciones acústicas, es decir un ambiente donde no haya interferencias con ruidos externos como el paso de vehículos o música.

Recomendación N°6: Realizar pruebas a los mismos materiales con la prueba de laboratorio de la cámara Reverberante.

Recomendación N°7: Realizar pruebas a los mismos materiales con diferentes condiciones de temperatura y frecuencias la prueba de laboratorio de la cámara Reverberante.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Aleman, M. (2009). *Onda Sonora*. Recuperado el 30 de marzo de 2015, de Junta de Andalucía:
http://www.juntadeandalucia.es/averroes/iesmateoaleman/musica/onda_sonora.htm
- Antoni Carrión, Isbert;. (1998). *Diseño acústico de espacios Arquitectónicos*. Barcelona: Talleres Gráficos Hostench, SA.
- CESVA. (s.f.). *Manual del Usuario del Sonómetro Analizador de Espectro SC310*. Recuperado el 07 de Noviembre de 2016
- Fernandez, M., Costal, J., & Dominguez del Campo, J. I. (2004). *Replanteo y Contrucción de Tabiques y Tabicones*. Recuperado el 01 de Abril de 2015, de Construcción de Tabiquería:
http://www.ideaspropiaseditorial.com/documentos_web/documentos/978-84-96585-96-6.pdf
- Fisicanet. (01 de Mayo de 2001). *Física - Sonido*. Recuperado el 07 de Noviembre de 2016, de El Sonido y Las Ondas:
http://www.fisicanet.com.ar/fisica/sonido/ap02_ondas_sonoras.php
- Godoy, A., & Angulo arquitectos asociados. (2013). *Normatividad en Cosntrucción de Dry wall*. Recuperado el 05 de Marzo de 2015, de Arquitectura, Construcción e Ingeniería: http://www.arquitectos-peru.com/construccion_drywall.htm
- Ignasi Cuenca , David; Eduard Gómez, Juan;. (2005). *Tecnología Básica del Sonido I* (Vol. I). (M. J. Raso, Ed.) Madrid, Magallanes, España. Recuperado el 18 de mayo de 2016
- Morales, P. (05 de Enero de 2011). *Biología*. Recuperado el 07 de Noviembre de 2016, de Partes del Oído Humano:
<http://biologia.laguia2000.com/anatomia-animal/anatomia-humana/las-partes-del-oido-humano>
- Norma Técnica, Metrados para Obras de Edificación y Habilitaciones Urbanas. (2010). *Norma Técnica, Metrados para Obras de Edificación y*



- Habilitaciones Urbanas.* (E. E. E.I.R.L., Ed.) Peru: Macro E.I.R.L.
Recuperado el 08 de Noviembre de 2016
- Patow, Nicolai;. (s.f.). *Proceso de Fabricación del Papel Multipliego Extensible.*
Recuperado el 07 de Noviembre de 2016, de Forsac:
<http://www.forsac.cl/interior.aspx?cid=365&leng=es>
- Pérez, W. (2009). *FÍSICA TEORÍA Y PRÁCTICA* (Vol. I). Lima, Perú: Editorial San Marcos de Anibal Jesús Paredes Galván. Recuperado el 20 de febrero de 2016
- Recuero López, M. (2001). *ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO.* Madrid, Magallanes, España: Unigraf, S.L. Recuperado el 24 de Mayo de 2016
- Rodríguez Rodríguez, F., & De La Puente Crespo, J. (2006). *GUÍA ACÚSTICA DE LA CONSTRUCCIÓN.* (J. M. López, Ed.) Madrid, España: Cie Inversiones Editoriales Dossat 2000, S. L. Recuperado el 24 de Mayo de 2016
- Romaña, J. A. (04 de Marzo de 2009). *Construcción de pared simple con sistema Drywall paso a paso.* Recuperado el 01 de Abril de 2015, de Técnicas de Construcción: <http://www.vivirhogar.es/tecnicas/construccion-de-pared-simple-con-sistema-drywall-paso-a-paso.html>
- Wanchaq, M., Santiago, M., San Sebastian, M., San Jeronimo, M., Poroy , M., & Saylla , M. (2014). *Municipalidad Provincial del Cusco - Servicio de Limpieza Pública del Cusco.* Recuperado el 08 de Noviembre de 2016, de Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos - PIGARS: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/conam/pigarscuzco.pdf>
- Yura, E. (Noviembre de 2014). *Cemento Portland Puzolánico Yura IP-Alta Durabilidad.* Recuperado el 30 de Marzo de 2015, de Cemento Yura-Arequipa: http://www.yura.com.pe/info/ficha_tecnica_1p.pdf



ANEXOS



PRUEBAS DE LABORATORIO
(Toma de Datos)