

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS:

**“DISMINUCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA CON
BLOQUES DE CONCRETO HUECO INCORPORANDO FIBRAS DE
CAUCHO DE NEUMÁTICO EN MUROS DE VIVIENDAS EN LA
CIUDAD DEL CUSCO, 2017”**

PRESENTADO POR:

GERMAN RIVERA MAYTA
BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL.

ASESOR TÉCNICO:

GORKI FEDERICO ASCUE SALAS
Ingeniero Civil – Magister en Ciencias de la Geo-Información y
Observación de la Tierra Mención en Evaluación de Recursos Hídricos

ASESOR METODOLÓGICO:

EDWARDS JESÚS AGUIRRE ESPINOZA
Licenciado En Educación - Doctor En Educación

CUSCO-PERÚ

2017

DEDICATORIA

A DIOS: Por protegerme durante todo mi camino y por darme fuerzas para superar cada obstáculo y dificultad presentada durante mi vida.

A MI PADRES: Víctor Rivera Manotupa y Joaquina Mayta de Rivera, por su comprensión, guía, orientación y por estar siempre presente en la realización de mi carrera, así mismo, por enseñarme lo que son los valores y ante todo a ser humilde y siempre serán mi mayor motivo e inspiración.

A MIS HERMANOS: Rosa, Esther, Carlos y Flavio gracias por estar conmigo y brindarme su apoyo incondicional en todo momento, por compartir momentos de alegría y demostrarme que siempre podre contar con ellos.

A MIS SOBRINOS: Jean Carlos, María Joaquina, Iván Paolo, Luis Miguel, Víctor Julián, Joaquín, Jeicob y Alejandro, por estar siempre presentes en cada actividad realizada en familia y compartir bellos momentos.

AGRADECIMIENTO

A DIOS

Por darme la sabiduría necesaria para seguir el camino correcto en las actividades que realice en mi vida.

A MIS PADRES

Porque gracias a ellos pude lograr mis objetivos y por ser parte de mi realización como profesional, por haberme dado la oportunidad de una educación y sobre todo por la confianza que pusieron en mí.

A MIS HERMANOS

Rosa, Esther, Carlos y Flavio por contar con su apoyo y ver en mí un ejemplo para vuestros hijos.

A FABRIZIO mi Hijo querido por entender que en ocasiones no haya contado con tiempo para él, por realizar este trabajo de investigación.

A MIS SOBRINOS

Jean Carlos, María Joaquina, Iván Paolo, Luis Miguel, Víctor Julián, Joaquín, Jeicob y Alejandro por los momentos muy hermosos pasados en familia y por supuesto por ser la motivación de mis hermanos.

MI ASESOR TÉCNICO

Mgt. Ing. Civil Gorki Federico Ascue Salas, por su tiempo, paciencia y buena actitud a la hora de atender a las inquietudes sugerencias a lo largo de mi investigación.

A LOS PROFESORES DE LA UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

Especialmente a los profesores de la escuela profesional de Ingeniería Civil, a la Coordinadora de la Escuela profesional Ing. Liliana del Castillo, por su paciencia frente a nuestro ímpetu, igualmente a todas aquellas personas que de manera directa o indirecta contribuyeron para que las metas trazadas se hayan concluido.

A todos ustedes, Gracias por su confianza en mi persona.

Germán Rivera Mayta

RESUMEN

Con la finalidad de disminuir la contaminación acústica en las viviendas de la Ciudad de Cusco, el objetivo principal del presente trabajo de investigación, es analizar y determinar de qué manera la incorporación de fibras de caucho de neumático en bloques de concreto hueco, disminuye la contaminación acústica dentro de las viviendas de la Ciudad del Cusco.

La metodología que se utilizó para obtener los datos de análisis, consiste en el método de investigación experimental, por lo cual se obtuvieron resultados mediante pruebas de laboratorio, así mismo, con el fin de obtener la dosificación correcta, se consideraron cuatro diseños de mezclas, en busca de mejores características, como valores de resistencia a la compresión y aislamiento acústico. El primer diseño se realizó sin incorporación de fibras de caucho, en el segundo diseño se sustituyó con 10% de fibras de caucho, en el tercer diseño se sustituyó con 15% de fibras de caucho y en el cuarto con 20% de fibras de caucho.

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios los mismos que en las pruebas de laboratorio, se demostró que la incorporación de fibras de caucho hasta un 15% presentan un aislamiento acústico considerable, así mismo, se encuentra en los rangos de resistencia a la compresión $f'c = 20 \text{ kg/cm}^2$, especificados en la norma E 070 Albañilería, unidades de albañilería para muros no portantes.

Palabras clave: Aislamiento acústico, Bloques de concreto hueco, Fibras de caucho, Resistencia a la compresión.

INTRODUCCIÓN

Debido al crecimiento que tiene la Ciudad del Cusco, el aumento del parque automotor es uno de los principales causantes de la Contaminación Acústica, estos aportan gran cantidad del ruido, este tipo de contaminación afecta cada vez más a la población, causándole efectos negativos sobre la salud auditiva, física y mental de las personas. Por tal motivo se realizó la presente investigación, en la cual mediante pruebas de laboratorio se obtuvieron resultados positivos.

En este trabajo de investigación se presenta los siguientes capítulos:

En el capítulo I: se presentan las generalidades del trabajo de investigación, el planteamiento del problema, los objetivos y la justificación de la investigación.

En el capítulo II: se presenta el marco teórico, en el cual están inmersos los antecedentes de la investigación, bases teóricas, la hipótesis de la investigación y las variables.

En el capítulo III: se presenta la metodología de la investigación, dentro de este se encuentran, tipo, nivel y método de investigación, la población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos.

En el capítulo IV: se presenta el estudio de materiales con los cuales se elaboró los bloques huecos de concreto, los cuales son, cemento, agua, agregado fino, agregado grueso, fibras de caucho, así mismo, en cada material se lograron analizar las propiedades físicas.

En el capítulo V: se presentan el procedimiento de elaboración de los bloques de concreto hueco con incorporación de fibras de caucho, además se presentan los análisis de los resultados obtenidos en laboratorio.

En el capítulo VI: se presentan las conclusiones y recomendaciones obtenidas en el trabajo de investigación.

ÍNDICE PRINCIPAL

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
RESUMEN	III
INTRODUCCIÓN	IV
ÍNDICE PRINCIPAL	V
ÍNDICE DE GRAFICOS	IX
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE CUADROS.....	XII
ÍNDICE DE ANEXOS	XII
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	XII
CAPÍTULO I	1
GENERALIDADES	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	2
1.1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
1.1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	8
1.2. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	9
1.2.1. OBJETIVO GENERAL	9
1.2.2. OBJETIVO ESPECIFICO	9
1.3. JUSTIFICACIÓN DE INVESTIGACIÓN	9
1.3.1. JUSTIFICACIÓN	9
1.3.2. ORIGINALIDAD	9
1.3.3. PERTINENCIA.....	9
1.3.4. RELEVANCIA	10
1.3.5. OPORTUNIDAD.....	10
1.3.6. FACTIBILIDAD	10
CAPITULO II	11
MARCO TEÓRICO	11
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	12
A. EN EL MUNDO	12
B. EN EL PERÚ	14
2.2. BASES TEÓRICAS	16
2.2.1. CONTAMINACIÓN ACÚSTICA	16
2.2.2. ALBAÑILERÍA	17

2.2.3.	UNIDAD DE ALBAÑILERÍA.....	18
2.2.4.	CAUCHO	23
2.2.5.	NEUMÁTICOS.....	24
2.3.	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	27
2.3.1.	HIPÓTESIS GENERAL.....	27
2.3.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	27
2.4.	VARIABLES	27
2.4.1.	VARIABLE INDEPENDIENTE	27
2.4.2.	VARIABLE DEPENDIENTE.....	27
2.4.3.	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	27
CAPITULO III.....		29
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		29
3.1.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	30
3.1.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	30
3.1.2.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN	30
3.1.3.	MÉTODO	30
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN	31
3.2.1.	POBLACIÓN	31
3.2.2.	MUESTRA	31
3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	33
3.3.1.	TÉCNICAS	33
3.3.2.	INSTRUMENTOS.....	33
CAPITULO IV		34
ESTUDIO DE MATERIALES		34
4.1.	INTRODUCCIÓN	35
4.2.	CEMENTO	35
4.2.1.	NORMATIVA.....	35
4.2.2.	DESCRIPCIÓN	35
4.3.	AGUA	36
4.4.	AGREGADO FINO CANTERA HUAMBUTIO.....	36
4.4.1.	DESCRIPCIÓN	36
4.4.2.	CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO	36
4.4.3.	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO.....	38
4.4.4.	PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO	41
4.4.5.	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO	43
4.5.	AGREGADO GRUESO CANTERA HUAMBUTIO	46
4.5.1.	DESCRIPCIÓN	46

4.5.2.	CONTENIDO DE HUMEDAD.....	46
4.5.3.	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO	48
4.5.4.	PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO.....	52
4.5.5.	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO.....	54
4.6.	AGREGADO GRUESO FIBRAS DE CAUCHO	56
4.6.1.	DESCRIPCION	56
4.6.2.	CONTENIDO DE HUMEDAD.....	58
4.6.3.	PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO FIBRAS DE CAUCHO.....	59
4.6.4.	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO CAUCHO.....	61

CAPITULO V.....63

PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS63

5.1.	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO PARA LA ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO HUECO CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO.	64
5.1.1.	DESCRIPCIÓN	64
5.1.2.	INFORMACIÓN REQUERIDA PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS MÉTODO ACI 211:	64
5.1.3.	PROCEDIMIENTO DE DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO CON EL MÉTODO ACI 211	65
5.1.4.	ELECCIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA f'_{cr}	66
5.1.5.	ELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP).....	68
5.1.6.	ELECCIÓN DE TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADO	70
5.1.7.	ESTIMACIÓN DEL AGUA DE MEZCLA Y CONTENIDO DE AIRE.....	71
5.1.8.	ELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA CEMENTO (A/C).....	71
5.1.9.	CALCULO DEL CONTENIDO DE CEMENTO	72
5.1.10.	CONTENIDO DEL AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO	72
5.1.11.	AJUSTES POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN.....	73
5.1.12.	PESO DE AGREGADOS HUMEMOS:	74
5.1.13.	CALCULO DE LAS CANTIDADES EN PESO	74
5.1.14.	CÁLCULOS DE PROPORCIONES EN VOLUMEN.....	74
5.1.15.	VOLUMEN EN ESTADO SUELTO.....	74
5.1.16.	PROPORCIÓN EN VOLUMEN:	75
5.2.	RESULTADO DE DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO ACI 211	75
5.2.1.	DISEÑO DE MEZCLAS CON 0% DE CAUCHO.....	76
5.2.2.	DISEÑO DE MEZCLAS CON 10% DE CAUCHO.....	77
5.2.3.	DISEÑO DE MEZCLAS CON 15% DE CAUCHO.....	78
5.2.4.	DISEÑO DE MEZCLAS CON 20% DE CAUCHO.....	79
5.3.	ELABORACIÓN Y ENSAYO A COMPRESIÓN AXIAL DE BLOQUES DE CONCRETO HUECO CON INCORPORACIÓN DE CAUCHO.	80
5.3.1.	PROCESO DE ELABORACIÓN DE BLOQUES HUECOS DE CONCRETO CON INCORPORACIÓN DE	

<i>FIBRAS DE CAUCHO</i>	80
5.3.2. <i>VARIACIÓN DIMENSIONAL</i>	84
5.3.3. <i>ALABEO</i>	88
5.3.4. <i>ABSORCIÓN</i>	91
5.4. ENSAYO A COMPRESIÓN AXIAL DE BLOQUES DE CONCRETO HUECO CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO.	93
5.4.1. <i>PROCEDIMIENTO:</i>	93
5.4.2. <i>CALCULO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE BLOQUES DE CONCRETO HUECO CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO.</i>	94
5.5. ENSAYO A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS CON BLOQUE DE CONCRETO HUECO CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO.	100
5.5.1. <i>MORTERO</i>	100
5.5.2. <i>PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LAS PILAS DE ALBAÑILERÍA</i>	101
5.5.3. <i>CALCULO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS CON BLOQUES DE CONCRETO HUECO CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO.</i>	102
5.6. AISLAMIENTO ACÚSTICO CON BLOQUE DE CONCRETO HUECO CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO.	104
5.6.1. <i>DESCRIPCIÓN</i>	104
5.6.2. <i>EQUIPOS Y MATERIALES</i>	104
5.6.3. <i>PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR EL AISLAMIENTO ACÚSTICO DE LOS MUROS, CON BLOQUE DE CONCRETO HUECO CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO.</i>	106
5.6.4. <i>RESULTADOS DE AISLAMIENTO ACÚSTICO</i>	112
5.7. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	118
CAPÍTULO VI	120
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	120
6.1. CONCLUSIONES	121
6.2. RECOMENDACIONES	123
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	124
ANEXOS	126

ÍNDICE DE GRAFICOS

Grafico 1: Curva Granulométrica del Agregado Fino	41
Grafico 2: Curva Granulométrica del Agregado Grueso	51
Grafico 3: Comparación de Resultados de Compresión Axial de Bloques de Concreto Hueco	99
Grafico 4: Comparación de Resultados de Compresión Axial de Pilas de Bloques de Concreto Hueco	103
Grafico 5. Vista en Planta del Prototipo de los Muros	106
Grafico 6. Vista Frontal del Muro.....	107
Grafico 7. Resultados de las Pruebas de Sonido en el Prototipo sin Techo.....	113
Grafico 8: Variación del Nivel de Ruido	114
Grafico 9. Resultados de las Pruebas de Sonido en el Prototipo con Techo	115
Grafico 10: Variación Del Nivel De Ruido	116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Unidades de Albañilería para fines estructurales.....	20
Tabla 2: limitaciones para fines estructurales	21
Tabla 3: Métodos para determinar esfuerzos.	23
Tabla 4: Proporcionamiento de caucho en volumen.....	32
Tabla 5: Cantidad de especímenes a ensayar.	33
Tabla 6: Requisitos de componentes químicos del Cemento Portland tipo IP	35
Tabla 7: Requisitos de componentes físicos del Cemento Portland tipo IP	35
Tabla 8: Requisitos a compresión del Cemento Portland tipo IP	36
Tabla 9: Resultados de contenido de humedad agregado grueso	37
Tabla 10: Límites y Husos del Agregado Fino	39
Tabla 11: Granulometría de Agregado Fino	40
Tabla 12: Peso unitario del agregado grueso.	43
Tabla 13: peso específico del agregado fino.....	46
Tabla 14: Contenido de humedad del agregado grueso.	47
Tabla 15: Cantidad mínima de muestra de agregado grueso	49
Tabla 16: Límites del agregado grueso.	50
Tabla 17: Granulometría de Agregado grueso.....	50
Tabla 18: Peso unitario del agregado grueso.	53

Tabla 19: Cantidad mínima de muestra de acuerdo al tamaño máximo nominal del agregado grueso.....	55
Tabla 20: Cálculo del peso específico del agregado grueso	56
Tabla 21: Volumen por unidad de bloque de concreto hueco.	57
Tabla 22: Cantidad de caucho según a los porcentajes de incorporación.....	57
Tabla 23: Contenido de humedad de agregado grueso caucho.....	58
Tabla 24: peso unitario del caucho.	60
Tabla 25: Peso específico de caucho	62
Tabla 26: Resumen de las Propiedades Físicas de los Agregados Fino y grueso.....	65
Tabla 27: Corrección por Desviación Estándar	67
Tabla 28: Resistencia a la Compresión Promedio sin datos de Desviación Estándar	68
Tabla 29: Resistencia a la compresión.....	68
Tabla 30: Asentamiento según consistencia	70
Tabla 31: Contenido de agua (m ³).....	71
Tabla 32: Relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto	72
Tabla 33: Volumen de Agregado Grueso por Volumen de Concreto.....	73
Tabla 34: Diseño de mezclas en peso	76
Tabla 35: Diseño de mezclas en volumen.....	76
Tabla 36: Proporción en peso	76
Tabla 37: Proporción en volumen.....	76
Tabla 38: Diseño de mezclas en peso	77
Tabla 39: Diseño de mezclas en volumen.....	77
Tabla 40: Proporción en peso	77
Tabla 41: Proporción en volumen.....	77
Tabla 42: Diseño de mezclas en peso	78
Tabla 43: Diseño de mezclas en volumen.....	78
Tabla 44: Proporción en peso	78
Tabla 45: Proporción en volumen.....	78
Tabla 46: Diseño de mezclas en peso	79
Tabla 47: Diseño de mezclas en volumen.....	79
Tabla 48: Proporción en peso	79
Tabla 49: Proporción en volumen.....	79
Tabla 50: Proporciones de materiales en pie 3, para la elaboración del concreto.	80
Tabla 51: Variación dimensional con respecto a la longitud.	85

Tabla 52: Variación dimensional con respecto a la altura.	86
Tabla 53: Variación dimensional con respecto al ancho.	87
Tabla 54: Dimensiones aceptables para variación dimensional y alabeo de unidades de albañilería.....	88
Tabla 55: Alabeo cara de asiento superior.....	89
Tabla 56: Alabeo cara de asiento inferior.....	90
Tabla 57: Absorción de los bloques de concreto hueco.....	92
Tabla 58: Resultados de los ensayos a compresión axial de los bloques de concreto hueco, sin incorporación de fibras de caucho.....	95
Tabla 59: Resultados de los ensayos a compresión axial de los bloques de concreto hueco, con 10 % de incorporación de fibras de caucho.	96
Tabla 60: Resultados de los ensayos a compresión axial de los bloques de concreto hueco, con 15 % de incorporación de fibras de caucho.	97
Tabla 61: Resultados de los ensayos a compresión axial de los bloques de concreto hueco, con 20 % de incorporación de fibras de caucho.....	98
Tabla 62: Resumen de los resultados de compresión axial de los bloques de concreto hueco con incorporación de fibras de caucho.....	99
Tabla 63: Factores de corrección de f'_m por esbeltez.....	100
Tabla 64: Tipos de mortero de acuerdo al uso.....	100
Tabla 65: Resultados de compresión axial de pilas de bloques de concreto hueco.....	102
Tabla 66: Resumen de resultados de aislamiento acústico.....	113
Tabla 67: Resumen de resultados de aislamiento acústico.....	116

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido	3
Cuadro 2: Resultados De Niveles De Ruido En 32 Puntos Monitoreados En La Provincia Cusco	5
Cuadro 3: Operacionalizacion de Variables	28

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A. Análisis granulométrico por tamizado Agregado Grueso Cantera Huambutio. .	82
ANEXO B. Análisis granulométrico por tamizado Agregado Fino cantera Huambutio.....	83
ANEXO C. Cálculo de propiedades físicas Agregado Grueso Cantera Huambutio.	84
ANEXO D. Cálculo de propiedades físicas Agregado Fino Cantera Huambutio.	85
ANEXO E. Cálculo de propiedades físicas Agregado Grueso fibras de caucho.....	87
ANEXO F. Diseño de mezclas según el método del ACI 211.	88
ANEXO G. Diseño de mezclas según las diferentes proporciones de incorporación de fibras de caucho.	96
ANEXO H. Planos de los bloques de concreto hueco.	143
ANEXO I. Pruebas Acústicas sin considerar techo.	146
ANEXO J. Pruebas acústicas considerando techo.	155

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

Foto 1. Selección del agregado	81
Foto 2. Mesclado del agregado con fibras de caucho	81
Foto 3. Mezclado del agregado con agua.....	82
Foto 4. Moldeado de la mezcla.	82
Foto 5. Desmoldado de los bloques.	83
Foto 6. Fraguado de los bloques.	83
Foto 7. Secado y curado.....	84
Foto 8 Variación Dimensional	84
Foto 9. Alabeo.....	88
Foto 10. Secado en horno por 24 horas y sumergido en agua por 24 horas.	91
Foto 11. Refrentado de las caras de asiento.	93
Foto 12. Colocado de los bloques para su prueba a compresión.	94
Foto 13. Asentado de unidades (pilas).....	101

Foto 14. Almacenado y curado de pilas de albañilería.	101
Foto 15. Sonómetro digital	104
Foto 16. Cronometro digital.....	104
Foto 17. Bloques listos para los diferentes ensayos de laboratorio.	105
Foto 18. Selección de los bloques.....	107
Foto 19. Trazo y replanteo para el asentado de bloques	108
Foto 20. Mesclado de mortero.....	108
Foto 21. Asentado de bloques	108
Foto 22. Nivelado y aplomado.....	109
Foto 23. Curado y secado de juntas	109
Foto 24. Colocación de planchas de tecnopor	109
Foto 25. Ubicación y marcado de puntos para las pruebas acústicas	110
Foto 26. Ubicación del aparato de sonido para las pruebas acústicas	110
Foto 27. Lectura del sonido patrón dentro del prototipo.....	111
Foto 28. Toma de datos en la pared interior de los muros.....	112
Foto 29. Toma de datos en la pared exterior de los muros.....	112

CAPÍTULO I
GENERALIDADES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos años, la Ciudad del Cusco viene atravesando niveles de contaminación acústica extremos, los cuales son producidos mayormente por el parque automotor, así mismo, cabe indicar que en las construcciones modernas, no se viene implementando ningún tipo de aislante acústico, que disminuya los ruidos dentro de las viviendas, esto se debe a que en la Ciudad del Cusco, se tiene desconocimiento de materiales acústicos, por tal motivo se pretende dar solución a este problema, utilizando bloques de concreto hueco con incorporación de fibras de caucho de neumático en desuso, los que serán utilizados en la construcción de muros, tanto en fachadas y muros divisorios.

1.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

A. Nacional

En la Ciudad de Lima de acuerdo al estudio realizado por el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), se indica lo siguiente:

Indica que, para la medición del ruido ambiental en la Provincia de Lima, se ha considerado un total de doscientos veinticuatro (224) puntos, distribuidos en cuarenta y tres (43) Distritos y establecidos en coordinación con los representantes de las Municipalidades Distritales en el 2013. Con el fin de analizar la variación del nivel de presión sonora con respecto a los resultados de la campaña del año 2013, los doscientos veinticuatro (224) puntos de medición correspondientes a la Provincia de Lima, fueron replicados en su totalidad durante la campaña del 2015. (Loredo de Izcue & villalba garcés, 2016, p. 31).

La zonificación de cada punto de medición se realizó tomando como base las ordenanzas vigentes emitidas por la Municipalidad Provincial de Lima, que rigen para los 43 Distritos que la conforman. Sin embargo, dichas ordenanzas presentan algunas categorías que no coinciden con las zonas de aplicación establecidas en los ECA Ruido. (Loredo de Izcue & Villalba Garcés, 2016, p. 31)

En nuestro país el año 2003 se aprobó el Reglamento para los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido, mediante D.S. N° 085-2003-PCM, como única Normativa Nacional vigente respecto a ruido, valores señalados en el cuadro 1:

Cuadro 1: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

ZONAS DE APLICACIÓN	VALORES EXPRESADOS EN LAEQT	
	HORARIO DIURNO	HORARIO NOCTURNO
Zona de protección especial	50 dB	40 dB
Zona residencial	60 dB	50 dB
Zona comercial	70 dB	60 dB
Zona industrial	80 dB	70 dB

Fuente: Reglamento para los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido

El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), como parte de su función de supervisión a Entidades de Fiscalización ambiental (EFA), verifica que los Gobiernos Locales cumplan con esta fiscalización y brinda constantemente asistencia técnica para el uso de sonómetros (por ejemplo, sobre las características de los equipos que cada Distrito necesita según sus características geográficas), mediante la realización de capacitaciones masivas a servidores públicos de municipalidades de Lima Metropolitana y de Provincias. (Loredo de Izcue & Villalba Garcés, 2016, p. 16)

B. Local

En la Ciudad de Cusco de acuerdo al estudio realizado por el Plan de Desarrollo Urbano Cusco al 2023, 2015, se indica lo siguiente:

El ruido en la Ciudad de Cusco, es otro de los problemas ambientales, generada principalmente por las actividades del sector transporte terrestre y aéreo, construcción y otras actividades económicas no reguladas. Un exceso de ruido puede, no sólo provocar en la persona pérdidas de la capacidad auditiva en forma temporal o permanente, sino que también puede generar directamente trastornos cardiovasculares y hormonales. La exposición prolongada a un nivel de ruido elevado en una persona provoca un aumento del riesgo de infarto e influye en la salud mental, y también en términos de estrés y su evolución de carácter ansio-depresivo; fuente de importantes perturbaciones del sueño, dificulta las comunicaciones, así como de trastornos en el comportamiento social. (Plan de Desarrollo Urbano Cusco al 2023, 2015, p. 6)

En la Provincia Cusco, aun el cumplimiento e implementación de políticas e instrumentos de regulación con responsabilidad ambiental y social son débiles, a pesar de las considerables inversiones y utilidades que genera el transporte aéreo. Se evidencia por los niveles encima de 120 decibeles. (Plan de Desarrollo Urbano Cusco al 2023, 2015, p. 6)

1. Diagnóstico Ruido

a. Monitoreo para Ruido

El monitoreo de ruido se llevó a cabo mediante evaluaciones que permitieron la medición de ruido en zonas estratégicas influenciadas por el tráfico vehicular, vuelo de los aviones comerciales y otras actividades. En agosto del 2012 Profesionales del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) – Cusco, con la participación del equipo técnico de Sub Gerencia de Medio Ambiente de la Municipalidad Provincial del Cusco; realizaron las mediciones de ruido ambiental en 32 puntos críticos en función a las observaciones y recomendaciones dadas por el personal de la Municipalidad Provincial de Cusco y una evaluación de ruido ambiental previa realizada el año 2010 por el OEFA. (Plan de Desarrollo Urbano Cusco al 2023, 2015, p. 6)

Los resultados encontrados fueron sometidos a un análisis comparativo con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), de igual manera se realizó la comparación con el Límite Máximo Permisible para el Centro Histórico de Cusco, considerado como Zona de Protección Especial de acuerdo a la Ordenanza Municipal 046-2008-MPC (Cuadro 2). (Plan de Desarrollo Urbano Cusco al 2023, 2015, p. 6)

Cuadro 2:
Resultados De Niveles De Ruido En 32 Puntos Monitoreados En La Provincia Cusco

Idem	Puntos de Monitoreo	Nivel de Ruido (db)	Centro Histórico 50 db	Zona Residencial 60 db	Zona Comercial 70 db	Zona Industrial 80 db
P01	Esquina de Plazoleta Limacpampa vs. Avenida Tullumayo	71.3	-21,3	-11.3	-1.3	8.7
P02	Av. Tullumayo vs. Calle Ruinas	71.4	-21,4	-11.4	-1.4	8.6
P03	Calle Santa Teresa vs. Calle Siete Cuartones	67.5	-17,5	-7.5	2.5	12.5
P04	Calle Meloc vs. Calle Siete Cuartones	73.3	-23,3	-13.3	-3.3	6.7
P05	Calle Mesón de la Estrella vs. Calle Márquez	71.5	-21,5	-11.5	-1.5	8.5
P06	Av. El Sol vs. Calle Mantas	67.6	-17,6	-7.6	2.4	12.4
P07	Pampa del Castillo vs. Calle Afligidos	71.1	-21,1	-11.1	-1.1	8.9
P08	Puente Rosario vs. Avenida Pardo	71.2	-21,2	-11.2	-1.2	8.8
P09	Calle Ayacucho vs. Calle San Andrés	74.3	-24,3	-14.3	-4.3	5.7
P10	Calle San Andrés vs. Calle Carmen Kijllu	70.5	-20,5	-10.5	-0.5	9.5
P11	Calle Concevidayoc vs. Calle Santa Clara	69.6	-19,6	-9.6	0.4	10.4
P12	Calle Concevidayoc vs. Calle Nueva	69.3	-19,3	-9.3	0.7	10.7
P13	Calle Tres Cruces de Oro vs. Calle Nueva	72.9	-22,9	-12.9	-2.9	7.1
P14	Calle Tres Cruces de Oro vs. Avenida Grau	72	-22,0	-12	-2	8
P15	Calle Belén vs. Calle tres Cruces de Oro	72.4	-22,4	-12.4	-2.4	7.6
P16	Calle Belén vs. Calle Jerusalén	70.4	-	-10.4	-0.4	9.6
P17	Av. Antonio Lorena (entrada terminal terrestre Santiago)	73.1	-	-13.1	-3.1	6.9
P18	Av. El Sol vs. AV. Garcilaso	72.7	-22,7	-12.7	-2.7	7.3
P19	Av. El Sol vs. Av. Pardo	69.9	-19,9	-9.9	0.1	10.1
P20	Av. Anselmo Alvarez vs. Hospital ESSALUD	70.3	-	-10.3	-0.3	9.7
P21	Av. Huayrupata vs. Jirón Espinar	72.6	-	-12.6	-2.6	7.4

P22	Óvalo Pachacutec frente a la Alameda Pachacutec	66.6	-	-6.6	3.4	13.4
P23	Av. 28 de Julio, altura tercer paradero de Ttio	72.6	-	-12.6	-2.6	7.4
P24	C.C. Molino I, frente a puerta de acceso Calle Manco Capac.	73.1	-	-13.1	-3.1	6.9
P25	Óvalo Libertadores	69.6	-	-9.6	0.4	10.4
P26	Calle Hilario Mendivil y C.H.H. (entre bloque A y B)	70.8	-	-10.8	-0.8	9.2
P27	Vía Expresa, altura del frigorífico pesquero	69.4	-	-9.4	0.6	10.6
P28	Av. La Cultura y Calle Retiro (colegio Clorinda Matto)	77.2	-	-17.2	-7.2	2.8
P29	Av. La Cultura vs. Víctor Raúl Haya de la Torre	68.8	-	-8.8	1.2	11.2
P30	Prolong. Av. La Cultura, altura del Cóndor	73.8	-	-13.8	-3.8	6.2
P31	Prolong. Av. La Cultura, altura Universidad Andina	74.1	-	-14.1	-4.1	5.9
P32	Prolong. Av. La Cultura vs. Puesto Policial San Jerónimo	71.9	-	-11.9	-1.9	8.1

Fuente: (Plan de Desarrollo Urbano Cusco al 2023, 2015, p. 7)

Del cuadro 2 se observa que el nivel de ruido ambiental en Cusco se encuentra entre los valores de 66.6 dB (Alameda Pachacutec) y 77,2 dB (Av. La Cultura colegio Clorinda Matto de Turner y calle Retiro) inadecuados para zonas de residencia y Zonas de protección especial según norma. (Plan de Desarrollo Urbano Cusco al 2023, 2015, p. 7)

Según los resultados logrados para este diagnóstico ninguno de los 32 puntos críticos evaluados sería considerado como Zona de Protección Especial debido a que superan ampliamente los 50 dBA establecido en el D.S. N°085-2003.PCM, por lo que, tampoco cumplen con el Límite máximo permisible (LMP) de 50 dBA establecido para el Centro Histórico de Cusco según la OM 046-2008-MPC. (Plan de Desarrollo Urbano Cusco al 2023, 2015, p. 7)

Ninguno de los 32 puntos críticos monitoreados podría ser considerado como Zona

Residencial, debido a que sus valores registrados superan los 60 dBA establecidos por norma en el D.S.N°085-2003.PCM.

Según los valores obtenidos durante esta evaluación 05 puntos (Calle Concevidayoc vs. Calle Santa Clara, Calle Concevidayoc vs. Calle Nueva, Av. El Sol vs. Av. Pardo, Óvalo Libertadores, Av. La Cultura vs. Víctor Raúl Haya de la Torre) de los 32 evaluados serían considerado como Zona Comercial debido a que sus valores registrados se encuentran aún por debajo de 70 dBA, sin embargo, estos valores se encuentran muy cerca a los Estándares de Calidad ambiental (ECA) por lo que se consideran sitios críticos, mientras que los 27 restantes de acuerdo a la zonificación por ruido serian zonas industriales por superar los 70 dBA. (Plan de Desarrollo Urbano Cusco al 2023, 2015, p. 7)

Según el presente estudio el tráfico aéreo y vehicular producido por autos, motos, camiones, buses, etc. son las principales causas del ruido ambiental medido; seguido de ruidos generados por actividades económicas sean estas con fines de comercio, distracción etc.

Los principales componentes del ruido del tráfico vehicular son:

- El ruido de las bocinas ocasionado por el uso indiscriminado por los conductores.
- El uso de silbatos por los policías.
- El parque automotor antiguo, con motores extremadamente ruidosos.
- La presencia simultánea de semáforos y policías.
- La falta de silenciador en el tubo de escape de motocarros y motos.

b. Problemática Ruido

La Municipalidad Provincia de Cusco, cuenta con una Ordenanza Municipal para regular el ruido ambiental tan solamente para Zonas de Protección del Centro Histórico, cuyos niveles de ruido deberían ser mínimos (por debajo de 50 dBA); los cuales no están siendo implementados; lo cual se evidencia las 24 horas del día. Considerando, que los impactos sonoros en las diferentes Ciudades del País, hace falta que el Ministerio del Ambiente implemente protocolos estandarizados de medición de ruido ambiental; lo cual podría impulsar, a que los Municipios establezcan responsabilidades e infracciones. (Plan de Desarrollo Urbano Cusco al 2023, 2015, p. 7)

1.1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.2.1. Espacial

El desarrollo de la presente investigación se llevó a cabo en la Ciudad del Cusco, Provincia y Departamento del Cusco, así mismo, se utilizaron agregado de procedencia de la Cantera de Huambutio, los mismos que fueron analizados en el laboratorio “UNITEST” en la Ciudad del Cusco.

1.1.2.2. Temporal

El trabajo de investigación tuvo una duración de 07 meses, en el periodo comprendido entre febrero de 2017 a agosto del 2017.

1.1.2.3. Cuantitativa

Para el presente trabajo de investigación se realizaron un número total de 38 unidades de bloques de concreto hueco convencionales y 114 unidades de Bloques de Concreto Hueco con Incorporación de Fibras de Caucho, haciendo un total de 152 muestras para los diferentes estudios.

1.1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.3.1. Problema General

¿De qué manera la incorporación de fibras de caucho de neumático en la dosificación de bloques de concreto hueco, disminuye la Contaminación Acústica dentro de las Viviendas de la Ciudad del Cusco?

1.1.3.2. Problema Específico

- ¿En qué medida disminuye la contaminación acústica con la incorporación de fibras de caucho de neumático, en la elaboración de bloques de concreto hueco?
- ¿Cuál será la proporción de fibras de caucho de neumático, utilizada para la elaboración de bloques de concreto hueco, para disminuir la contaminación acústica dentro de las viviendas de la Ciudad del Cusco?

1.2. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

1.2.1. Objetivo General

Determinar de qué manera la incorporación de fibras de caucho de neumático en bloques de concreto hueco disminuye la contaminación acústica dentro de las viviendas de la Ciudad del Cusco.

1.2.2. Objetivo Especifico

- Determinar en qué medida disminuye la contaminación acústica con la incorporación de fibras de caucho de neumático, en la elaboración de bloques de concreto hueco a partir de ensayos de laboratorio.
- Establecer la proporción de fibras de caucho de neumático a utilizar para la elaboración de muros con bloques de concreto hueco, para disminuir la contaminación acústica dentro de las viviendas de la Ciudad de Cusco.

1.3. JUSTIFICACIÓN DE INVESTIGACIÓN

1.3.1. Justificación

El presente trabajo de investigación realizado, se justifica en la necesidad de mejorar la calidad de vida de la población de la Ciudad del Cusco, que está expuesta a la contaminación acústica producida por el parque automotor, con la utilización de fibras de caucho de neumático en sustitución parcial del agregado grueso, para la elaboración de bloques de concreto hueco.

1.3.2. Originalidad

El presente trabajo de investigaciones es original por cuanto no se ha desarrollado ningún trabajo de investigación sobre la utilización de fibras de caucho de neumático, para la elaboración de bloques de concreto hueco, para la construcción de muros en las viviendas de la Ciudad del Cusco.

1.3.3. Pertinencia

Se aplica: En bloques de concreto hueco.

1.3.4. Relevancia

a. En lo teórico

Servirá como base de información para ampliar los conocimientos de otros materiales.

b. En lo práctico

Permitirá elaborar bloques de concreto hueco con propiedades acústicas, utilizando fibras de caucho de neumáticos en desuso, material de desecho que se produce en cantidad en la Ciudad del Cusco.

c. En lo metodológico

La investigación es un instrumento importante para mejorar las técnicas y ampliar los conocimientos e innovar, permitiendo a todas las ciencias y la ingeniería, contribuir en el desarrollo de nuevas tecnologías para mejorar la calidad de las unidades de albañilería.

1.3.5. Oportunidad

Es oportuno el presente trabajo de investigación, porque permitirá mejorar las propiedades acústicas de los bloques de concreto hueco, usado en el ámbito local, permitiendo reducir la contaminación acústica dentro de las viviendas de las Ciudad del Cusco.

1.3.6. Factibilidad

Es factible por que se cuenta con información relacionada a muros acústicos en el ámbito Internacional y Nacional, con diferentes tipos de materiales.

CAPITULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

A. EN EL MUNDO

Trabajo de investigación Titulada: **“Utilización de Fibras de Caucho de Neumáticos Reciclados, en la Elaboración de Bloques de Mampostería para Mitigar el Impacto Ambiental en el Cantón Ambato”**, presentado por Neyva Gissela Almeida Salazar, en la Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, en el año 2011.

Cuyo estudio se realizó con el objetivo de mostrar una nueva alternativa de mitigación al impacto ambiental que los neumáticos fuera de uso provocan al medio ambiente y merman la calidad de vida de los Ciudadanos del cantón Ambato; lo que se propone es la utilización de fibras de caucho de neumáticos usados en la fabricación de bloques de mampostería que cumplan con la resistencia necesaria para su utilización, innovando la industria de la construcción. (Almeida Salazar, 2011, p. 16).

El trabajo es de carácter teórico – experimental, contiene revisión bibliográfica, la cual ha permitido desarrollar la tecnología utilizada. El trabajo de campo, corresponde a la construcción de los bloques y de laboratorio ya que es allí donde se midió su resistencia. Se utilizaron fichas de campo y de laboratorio que facilitaron la recopilación y procesamiento de la información. El trabajo se realizó en su totalidad en el cantón Ambato, con materiales que se pueden obtener fácilmente. (Almeida Salazar, 2011, p. 16)

Los resultados muestran que los bloques de mampostería, fabricados con fibras de caucho de neumáticos reciclados a un porcentaje del 5% en sustitución del agregado fino, tienen mayor resistencia, lo que indica que es una tecnología factible y amigable con el ambiente, debiéndose considerar como una alternativa viable de reciclaje y reutilización de desechos. (Almeida Salazar, 2011, p. 16).

Donde se tuvieron los siguientes objetivos:

- Determinar los sectores e impactos ambientales que los neumáticos fuera de uso producen en el cantón Ambato para fomentar mecanismos de reciclaje en el sector.
- Fabricar bloques de mampostería utilizando fibras de caucho de neumáticos desechados para mitigar el impacto ambiental.
- Definir el porcentaje adecuado de fibras de caucho por bloque de mampostería.
- Establecer las propiedades y la resistencia de los mampuestos fabricados con fibras de caucho de neumáticos para compararlos con los del mercado.
- Analizar las ventajas de la incorporación de fibras de neumático en la mampostería para verificar su factibilidad en la construcción.
- Comprobar la eficiencia de la reutilización de neumático desechado en la elaboración de bloques de mampostería para idealizar el mecanismo de mitigación del impacto ambiental.
- Proponer la fabricación de bloques de mampostería utilizando fibras de caucho de neumáticos desechados para mitigar el impacto ambiental en el cantón Ambato. (Almeida Salazar, 2011, p. 6),

Asi mismo, se arribo a las siguientes conclusiones:

- Se ha cumplido con el objetivo planteado en este documento, que consistió en el estudio de la eficiencia de la utilización de fibras de caucho de neumáticos reciclados en la elaboración de bloques de mampostería como alternativa de mitigación al impacto ambiental en el cantón Ambato para lo que se obtuvieron resultados que servirán de iniciativa para combatir con la contaminación. (Almeida Salazar, 2011, p. 43)
- Se han fabricado los bloques de mampostería siguiendo el procedimiento normal y con los materiales de uso común incorporando las fibras de caucho de neumáticos reciclados a diferentes porcentajes en sustitución del agregado fino y durante este procedimiento se pudo observar que el caucho no produjo ningún cambio fuera de lo normal en la fabricación de los mismos. (Almeida Salazar, 2011, p. 43)

- El bloque luego de someterlos a la carga de compresión se observó que la incorporación del caucho en los mismos mejoró la adherencia con los demás materiales ya que al llegar a la carga de rotura el bloque se trisaba y no se partía en pedazos como el bloque normal, esto sucedió por las propiedades que el caucho posee como la resistencia y elasticidad. (Almeida Salazar, 2011, p. 43)

B. EN EL PERÚ

Título: “Bloques de Concreto con Material Reciclable de Caucho para Obras de Edificación”, presentado por Issel Suarez Jiménez y Edgar Armando Mujica Núñez, en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, en el 2016.

Cuyo estudio se realizó con la finalidad de minimizar el impacto ambiental que generan los neumáticos luego de transcurrida su vida útil, surge como objetivo fundamental del presente trabajo de investigación, analizar la influencia de la adición del caucho granulado, proveniente de los neumáticos en desuso, como parte del agregado fino en la fabricación de bloques huecos de concreto, a través de ensayos destructivos y no destructivos. Los estudios de resistencia a la compresión realizados a los bloques, con un reemplazo progresivo (5%, 10%, 15%, 20% y 25%) del agregado fino por caucho granulado en volumen, ensayados a la edad de 7, 14 y 28 días, indican que la adición de caucho hasta en un 20% no presentan variaciones significativas al compararlos con el concreto tradicional. Por otra parte, el módulo de rigidez dinámico, disminuye a mayor adición de caucho granulado, además el caucho granulado en el concreto ofrece mayor aislamiento acústico y térmico. (Suarez jiménez & mujica Nuñez, 2016, p. 9).

Donde se tuvieron los siguientes objetivos:

- Determinar las características de la calidad de los agregados a utilizar para los diferentes diseños de mezcla.
- Determinar por medio de la prueba de compresión axial de testigos cilíndricos de concreto, si los diseños de mezcla con caucho granulado son óptimos para la elaboración de bloques huecos de concreto.

- Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los bloques; establecidas en la norma de albañilería E-070 y la Norma Técnica Peruana.
- Analizar las propiedades físicas y mecánicas de los bloques fabricados, mediante la comparación con los bloques de concreto convencional, establecidas por la norma de albañilería E-070 y la Norma Técnica Peruana.
- Comparar el aislamiento térmico y acústico que presentan, el bloque de concreto convencional con el bloque óptimo propuesto con adición de caucho. (Suarez Jiménez & Mujica Nuñez, 2016, p. 18).

Así mismo, se arribó a las siguientes conclusiones:

- De acuerdo a la hipótesis uno, para la relación agua/cemento de 0.89 sin adición de caucho granulado se obtuvo una resistencia característica de 44.57 kg/cm², esta resistencia va disminuyendo según aumenta el porcentaje de caucho granulado, siendo el porcentaje óptimo un 15% de caucho granulado en volumen, sustituido en el agregado fino ya que la resistencia característica presentada en este diseño D-4 (15% caucho) es de 39.92 kg/cm², con una variación porcentual de 10.43%. La influencia del caucho granulado en la resistencia es mínima puesto que el valor de la covarianza es de -0.049, pero influirá en otras propiedades como el aislamiento acústico y térmico.
- De acuerdo a la hipótesis dos, la variación dimensional y el alabeo se van incrementando a mayores porcentajes de caucho granulado, debido a que el caucho intenta recuperar su forma después de ser vibro-compactado. Mientras que el porcentaje de absorción y succión se van reduciendo a mayores porcentajes de caucho, debido a que el caucho no absorbe agua.
- De acuerdo a la hipótesis tres, el caucho granulado reemplazado en el concreto en un 15% del agregado fino, presenta mejor aislamiento acústico que un bloque convencional, estos bloques fueron expuestos a los niveles de ruido comprendidos entre 47.4 dB-65.1 dB que según la OMS es el nivel de ruido permitido al exterior de los dormitorios, observando una diferencia del 94.74% del nivel de sonido recibido entre un bloque convencional y el bloque propuesto con 15% de caucho. (Suarez Jiménez & Mujica Nuñez, 2016, p. 128)

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Contaminación Acústica

La contaminación acústica o contaminación sonora es el exceso de sonido que altera las condiciones normales del ambiente en una determinada zona. Si bien el ruido no se acumula, traslada o mantiene en el tiempo como las otras contaminaciones, también puede causar grandes daños en la calidad de vida de las personas si no se controla bien o adecuadamente. (Contaminacion Acústica, 2015)

También hace referencia al ruido (entendido como sonido excesivo y molesto), provocado por las actividades humanas (tráfico, industrias, locales de ocio, aviones, barcos, entre otros.) que produce efectos negativos sobre la salud auditiva, física y mental de los seres vivos. (Contaminacion Acústica, 2015)

Este término está estrechamente relacionado con el ruido debido a que esta se da cuando el ruido es considerado como un contaminante, es decir, un sonido molesto que puede producir efectos nocivos fisiológicos y psicológicos para una persona o grupo de personas. (Contaminacion Acústica, 2015)

Las principales causas de la contaminación acústica son aquellas relacionadas con las actividades humanas como el transporte, la construcción de edificios, obras públicas y las industrias, entre otras.

Se ha dicho por organismos internacionales, que se corre el riesgo de una disminución importante en la capacidad auditiva, así como la posibilidad de trastornos que van desde lo psicológico (paranoia, perversión) hasta lo fisiológico por la excesiva exposición a la contaminación sónica. Un informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS), considera los 70 dB (a), como el límite superior deseable. (Contaminacion Acústica, 2015)

a) **características concretas que lo diferencian de otros contaminantes:**

- Es el contaminante más barato de producir y necesita muy poca energía para ser emitido.
- Es complejo de medir y cuantificar.
- No deja residuos, no tiene un efecto acumulativo en el medio, pero si puede tener un efecto acumulativo en sus efectos en el hombre.
- Tiene un radio de acción mucho menor que otros contaminantes, es decir, se localiza en espacios muy concretos.
- No se traslada a través de los sistemas naturales, como el aire contaminado movido por el viento, por ejemplo.
- Se percibe sólo por un sentido: el oído, lo cual hace subestimar su efecto. Esto no sucede con el agua, por ejemplo, donde la contaminación se puede percibir por su aspecto, olor y sabor.

b) **Consecuencias**

- | | |
|------------------------|---------------------------|
| • Malestar y estrés | • Dificultad de |
| • Trastornos del sueño | convivencia |
| • Pérdida de atención | • Costes sanitarios |
| • Dificultad de | • Baja productividad |
| comunicación | • Accidentes laborales |
| • Pérdida de oído | • Pérdida de valor de los |
| • Afecciones | inmuebles |
| cardiovasculares | • Ciudades inhóspitas |
| • Retraso escolar | • Retraso económico y |
| • Conductas agresivas | social |

2.2.2. Albañilería

La albañilería se define como el arte de construir estructuras a partir de elementos de albañilería que se unen y pegan usando mortero u otras materias capaces de endurecer. Es uno de los trabajos más importantes en construcción y es esencial en la vida del ser humano, estando presente desde los tiempos más antiguos. (Ques es la albañilería, s.f, p1)

2.2.3. Unidad de albañilería

2.2.3.1. *Características Generales*

- Se denomina ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano.
- Se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo.
- Estas unidades pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial.
- Las unidades de albañilería de concreto serán utilizadas después de lograr su resistencia especificada y su estabilidad volumétrica. Para el caso de unidades curadas con agua, el plazo mínimo para ser utilizadas será de 28 días, que se comprobará de acuerdo a la NTP 399.602. Bloques de concreto para uso estructural.

2.2.3.2. *Unidades de Concreto*

La ventaja de las unidades de concreto sobre las anteriores es que dependiendo de la dosificación que se emplee (cemento-arena-confitillo-agua), pueden lograrse unidades con una resistencia que dependa del uso a que se destine.

Estas unidades pueden ser artesanales (ladrillos) o industriales (ladrillos y bloques), con un tono gris verdoso, aunque puede agregarse pigmentos que varíen su color. Su textura usual es gruesa, con poros abiertos, y su peso puede aligerarse empleando piedra pómez como agregado.

Fabricación

En los procesos artesanales la dosificación de los materiales se hace por volumen (usualmente 1:2:4, cemento-arena-confitillo de 1/4"); mientras que en los procesos industriales se dosifica por peso. En ambos casos, se utiliza una baja cantidad de agua (Slump 1"), a fin de permitir el desmolde de la unidad sin que se desmorone.

El mezclado de los materiales se hace a mano (artesanal) o a máquina (industrial). El moldeo se realiza por vibro-compresión (industrial), utilizando máquinas estacionarias o "ponedoras" (en obra), o chuceando la mezcla en moldes artesanales.

El proceso de curado industrial se hace en cámaras de vapor (50°C, a baja presión), en cámaras autoclave (150°C, a presión de 6 a 10 atmósferas), o con riego por aspersión. Artesanalmente el curado se realiza echándoles agua durante una semana en un tendal. Estas unidades pueden utilizarse después de 28 días de su fabricación.

2.2.3.3. *Propiedades y Ensayos de Clasificación*

Conocer las propiedades de las unidades es necesario básicamente para tener una idea sobre la resistencia de la albañilería, así como de su durabilidad ante el intemperismo. Sin embargo, no puede afirmarse que la mejor unidad proporcione necesariamente la mejor albañilería.

Las propiedades de la unidad que están asociadas con la resistencia de la albañilería son:

- Resistencia a la Compresión y Tracción.
- Variabilidad Dimensional y Alabeo.
- Succión.

Las propiedades de la unidad que están relacionadas con la durabilidad de la albañilería son:

- Resistencia a la Compresión y Densidad
- Eflorescencia, Absorción y Coeficiente de Saturación

2.2.3.4. *Bloques de Concreto*

De acuerdo con el RNE. E.070. Albañilería, los bloques se clasifican en:

TIPO I.- Usados en la construcción de muros portantes. El espesor mínimo de las caras o paredes del bloque debe ser 15 mm.

TIPO II.- Empleados para la construcción de tabiques, cercos y parapetos. El espesor mínimo de las caras o paredes del bloque debe ser 13 mm.

Las dimensiones nominales (las reales más 1 cm de junta) de los bloques enteros que usualmente se emplean en los muros portantes, son: 40x15x20 y 40x20x20 cm (largo x ancho x altura); en tanto que las dimensiones de los medios bloques son 20x15x20 y 20x20x20 cm.

Puesto que los bloques son empleados en edificaciones con dimensiones modulares en sus ambientes, la Norma es rigurosa en el aspecto dimensional; se especifica que por cada lote de 2 millares debe hacerse la prueba de variación de dimensiones sobre una muestra de 20 unidades, admitiéndose tolerancias hasta de ± 3 mm en cada arista, con un alabeo máximo de 3 mm. Si se encuentra que dos bloques de esa muestra no cumplen con esas especificaciones, se ensaya otra muestra; si se vuelve a encontrar otras dos unidades defectuosas, se rechaza el lote.

De las 20 unidades anteriores se seleccionan tres bloques; dos se ensayan a compresión (velocidad de carga entre 20 a 30 kg/cm²-min) y uno a absorción (24 horas de inmersión).

2.2.3.5. Clasificación para fines estructurales

Para efectos del diseño estructural, las unidades de albañilería tendrán las características indicadas en la Tabla 1.

Tabla 1: Unidades de Albañilería para fines estructurales
CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN fb mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P (1)	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP (2)	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

Fuente: RNE E. 070 Albañilería

- (1) Bloque usado en la construcción de muros portantes
- (2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes

2.2.3.6. Limitaciones en su aplicación

El uso o aplicación de las unidades de albañilería estará condicionado a lo indicado en la Tabla 2. Las zonas sísmicas son las indicadas en la NTE E.030 Diseño Sismo Resistente.

Tabla 2: limitaciones para fines estructurales

LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES			
TIPO	ZONA SÍSMICA 2 Y 3		ZONA SÍSMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal	NO	Sí, hasta dos pisos	SI
Sólido Industrial	SI	Sí	SI
Alveolar	Sí Celdas totalmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	NO	NO	SI
Tubular	NO	NO	Sí, hasta 2 pisos

Fuente: RNE E. 030 Diseño Sismo resistente

Las limitaciones indicadas establecen condiciones mínimas que pueden ser exceptuadas con el respaldo de un informe y memoria de cálculo sustentada por un ingeniero civil.

2.2.3.7. Pruebas

- a) **Muestreo.**- El muestreo será efectuado a pie de obra. Por cada lote compuesto por hasta 50 millares de unidades se seleccionará al azar una muestra de 10 unidades, sobre las que se efectuarán las pruebas de variación de dimensiones y de alabeo. Cinco de estas unidades se ensayarán a compresión y las otras cinco a absorción.
- b) **Resistencia a la Compresión.**- Para la determinación de la compresión de las unidades de albañilería, se efectuará los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo indicado en las Normas **NTP 399.613 y 339.604**. La resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería ($f'c$) se obtendrá restando una desviación estándar (s) al valor promedio de la muestra.

- c) **Variación Dimensional.**- Las dimensiones de la unidad se expresan como: largo x ancho x altura en centímetros, el largo y el ancho vienen a ser la superficie de asiento.

La prueba de Variación Dimensional es necesaria realizarla para determinar el espesor de las juntas de la albañilería. Por cada incremento de 3 mm en el espesor de las juntas horizontales la resistencia a compresión disminuye en 15 %, así mismo disminuye la resistencia al corte.

- d) **Absorción.**- Los ensayos de absorción se harán de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.604 y 399.1613.

2.2.3.8. Aceptación de la unidad

- a) Si la muestra presentase más de 20% de dispersión en los resultados (coeficiente de variación), para unidades producidas industrialmente, o 40 % para unidades producidas artesanalmente, se ensayará otra muestra y de persistir esa dispersión de resultados, se rechazará el lote.
- b) La absorción de las unidades de arcilla y sílico calcáreas no será mayor que 22%. El bloque de concreto clase, tendrá una absorción no mayor que 12% de absorción. La absorción del bloque de concreto NP, no será mayor que 15%.
- c) El espesor mínimo de las caras laterales correspondientes a la superficie de asentado será 25 mm para el Bloque clase P y 12 mm para el Bloque clase no portante (NP).
- d) La unidad de albañilería no tendrá materias extrañas en sus superficies o en su interior, tales como guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea.
- e) La unidad de albañilería de arcilla estará bien cocida, tendrá un color uniforme y no presentará vitrificaciones. Al ser golpeada con un martillo, u objeto similar, producirá un sonido metálico.
- f) La unidad de albañilería no tendrá resquebrajaduras, fracturas, hendiduras grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia.
- g) La unidad de albañilería no tendrá manchas o vetas blanquecinas de origen salitroso o de otro tipo.

2.2.3.9. Resistencia de prismas de albañilería

La resistencia de la albañilería a compresión axial (f_m) y a corte (v_m) se determinará de manera empírica (recurriendo a tablas o registros históricos de resistencia de las unidades) o mediante ensayos de prismas, de acuerdo a la importancia de la edificación y a la zona sísmica donde se encuentre, según se indica en la Tabla 3.

Tabla 3: Métodos para determinar esfuerzos.

MÉTODOS PARA DETERMINAR $F'M$ Y $V'M$									
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA	EDIFICIOS DE 1 A 2 PISOS			EDIFICIOS DE 3 A 5 PISOS			EDIFICIOS DE MÁS DE 5 PISOS		
	Zona Sísmica			Zona Sísmica			Zona Sísmica		
	3	2	1	3	2	1	3	2	1
($F'm$)	A	A	A	B	B	A	B	B	B
($V'm$)	A	A	A	B	A	A	B	B	A

Fuente: RNE E. 070 albañilería

- A. Obtenida de manera empírica conociendo la calidad del ladrillo y del mortero.
- B. Determinadas de los ensayos de compresión axial de pilas y de compresión diagonal de muretes mediante ensayos de laboratorio.

2.2.4. Caucho

Caucho sustancia natural o sintética que se caracteriza por su elasticidad, repelencia al agua y resistencia eléctrica. El caucho natural se obtiene de un líquido lechoso de color blanco llamado látex, que se encuentra en numerosas plantas. El caucho sintético se prepara a partir de hidrocarburos insaturados. (El caucho SBR).

Caucho SBR

El Caucho Estireno Butadieno más conocido como caucho SBR es un copolímero (polímero formado por la polimerización de una mezcla de dos o más monómeros) del Estireno y el 1,3-Butadieno. Este es el caucho sintético más utilizado a nivel mundial. (El caucho SBR).

Existen diferentes tipos de cauchos, y estos se pueden clasificar en dos grandes grupos: el caucho natural y el caucho sintético. La principal diferencia entre ambos radica en el origen de las materias primas. A continuación se explica cada uno de ellos:

- **Caucho natural:** Este se obtiene a partir de un fluido lácteo llamado látex hallado en muchas especies vegetales típicas de regiones tropicales.
- **Caucho sintético:** Este se obtiene a partir del procesamiento de hidrocarburos. (El caucho SBR)

2.2.5. Neumáticos

Un neumático es un elemento que permite a un vehículo desplazarse en forma suave a través de superficies lisas. Consiste en una cubierta principalmente de caucho que contiene aire el cual soporta al vehículo y su carga. Su invención se debe al norteamericano Charles Good Year quién descubrió, accidentalmente en 1880, el proceso de vulcanización, con el que se da al caucho la resistencia y solidez necesaria para fabricarlo.

En la actualidad, la mayoría de los neumáticos de vehículos de pasajeros como los de camión son radiales, por lo que están compuestos de una banda de rodamiento elástica, una cintura prácticamente inextensible y una estructura de arcos radialmente orientada, sobre una membrana inflada y sobre unos aros también inextensibles que sirven de enganche a otro elemento rígido, que es la llanta. También existe otro tipo de neumáticos llamados diagonales, utilizados principalmente en camiones.

La complejidad de la forma y de las funciones que cada parte del neumático tiene que cumplir, se traduce también en una complejidad de los materiales que lo componen. El principal componente del neumático es el caucho: casi la mitad de su peso.

La fabricación de neumáticos concentra un gran porcentaje de la industria del caucho constituyendo el 60 % de la producción anual del mismo.

Los elastómeros o cauchos son materiales poliméricos cuyas dimensiones pueden variar según sea el tipo de esfuerzo al que son sometidos, volviendo a su forma cuando el esfuerzo se retira. (Castro, 2008, p. 2)

Reciclaje de neumáticos

La masiva fabricación de neumáticos y las dificultades para hacerlos desaparecer una vez usados constituye uno de los problemas medioambientales, más graves en los últimos años en todo el mundo. Un neumático necesita grandes cantidades de energía para ser fabricado (medio barril de petróleo crudo para fabricar el neumáticos de un camión) y también provoca, si no es convenientemente reciclado, gran contaminación ambiental al formar parte generalmente de vertederos incontrolados. (Castro, 2007, p. 2).

a) Usos para neumáticos triturados

Productos de caucho reciclado: al reprocesar los neumáticos pueden obtenerse nuevos productos como alfombrillas, sandalias, juntas y otros productos que generalmente suelen fabricarse en base a materia virgen. Existen dos modalidades para el procesamiento: ambiental (a temperatura ambiente) y criogénica (a temperaturas extremadamente bajas). (Cempre, 2017, p.1).

- **Fraccionamiento de neumáticos:** aquí se reutilizan directamente los recortes de caucho. A través de la obtención de tiras de caucho y su fundición a altas presiones se producen nuevos productos como felpudos, cintas transportadoras, etc. (Cempre, 2017, p.1).
- **Pirolisis:** Mediante la aplicación de calor, se rompen los enlaces químicos. Es una combustión en ausencia de oxígeno. A través de este procedimiento se obtienen productos secundarios como: coque inferior, gas aceite y acero. El coque inferior puede utilizarse como combustible sólido o como carbón activado, el gas de aceite contiene un alto poder calorífico como para brindar los requerimientos necesarios de energía para el propio proceso de pirolisis y el acero recuperado tiene un pequeño mercado debido al grado de contaminación. (Cempre, 2017, p.1).
- **Gasificación:** este proceso implica la inyección de cantidades controladas de oxígeno de modo de evitar la combustión. Mediante este proceso se obtiene un combustible gaseoso sintético llamado Syngas (Synthesis gas). Existe una planta en Suiza que utiliza este proceso. (Cempre, 2017, p.1).

b) Usos para neumáticos enteros

- **Ingeniería civil:** los neumáticos enteros pueden utilizarse como estructuras de contención en parques o en zonas muy inclinadas o expuestas a lo largo de carreteras. Son menos caros que el material convencional utilizado para esta aplicación, hay gran abundancia y disponibilidad. Aún no se tiene muy claro si este uso genera algún tipo de impacto ambiental como la lixiviación. También pueden utilizarse como capas drenantes en los rellenos sanitarios. (Cempre, 2017, p.2).
- **Aplicaciones marinas:** Pueden construirse arrecifes artificiales uniendo neumáticos usados, hundiéndolos y anclándolos en aguas costeras. En ciertas condiciones se crían diversidad de flora y fauna entorno a estos arrecifes artificiales. También es posible elaborar rompeolas colocándolos próximos a la costa de manera de contrarrestar el efecto de las mareas dando estabilidad en la zona de playas. (Cempre, 2017, p.2).
- **Barreras parachoques:** montados sobre pilas en bordes de carreteras, puentes, etc. No se utilizan grandes cantidades de neumáticos en esta modalidad. (Cempre, 2017, p.2).
- **Usos agrícolas:** son utilizados como material de anclaje de lonas y en caminos o carreteras, pero su uso es muy limitado. La ventaja que presenta esta modalidad es que se da solución a los neumáticos de mayor tamaño que son más difíciles de evacuar. (Cempre, 2017, p.2).
- **Recauchutaje:** este sea probablemente el mejor uso que se le pueda dar a los neumáticos. Este proceso consiste en ampliar la vida útil de los neumáticos realizando un dibujo nuevo sobre la cubierta gastada del neumático. Primero se inspecciona el estado de las cubiertas y del neumático en si reparándolo en caso de ser necesario, se pule el dibujo viejo para luego aplicar el nuevo dibujo. Es común el recauchutaje en neumáticos utilizados por camiones, pero en autos livianos no presenta demasiadas ventajas ya que en precio no hay gran diferencia con los vehículos nuevos. (Cempre, 2017, p.2).

- **Combustión:** tanto enteros como triturados, los neumáticos puede utilizarse para combustión por su alto poder calorífico. Un uso bastante usual es en las cementeras o industrias papeleras. Puede procesarse únicamente neumáticos o junto con otros combustibles o residuos sólidos. Por el contenido de azufre, cinc, acero y oligoelementos, las instalaciones requieren de una tecnología adecuada para controlar las emisiones atmosféricas y tener la capacidad de procesar los residuos resultantes luego de la combustión. (Cempre, 2017, p.2).

2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.3.1. Hipótesis general

La incorporación de fibras de caucho de neumático en la dosificación de bloques de concreto hueco, disminuye la contaminación acústica dentro de las viviendas de la Ciudad del Cusco.

2.3.2. Hipótesis específicas

- Al utilizar fibras de caucho de neumático en la elaboración de bloques de concreto hueco, se logra disminuir la contaminación acústica.
- Las cantidades obtenidas de fibras de caucho de neumáticos en las dosificaciones, permiten mejorar las propiedades acústicas de los bloques de concreto hueco.

2.4. VARIABLES

2.4.1. Variable independiente

Utilización de fibras de caucho de neumático en la elaboración de bloques de concreto hueco.

2.4.2. Variable dependiente

Disminución de la contaminación acústica.

2.4.3. Operacionalización de las Variables

La operacionalización de variables consiste en determinar el método a través del cual las variables serán medidas o analizadas.

Cuadro 3: Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Utilización de fibras de caucho de neumático en la elaboración de bloques de concreto hueco.	<ul style="list-style-type: none"> - Las fibras de caucho son tiras pequeñas obtenidas de forma manual o mecánica de las llantas en desuso. - Los bloques de concreto hueco son unidades de albañilería, elaborados con agregado grueso y fino, utilizados en la construcción de muros y paredes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Porcentajes. - Medidas de las fibras. -Diseño de mezclas 	<p>Cantidades.</p> <p>Longitud ancho y espesor.</p> <p>Cantidades en volumen y peso</p>
Disminución de la contaminación acústica.	Es el exceso de sonido que altera las condiciones normales del ambiente de una determinada zona.	<ul style="list-style-type: none"> -Aminoración del sonido -Porcentajes de disminución 	<p>Calidad de vida Dentro de las viviendas.</p> <p>Pruebas de laboratorio.</p>

Fuente: elaboración propia

CAPITULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación titulado “**DISMINUCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA CON BLOQUES DE CONCRETO HUECO INCORPORANDO FIBRAS DE CAUCHO DE NEUMÁTICO EN MUROS DE VIVIENDAS EN LA CIUDAD DEL CUSCO, 2017**” es una “**Investigación Experimental**”, porque intenta resolver el problema planteado en la investigación.

3.1.2. Nivel de investigación

El trabajo de investigación tiene un “Nivel Experimental”, porque responderá a la pregunta, ¿En qué medida disminuye la contaminación acústica con la incorporación de fibras de caucho de neumático en la elaboración de bloques de concreto hueco?

¿Cuál será la proporción de fibras de caucho de neumático, utilizada para la elaboración de bloques de concreto hueco para disminuir la Contaminación Acústica dentro de las Viviendas de la Ciudad del Cusco?

3.1.3. Método

La metodología será **Hipotética- Deductiva**; porque se ha planteado una **hipótesis** que se demostrara a través de medidas o deducciones que se realizaran en laboratorio.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1. Población

La población de la investigación viene a ser todas las viviendas construidas con materiales de albañilería de la Ciudad del Cusco, inmersas a contaminación acústica, especialmente las que están construidas por bloques de concreto hueco.

Así mismo los bloques de concreto hueco con incorporación de fibras de caucho, fueron sometidos a diferentes pruebas de laboratorio, a continuación se muestran las dimensiones del bloque de concreto hueco.

✓ Largo	: 40.00 cm
✓ Ancho	: 15.00 cm
✓ Alto	: 19.00 cm
✓ Espesor	: 1.6 cm
✓ Área bruta	: 600.00 cm ²
✓ Área neta	: 184.64 cm ²

3.2.2. Muestra

La muestra fue de 152 unidades de bloques huecos de concreto, para los cuales se plantearon 4 diseños que se mencionan a continuación: bloques de concreto sin incorporación de fibras de caucho, con 10% de incorporación de fibras de caucho, con 15% de incorporación de fibras de caucho y finalmente con 20% de incorporación de fibras de caucho, los cuales fueron sometidos a diferentes estudios.

El proporcionamiento de caucho fue realizado en volumen, en relación al volumen total de concreto utilizado en la elaboración de la unidad de albañilería, el cual se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4: Proporcionamiento de caucho en volumen

DESCRIPCIÓN	TOTAL	UND
Bloque de Concreto Hueco con 0 % de caucho	38	Und
Bloque de Concreto Hueco con 10 % de caucho	38	Und
Bloque de Concreto Hueco con 15 % de caucho	38	Und
Bloque de Concreto Hueco con 20 % de caucho	38	Und
TOTAL	152	Und

Fuente: elaboración propia

A continuación se muestra las cantidades que fueron sometidas a pruebas de laboratorio, según lo indica la norma E 070 de Albañilería.

1. Resistencia a la compresión

a. Compresión axial:

03 unid a los 28 días.

b. Compresión axial de pilas:

02 unid a los 28 días.

2. Variación dimensional

03 unid a los 28 días.

3. Alabeo

03 unid a los 28 días.

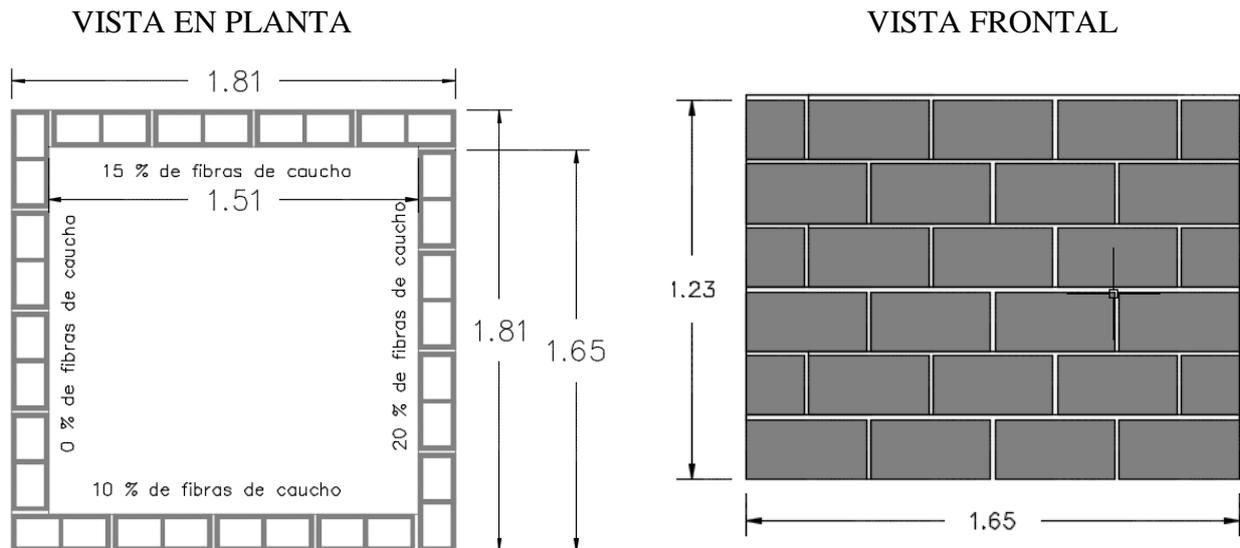
4. Absorción

03 unid a los 28 días.

5. Aislamiento acústico

24 unid a los 28 días.

Así mismo, se presenta un prototipo construido para la prueba acústica, el cual consta de 4 muros, para cada muro se utilizaron 24 unidades de bloques de concreto, el mismo que se muestra a continuación.



El número de especímenes que se ensayaron por cada bloque fue de 38 unidades.

Por consiguiente el número de especímenes se muestra en la tabla 5.

Tabla 5: Cantidad de especímenes a ensayar.

Cantidad de proporcionamiento	4	Und
Cantidad total de especímenes a ensayar	38	Und
TOTAL	152	Und

Fuente: elaboración propia

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. Técnicas

La técnica que se usó en la investigación es la observación de los resultados obtenidos en laboratorio.

3.3.2. Instrumentos

- Las fichas de registro de observación de los ensayos realizados en laboratorio.
- Equipos e instrumentos utilizados para evaluar las unidades de estudio.

CAPITULO IV
ESTUDIO DE MATERIALES

4.1. INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se realizaron los respectivos procedimientos y ensayos que se utilizaron, para determinar las diferentes características físicas de los agregados fino, grueso y fibras de caucho, para la elaboración de concreto que fue usado en los bloques de concreto hueco con incorporación de fibras de caucho, así mismo, se eligió el método de diseño de mezclas ACI 211.

4.2. CEMENTO

4.2.1. NORMATIVA

NTP 334.090.2013 CEMENTOS. Cementos Portland adicionados. Requisitos.

4.2.2. DESCRIPCIÓN

El Cemento que se utilizo es Cemento Portland Puzolanico Yura IP- Alta durabilidad, este producto es fabricado a base de Clinker de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico de alta reactividad y yeso. Esta mezcla es molida industrialmente en molinos de última generación, logrando un alto grado de finura, a continuación se muestran las tablas 6, 7, 8. (Cemento portland puzolanico yura IP).

Tabla 6: Requisitos de componentes químicos del Cemento Portland tipo IP

Requisitos Químicos	Cemento Portland Puzolanico Yura Tipo IP	Requisitos Norma NTP 334.090 ASTM C-595
MgO (%)	1.99	6.00 Máximo
SO (%)	1.75	4.00 Máximo
Perdida de innicion (%)	2.14	5.00 Máximo

Fuente: Cemento portland Yura IP

Tabla 7: Requisitos de componentes físicos del Cemento Portland tipo IP

Requisitos Físicos	Cemento Portland Puzolanico Yura Tipo Ip	Requisitos Norma NTP 334.090 ASTM C-595	Comparativo con Norma Tipo I y Tipo V, Requisitos Norma Técnica NTP 334.009/ASTM C 150
Peso Específico (gr/cm ³)	2.85	-	-
Expansión en autoclave (%)	0	0.80 Max.	-
Fraguado Vicat Inicial (min)	170	45 Min.	-
Fraguado Vicat Final (min)	270	420 Max.	-

Fuente: Cemento portland Yura IP

Tabla 8: Requisitos a compresión del Cemento Portland tipo IP

Resistencia a la Compresión	Kg/cm ²	Mpa	Kg/cm ²	Mpa	Cemento tipo I	
					Kg/cm ²	Mpa
1 días	104	10			-	-
3 días	199	20	133 Min.	13	122	12
7 días	247	24	204 Min.	20	194	19
28 días	342	34	255 Min.	25	-	-
60 días	397	39	-	-	-	-
Resistencia a los sulfatos	Cemento IP				Cemento Tipo V	
% expansión a los 14 días	0.018		-		0.04 Max.	

Fuente: Cemento portland Yura IP

4.3. AGUA

El agua usada en la elaboración de los bloques de concreto hueco, fue potable de la Ciudad del Cusco, el cual cumple los requisitos de la NTP. 339.088 Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland.

4.4. AGREGADO FINO CANTERA HUAMBUTIO

4.4.1. DESCRIPCIÓN

El Agregado Fino que se utilizó fue de procedencia de las canteras de HUAMBUTIO, en la Provincia de Paucartambo, Departamento del Cusco, material que se extrae a tajo abierto.

4.4.2. CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO

Este método es utilizado para determinar la cantidad de humedad que tiene el agregado fino en condiciones normales.

4.4.2.1. Normativa.

NTP 339.185. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

4.4.2.2. Equipos y materiales.

- Balanza electrónica: con sensibilidad a 0.15 del peso de la muestra a ensayar.
- Horno: de tamaño suficiente y capaz de mantener una temperatura constante y uniforme de 110 ± 5 °C.
- Recipientes de metal: con el fondo y borde pulido con el fin de no sufrir deformaciones en condiciones de trabajo.

4.4.2.3. Procedimiento.

1. Mezclar la muestra hasta obtener una muestra uniforme.
2. Seleccionar el material por cuarteo y recoger una muestra representativa en estado natural.
3. Pesar el recipiente con la muestra representativa en una balanza electrónica.
4. Introducir dentro del horno a una temperatura de 110 ± 5 °C. durante 24 hrs como mínimo.
5. Luego de cumplido las 24 horas dentro del horno, sacar la muestra y colocarla en un lugar a temperatura ambiente, seguidamente proceder a pesar el recipiente con la muestra en estado seco.

4.4.2.4. Fórmulas para el cálculo.

Contenido de humedad:

$$\text{Contenido de Humedad} = \frac{\text{Peso Humedo} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso Humedo}}$$

4.4.2.5. RESULTADOS:

A continuación se muestran los resultados del contenido de humedad en la tabla 9.

Tabla 9: Resultados de contenido de humedad agregado grueso

Numero de Muestra	Contenido de Humedad Agregado Grueso		
	Peso Natural Húmedo (gr)	Peso Seco del Agregado (gr)	Contenido de Humedad (%)
Muestra 1	1538.82	1460.02	5.12%
Muestra 2	1547.18	1467.15	5.17%
Muestra 3	1529.85	1452.3	5.07%
Promedio			5.12%

Fuente: elaboración propia

De la tabla 9: se aprecia que el contenido de humedad promedio es de 5.12 %.

4.4.3. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO

4.4.3.1. Descripción.

Con la granulometría se determinó la distribución del tamaño de las partículas del Agregado Fino.

4.4.3.2. Normativa.

- NTP 400.012. AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.
- Ensayo de materiales MTC E 204. 2016. Análisis granulométrico para agregados gruesos y finos.

4.4.3.3. Equipos y materiales.

1. Balanza: Con aproximación de 0.1 g.
2. Horno: de tamaño suficiente y capaz de mantener una temperatura constante y uniforme de 110 ± 5 °C.
3. Recipientes de metal: con el fondo y borde pulido con el fin de no sufrir deformaciones en condiciones de trabajo.
4. Cucharas metálicas.
5. Tamices estandarizados por norma #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200.

4.4.3.4. Muestreo.

La muestra del agregado fino es de acuerdo a lo indicado en la norma NTP 400.010. AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras.

4.4.3.5. Procedimiento.

1. Uniformizar la muestra y proceder con el cuarteo
2. Dejar secar la muestra dentro de horno a temperatura de 110 °C para que la muestra este totalmente seca.
3. Seleccionamos los respectivos tamices estandarizados que corresponden para el agregado fino los que se mencionan a continuación: 3/8", #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200, bandeja.
4. Colocar los tamices ordenadamente de manera que el de mayor diámetro se encuentre en la parte superior y el de menor diámetro se encuentre en la parte

inferior.

5. Con la ayuda de un cucharón se vierte la muestra dentro de los tamices, hasta que se haya vertido la totalidad de la muestra.
6. Agitar todo el conjunto de tamices hasta que se logre el tamizado total requerido.
7. Retirar cada tamiz y pesar la cantidad de muestra que se quedó retenido dentro de cada tamiz.
8. Los datos obtenidos en cada peso retenido deberán ser registrados para que posteriormente se obtenga la curva granulométrica y el respectivo módulo de fineza.

4.4.3.6. Límites y husos del agregado fino.

Tabla 10: Límites y Husos del Agregado Fino

Tamiz	Abertura del tamiz	Límite Superior	Límite Inferior
3/8"	9.5	100	100
N° 4	4.75	100	95
N° 8	2.36	100	80
N° 16	1.18	85	50
N° 30	0.6	60	25
N° 50	0.3	30	10
N° 100	0.15	10	2

Fuente: NTP 400.012. AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

El cual significa que la granulometría de agregados finos adecuada para el concreto tiene que estar dentro de estos dos límites.

4.4.3.7. Resultados de la Granulometría del Agregado Fino.

Datos de Laboratorio

Peso de la muestra seca antes del lavado : 2590.06 gr .
 Peso de la muestra seca después del lavado : 2348.17 gr .
 Porcentaje de finos : 9.34 %.

Tabla 11: Granulometría de Agregado Fino
granulometría del agregado fino "Huambutio"

N° Tamiz	Diámetro (mm)	Peso retenido (gr)	%Retenido	%Retenido Acumulado	% Que pasa	Límites especificados por la NTP	
						Límite superior	Límite inferior
3/4"	0.75	0	0.00	0.00	100.00	100	100
1/2"	0.5	4.41	0.19	0.19	99.81	100	100
3/8"	0.475	2.33	0.10	0.29	99.71	100	100
N°4	0.187	59.56	2.54	2.82	97.18	100	95
8	0.094	250.54	10.67	13.49	86.51	100	80
16	0.047	330.56	14.08	27.57	72.43	85	50
30	0.023	577.12	24.58	52.15	47.85	60	25
50	0.012	727.62	30.99	83.13	16.87	30	10
100	0.006	281.19	11.97	95.11	4.89	10	2
200	0.003	103.6	4.41	99.52	0.48	0	0
cazuela		11.24	0.48	100.00	0.00	0	0
TOTAL		2348.17	100.0	274.57			

Fuente: elaboración propia

4.4.3.8. CALCULO DE MÓDULO DE FINEZA (MF)

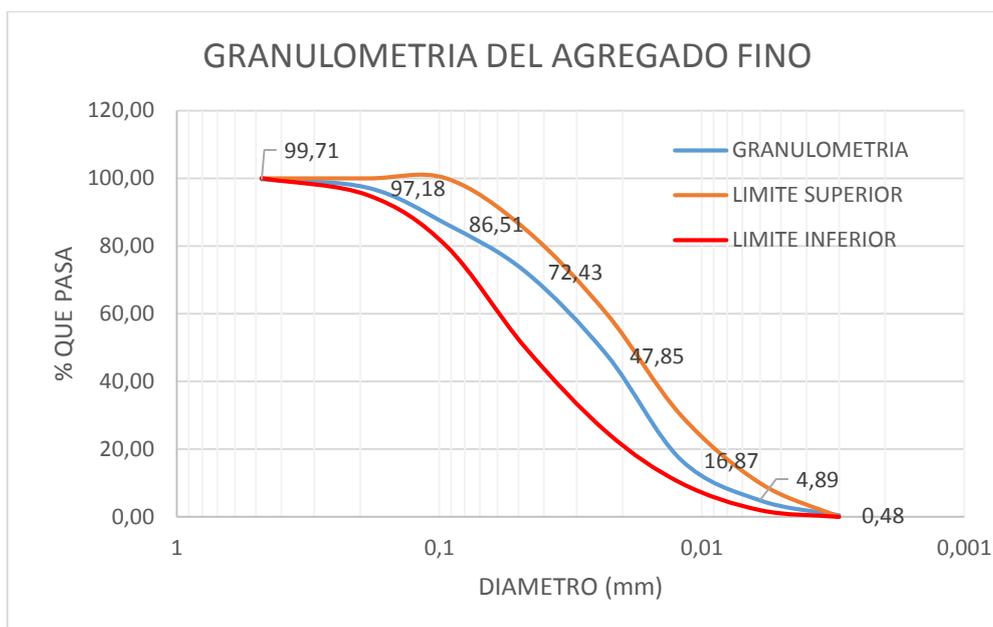
El módulo de fineza viene a ser la sumatoria de los porcentajes retenidos acumulado sobre 100, el cual se muestra en la formula siguiente:

$$MF = \frac{\sum \% Retenido acumulado}{100}$$

$$MF = \frac{0.29 + 2.82 + 13.49 + 27.57 + 52.15 + 83.13 + 95.11}{100}$$

$$MF = 2.75$$

El módulo de fineza para el agregado fino es de 2.75.

Grafico 1: Curva Granulométrica del Agregado Fino

Fuente: Elaboración propia

4.4.4. PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO

4.4.4.1. Descripción.

Este método es utilizado para determinar el valor de peso unitario que se necesita para el posterior diseño de mezclas, así mismo, los valores correspondientes a los respectivos ensayos de peso unitario de los agregados se obtienen tomando en cuenta el método recomendado en la norma NTP 400.017 AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el Peso Unitario del Agregado.

4.4.4.2. Equipos y materiales.

1. Balanza

Balanza con aproximación 0.05 kg y que permita leer con una exactitud de 0.1 % del peso de la muestra.

2. Varilla compactadora

Acero liso de 16 mm (5/8") de diámetro y 60 cm de longitud con una terminación en punta semiesférica.

3. Recipiente de medida

Deberán ser cilíndricos, metálicos, provisto de asas, con el borde y fondo firmes y parejos, con precisión en sus dimensiones interiores y suficientemente rígido para mantener su forma en condiciones severas de uso.

4. Cucharon

Cucharon de suficiente capacidad para llenar el recipiente con el agregado.

4.4.4.3. Procedimiento.

A. Peso unitario suelto

- I. Realizar la selección de la muestra representativa, mediante el proceso de cuarteo.
- II. Pesar el recipiente y proceder a llenar en tres capas.
- III. Una vez se tenga lleno el recipiente se procede a enrazar con una regla metálica con mucho cuidado.
- IV. Pesar el recipiente lleno de muestra del agregado fino.
- V. Registrar el peso obtenido en la balanza.

B. Peso Unitario Compactado

- I. Realizar la selección de la muestra representativa, mediante el proceso de cuarteo.
- II. Llenar el recipiente con muestra de agregado fino, con la ayuda del cucharon metálico hasta un tercio de la altura.
- III. Utilizando una varilla de 5/8" se procede al apisonado dando 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie.
- IV. Se llena hasta las dos terceras partes de la medida y de nuevo se compacta con 25 golpes distribuidos uniformemente sobre toda la superficie.
- V. Finalmente de llena hasta rebosar y se procede a compactar con 25 golpes uniformemente, una vez compactado se enraza en la ayuda de una regla.
- VI. Pesar el recipiente lleno de muestra del agregado fino.
- VII. Registrar el peso obtenido en la balanza.

4.4.4.4. Formulas Para realizar cálculos.

$$\text{Peso Unitario del agregado} = \frac{G - T}{V}$$

Donde:

M= peso unitario del agregado.

G= Peso del recipiente de medida más agregado en (kg).

T= peso del recipiente de medida en (kg).

V= volumen de la medida en (m³).

S= peso específico de la masa.

W= densidad del agua.

4.4.4.5. Resultados.

Tabla 12: Peso unitario del agregado grueso.

Calculo de Peso Unitario Agregado Fino				
Volumen del recipiente (m ³)	Masa suelta (kg)	Masa compactada (kg)	Peso unitario suelto (kg/m ³)	Peso unitario compactado (kg/m ³)
0.0031	4.23	4.70	1380.30	1533.66

Fuente: elaboración propia

4.4.5. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

4.4.5.1. Descripción

El peso específico es un indicador de calidad, en cuanto que los valores elevados corresponden a materiales de buen comportamiento, mientras que el peso específico bajo generalmente corresponde a agregados absorbentes y débiles, caso en el que es recomendable realizar pruebas adicionales.

El siguiente ensayo está basado en la norma NTP 400.022 Peso Específico y Absorción de agregados finos.

4.4.5.2. Equipos y materiales.

1. Balanza

Balanza con capacidad igual o mayor a 5000 g, con sensibilidad de 0.5 g

2. Horno

Con capacidad necesaria para la muestra y que mantenga una temperatura uniforme de 110 ± 5 °C.

3. Frasco volumétrico

Matraz de laboratorio de 500 cm³, calibrado hasta 0,1 cm³ a 20 °C.

4. Molde cónico

Molde metálico de 40 ± 3 mm de diámetro interior en su base menor, 90 ± 3 mm de diámetro interior en una base mayor y 75 ± 3 mm de altura.

5. Apisonador

Varilla para apisonado, metálica, recta, con un peso de 340 ± 15 g y terminada en un extremo en una superficie circular plana para el apisonado, de 25 ± 3 mm de diámetro.

4.4.5.3. *Preparación de muestra.*

Muestrear el agregado de acuerdo con la norma NTP 400.010 AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras, mezclar uniformemente y reducir por cuarteo hasta obtener un espécimen de ensayo de aproximadamente 1 kg.

Colocar el agregado fino obtenido por cuarteo y secado a peso constante a una temperatura de 110 ± 5 °C en un recipiente y cubrir con agua dejando reposar durante 24 horas. retirar el agua evitando pérdida de finos y extender el agregado sobre una superficie plana expuesta a una corriente de aire tibio y remover frecuentemente para el secado uniforme, hasta que las partículas del agregado no se adhieran marcadamente entre sí. Colocar en el molde cónico y golpear la superficie suavemente 25 veces con la varilla para apisonado y levantar luego el molde. Si existe humedad libre el cono de agregado fino mantiene su forma. Seguir secando, revolver constantemente y probar hasta que el cono se derrumbe al quitar el molde, lo que indica que el agregado fino alcanzó una condición de superficie seca.

4.4.5.4. *Procedimiento.*

Introducir en el frasco una muestra de 500 g de material preparado, llenar parcialmente con agua a una temperatura de 23 ± 2 °C hasta alcanzar la marca de 500 cm³. Agitar el frasco para eliminar burbujas de aire de manera manual o mecánicamente.

- I. Absorber todo el aire mediante un equipo especial para esa actividad.
- II. Después de eliminar las burbujas de aire, ajustar la temperatura del frasco y su contenido a 23 ± 2 °C y llenar el frasco hasta la capacidad calibrada. Determinar el peso total del frasco, espécimen y agua.
- III. Remover el agregado fino del frasco, secar en la estufa hasta peso constante a una temperatura de 110 ± 5 °C, enfriar a temperatura ambiente por $\frac{1}{2}$ a $1 \frac{1}{2}$ hora y determinar el peso.

4.4.5.5. Fórmulas para realizar cálculos.

Peso específico de la masa (Pem):

$$Pem = \frac{W_o}{(V - Va)} \times 100$$

Peso específico de la masa saturada con superficie seca (PeSSS)

$$Pem = \frac{W_s}{(V - Va)} \times 100$$

Peso específico aparente (Pea):

$$Pea = \frac{W_o}{(V - Va) - (W_s - W_o)} \times 100$$

4.4.6. Absorción (Ab).

$$Pea = \frac{W_s - W_o}{W_o} \times 100$$

Donde:

Pem : Peso específico de masa.

W_o : Peso en el aire de la muestra secada en el horno (gramos).

W_s : peso saturado de la muestra (gramos).

V : volumen del frasco (cm³).

V_a : Peso en gramos o volumen en cm³ de agua añadida en el frasco.

4.4.6.1. Resultados.

Tabla 13: peso específico del agregado fino

Calculo de Peso Específico Agregado Fino							
Muestra secada en horno gr, (wo)	Volumen del recipiente cm ³ ,(v)	Volumen de agua añadida cm ³ , (va)	Muestra saturada gr (ws)	pem (gr/cm ³)	pesss (gr/cm ³)	pea (gr/cm ³)	ab (%)
491.38	1000	812.15	500.00	2.62	2.66	2.74	1.75

Fuente: elaboración propia

En la tabla 13, se aprecia que el peso específico es de 2.62 gr/cm³.

4.5. AGREGADO GRUESO CANTERA HUAMBUTIO

4.5.1. DESCRIPCIÓN

El agregado utilizado fue de procedencia de las canteras de HUAMBUTIO, en la Provincia de Paucartambo, Departamento del Cusco, material que se extrae a tajo abierto.

4.5.2. CONTENIDO DE HUMEDAD

Este método es utilizado para determinar la cantidad de humedad que tiene el agregado grueso en condiciones normal.

4.5.2.1. Normativa.

NTP 339.185. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

4.5.2.2. Equipos y materiales.

- Balanza electrónica: con sensibilidad a 0.15 del peso de la muestra a ensayar.
- Horno: de tamaño suficiente y capaz de mantener una temperatura constante y uniforme de 110 ± 5 °C.
- Recipientes de metal: con el fondo y borde pulido con el fin de no sufrir deformaciones en condiciones de trabajo.

4.5.2.3. *Procedimiento.*

1. Mezclar la muestra hasta obtener una muestra uniforme.
2. Seleccionar el material por cuarteo y recoger una muestra representativa en estado natural.
3. Pesar el recipiente con la muestra representativa en una balanza electrónica.
4. Introducir dentro del horno a una temperatura de 110 ± 5 °C. durante 24 horas como mínimo.
5. Luego de cumplido las 24 horas dentro del horno, sacar la muestra y colocarla en un lugar a temperatura ambiente, seguidamente proceder a pesar el recipiente con la muestra en estado seco.

4.5.2.4. *Fórmulas para el cálculo.*

Contenido de humedad:

$$\text{Contenido de Humedad} = \frac{\text{Peso Humedo} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso Humedo}}$$

4.5.2.5. *Resultados.*

Tabla 14: Contenido de humedad del agregado grueso.

Numero de muestra	Contenido de Humedad Agregado Grueso		
	Peso natural húmedo	Peso seco del agregado	Contenido de humedad (%)
Muestra 1	3024.99	2956.85	2.253%
Muestra 2	3021.02	2952.18	2.279%
Muestra 3	3028.25	2960.17	2.248%
Promedio			2.260%

Fuente: elaboración propia

En la tabla 14, se aprecia que el Contenido de humedad del agregado grueso es de 2.26 %.

4.5.3. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO

4.5.3.1. Descripción.

Con la granulometría se determinó la distribución del tamaño de las partículas del Agregado Grueso.

4.5.3.2. Normativa.

- NTP 400.012. AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.
- Ensayo de materiales MTC E 204. 2016. Análisis granulométrico para agregados gruesos y finos.

4.5.3.3. Equipos y materiales.

1. Balanza: para agregado fino es con aproximación de 0.1 g.
2. Horno: de tamaño suficiente y capaz de mantener una temperatura constante y uniforme de 110 ± 5 °C.
3. Recipientes de metal: con el fondo y borde pulido con el fin de no sufrir deformaciones en condiciones de trabajo.
4. Cucharas metálicas.
5. Tamices estandarizados por norma 2", 1 ½", 1", ¾", ½", ⅜", ¼" y el #4, #8, bandeja.

4.5.3.4. Muestreo

La muestra del agregado grueso es de acuerdo a lo indicado en la norma NTP 400.010. AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras.

La cantidad de muestra de agregado grueso, después de secado, debe ser de acuerdo a lo establecido en la tabla N° 15.

Tabla 15: Cantidad mínima de muestra de agregado grueso

Tamaño máximo nominal abertura cuadrada		Cantidad mínima de muestra de ensayo
mm	(pulg)	Kg
9.5	(3/8)	1
12.5	(1/2)	2
19	(3/4)	5
25	(1)	10
37.5	(1 1/2)	15
50	(2)	20
63	(2 1/2)	35
75	(3)	60
90	(3 1/2)	100
100	(4)	150
125	(5)	300

Fuente: NTP 400.012. AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

4.5.3.5. *Procedimiento.*

1. Uniformizar la muestra y proceder con el cuarteo.
2. Dejar secar la muestra dentro de horno a temperatura de 110 °C para que la muestra este totalmente seca.
3. Seleccionamos los respectivos tamices estandarizados que corresponden para el agregado grueso los que se mencionan a continuación: 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4" y el #4, #8, bandeja.
4. Colocar los tamices ordenadamente de manera que el de mayor diámetro se encuentre en la parte superior y el de menor diámetro se encuentre en la parte inferior.
5. Con la ayuda de un cucharón se vierte la muestra dentro de los tamices, hasta que se haya vertido la totalidad de la muestra.
6. Agitar todo el conjunto de tamices hasta que se logre el tamizado total requerido.
7. Retirar cada tamiz y pesar la cantidad de muestra que se quedó retenido dentro de cada tamiz.
8. Los datos obtenidos en cada peso retenido deberán ser registrados para que posteriormente se obtenga la curva granulométrica y el respectivo módulo de fineza.

4.5.3.6. Límites y husos del agregado grueso.

Tabla 16: Límites del agregado grueso.

Tamiz (pulg)	Abertura del tamiz (mm)	Límite superior	Límite inferior
3/4"	19.05	100	100
1/2"	12.7	100	90
3/8"	9.525	70	40
N° 4	4.75	150	95
N° 8	2.36	5	0

Fuente: NTP 400.012. AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

El cual significa que la granulometría de agregados grueso adecuado para el concreto tiene que estar dentro de estos dos límites.

4.5.3.7. Resultados de la granulometría del agregado grueso.

Datos de Laboratorio

Peso de la muestra seca antes del lavado : 2956.60 gr .
 Peso de la muestra seca después del lavado : 2791.45 gr .
 Porcentaje de finos : 5.59 %.

Tabla 17: Granulometría de Agregado grueso.

N° tamiz	Diámetro (mm)	Peso retenido (gr)	%retenido	%retenido acumulado	% que pasa	Límites especificados por la NTP	
						Máximo	Mínimo
3/4"	0.75	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	0.50	139.49	5.00	5.00	95.00	100.00	90.00
3/8"	0.375	149.28	5.35	10.34	89.66	70.00	40.00
N°4	0.187	843.14	30.20	40.55	59.45	15.00	5.00
8	0.094	716.44	25.67	66.21	33.79	5.00	0.00
16	0.047	366.57	13.13	79.35	20.65	0.00	0.00
30	0.023	96.09	3.44	82.79	17.21	0.00	0.00
50	0.012	256.8	9.20	91.99	8.01	0.00	0.00
100	0.006	155.15	5.56	97.55	2.45	0.00	0.00
200	0.003	63.03	2.26	99.80	0.20	0.00	0.00
CAZUELA		5.46	0.20	100.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL		2791.45	100.0	473.78			

Fuente: elaboración propia.

4.5.3.8. Cálculo de módulo de fineza (mf)

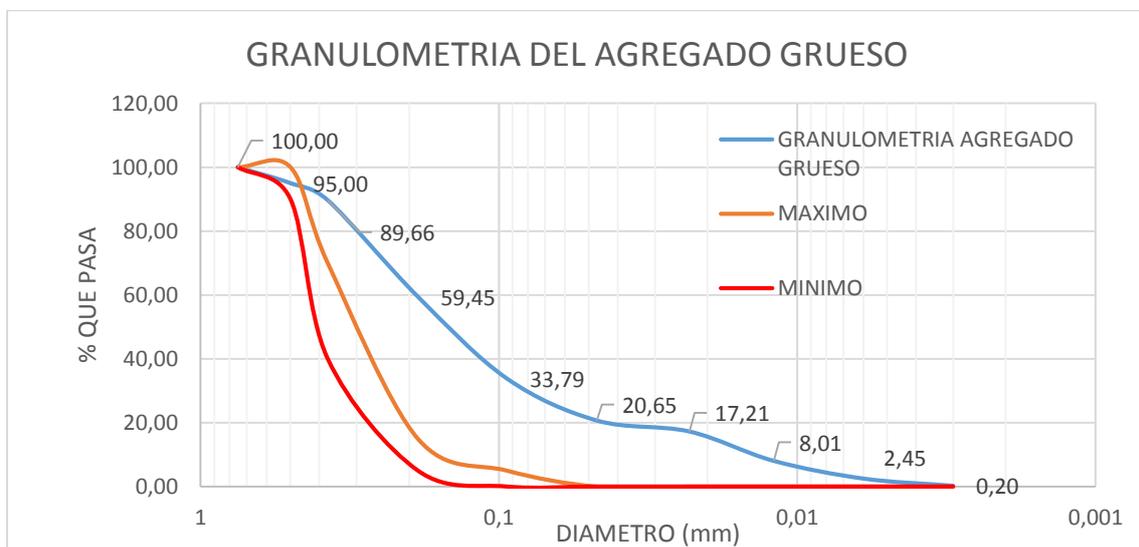
$$MF = \frac{\sum \% \text{ Retenido acumulado}}{100}$$

$$MF = \frac{5 + 10.34 + 40.55 + 66.21 + 79.35 + 82.79 + 91.99 + 97.55}{100}$$

$$MF = 4.74$$

El módulo de fineza para el agregado grueso es de 4.74.

Grafico 2: Curva Granulométrica del Agregado Grueso



Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en el gráfico 2, la curva granulométrica del agregado grueso, no se encuentra dentro de los límites establecidos por la norma NTP 400.012. AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global, dicho material no cumple por ser **Material Confitillo**.

4.5.4. PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO

A. Peso unitario suelto

4.5.4.1. Descripción

Este método es utilizado para determinar el valor de peso unitario que se necesita para el posterior diseño de mezclas, así mismo, los valores correspondientes a los respectivos ensayos de peso unitario de los agregados se obtienen tomando en cuenta el método recomendado en la norma NTP 400.017 AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el Peso Unitario del Agregado.

4.5.4.2. Equipos y materiales.

1. Balanza.

Balanza con aproximación 0.5 kg y que permita leer con una exactitud de 0.1 % del peso de la muestra.

2. Varilla compactadora.

Acero liso de 16 mm (5/8") de diámetro y 60 cm de longitud con una terminación en punta semiesférica.

3. Recipiente de medida.

Deberán ser cilíndricos, metálicos, provisto de asas, con el borde y fondo firmes y parejos, con precisión en sus dimensiones interiores y suficientemente rígido para mantener su forma en condiciones severas de uso.

4. Cucharón

Cucharón de suficiente capacidad para llenar el recipiente con el agregado.

4.5.4.3. Procedimiento.

I. Peso unitario suelto

II. Realizar la selección de la muestra representativa, mediante el proceso de cuarteo.

III. Pesar el recipiente y proceder a llenar en tres capas.

IV. Una vez se tenga lleno el recipiente se procede a enrazar con una regla metálica con mucho cuidado.

V. Pesar el recipiente lleno de muestra del agregado grueso.

VI. Registrar el peso obtenido en la balanza.

B. Peso unitario compactado

- I. Realizar la selección de la muestra representativa, mediante el proceso de cuarteo.
- II. Llenar el recipiente con muestra de agregado grueso, con la ayuda del cucharón metálico hasta un tercio de la altura.
- III. Utilizando una varilla de 5/8" se procede al apisonado dando 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie.
- IV. Se llena hasta las dos terceras partes de la medida y de nuevo se compacta con 25 golpes distribuidos uniformemente sobre toda la superficie.
- V. Finalmente se llena hasta rebosar y se procede a compactar con 25 golpes uniformemente, una vez compactado se enraza en la ayuda de una regla.
- VI. Pesar el recipiente lleno de muestra del agregado grueso.
- VII. Registrar el peso obtenido en la balanza.

4.5.4.4. Fórmulas para realizar cálculos.

$$\text{Peso Unitario del agregado} = \frac{G - T}{V}$$

Donde:

M= peso unitario del agregado

G= Peso del recipiente de medida más agregado en (kg)

T= peso del recipiente de medida en (kg)

V= volumen de la medida en (m³)

S= peso específico de la masa

W= densidad del agua

4.5.4.5. Resultados

Tabla 18: Peso unitario del agregado grueso.

Calculo de peso unitario agregado grueso				
Volumen del recipiente (m ³)	Masa suelta (kg)	Masa compactada (kg)	Peso unitario suelto (kg/m ³)	Peso unitario compactado (kg/m ³)
0.01371	21.80	23.58	1590.23	1720.25

Datos obtenidos en laboratorio (Fuente: elaboración propia)

4.5.5. PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO

4.5.5.1. Descripción

El peso específico es un indicador de calidad, en cuanto que los valores elevados corresponden a materiales de buen comportamiento, mientras que el peso específico bajo generalmente corresponde a agregados absorbentes y débiles, caso en el que es recomendable realizar pruebas adicionales.

El siguiente ensayo está basado en la norma NTP 400.021 Peso Específico y Absorción de agregados grueso.

4.5.5.2. Equipos y materiales.

1. Balanza

Balanza con capacidad igual o mayor a 5000 g, con sensibilidad de 0.5 g.

2. Horno

Con capacidad necesaria para la muestra y que mantenga una temperatura uniforme de 110 ± 5 °C.

3. Recipientes

Recipientes metálicos que servirán para almacenar la muestra mientras dure el ensayo.

4. Canasta

Canasta metálica en el cual se sumergirá el agregado grueso.

5. Dispositivo de suspensión

Se utilizara cualquier dispositivo que permita suspender las canastillas de la balanza, una vez sumergida.

4.5.5.3. Preparación de muestra.

- Muestrear el agregado de acuerdo con la norma NTP 400.010 AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras, mezclar uniformemente y reducir por cuarteo hasta obtener un espécimen de ensayo.
- Tamizar el material y descartar todo el material que pase el tamiz # 4, seguidamente lavar el material para eliminar el polvo, para ensayo se indican las cantidades en la tabla N° 19, en función al tamaño máximo nominal del agregado grueso.

Tabla 19: Cantidad mínima de muestra de acuerdo al tamaño máximo nominal del agregado grueso.

Tamaño máximo nominal		Cantidad mínima de muestra
mm	(pulg)	Kg
Hasta 12.5	1/2	2
19	3/4	3
25	1	4
37.5	1 1/2	5
50	2	8
63	2 1/2	12
75	3	18
90	3 1/2	25

Fuente: NTP 400.021. Peso específico y absorción de agregados gruesos.

4.5.5.4. Procedimiento.

- I. Seleccionar la muestra
- II. Saturar la muestra durante 24 horas
- III. Lavar la muestra hasta eliminar completamente el polvo u otras sustancias extrañas.
- IV. Secar la muestra con la ayuda de un paño con el fin de eliminar la capa superficial de agua.
- V. Pesamos la cesta sumergida en agua.
- VI. Pesamos la muestra sumergida.
- VII. Retiramos la muestra de la cesta y proseguimos a colocarla dentro de una bandeja de acero, seguidamente la llevamos al horno a temperatura constante de 110 ± 5 °C, por el lapso de 24 hr.
- VIII. Una vez pasado las 24 hr, sacamos la muestra y la pesamos.
- IX. Registrar los pesos.

4.5.5.5. Fórmulas para realizar cálculos.

Peso específico de masa:

$$Pem = \frac{A}{B - C} * 100$$

Peso específico de la masa saturada con superficie seca (PeSSS)

$$Pem = \frac{B}{B - C} * 100$$

Peso específico aparente (Pea):

$$Pea = \frac{A}{(A - C)} \times 100$$

Absorción (Ab):

$$Ab(\%) = \frac{(B - A)}{A} \times 100$$

Donde:

A: Peso de la muestra seca en el aire, gramos.

B: peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, gramos.

C: peso en el agua de la muestra saturada.

4.5.5.6. Resultados:

Tabla 20: Cálculo del peso específico del agregado grueso

Calculo de Peso Específico Agregado Grueso						
Peso de la muestra seca gr, (a)	Peso de la muestra saturada gr,(b)	Peso en el agua de la muestra gr,(c)	Pem (gr/cm3)	Pesss (gr/cm3)	Pea (gr/cm3)	Ab (%)
2115.75	2144.68	1368	2.72	2.76	2.83	1.37

Fuente: elaboración propia

En la tabla 20 se aprecia que el peso específico del agregado grueso es de 2.72 gr/cm3.

4.6. AGREGADO GRUESO FIBRAS DE CAUCHO

4.6.1. DESCRIPCION

En el presente trabajo de investigación se usaron fibras de caucho los cuales fueron utilizados en sustitución parcial del agregado grueso, el cual es de procedencia de neumáticos en desuso, dichas fibras de caucho fue obtenido de forma manual.

En la tabla 21 se muestra el volumen de concreto necesario para la elaboración de una unidad de bloque de concreto hueco.

Tabla 21: Volumen por unidad de bloque de concreto hueco.

Volumen por bloque de concreto hueco					
Descripción	Cant	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Total (m3)
LLENO	1	0.4	0.15	0.17	0.0102 M3
HUECO	2	0.176	0.118	0.17	0.0071 M3
BASE	1	0.4	0.15	0.02	0.0012 M3
TOTAL = LLENO +BASE -HUECO					0.0043 M3
% DE VACIOS 5%					0.0002 M3
Volumen por Bloque Hueco de Concreto					0.0041 M3

Fuente: elaboración propia

En la tabla 21, se muestra que el volumen por unidad de bloque de concreto hueco es 0.0041 m3.

A continuación se muestra las cantidades que se utilizaron en la elaboración de los bloques de concreto hueco, dichas cantidades se realizó por volumen y por peso las cuales se muestran en la siguiente tabla 22.

Tabla 22: Cantidad de caucho según a los porcentajes de incorporación

Calculo de caucho					
Caucho (%)	Volumen (m3)	Peso específico (kg/m3)	Masa (kg)	Cant (und)	Sub total (kg)
0%	0.00	996.67	0.00	38	0.00
10%	0.00041	996.67	0.41	38	15.53
15%	0.00062	996.67	0.62	38	23.48
20%	0.00082	996.67	0.82	38	31.06
TOTAL				152	70.07

Fuente: elaboración propia

Teniendo el volumen de concreto, se logró obtener las cantidades de fibras de caucho en peso para los diferentes diseños, que haciende a un total de 70.07 kg, para incorporarlo en el proceso de elaboración de los bloques de concreto hueco con incorporación de fibras de caucho.

Las fibras de caucho presentan las siguientes dimensiones:

Largo : 32 mm
 Ancho : 6mm
 Espesor : 3mm

4.6.2. CONTENIDO DE HUMEDAD

Este método es utilizado para determinar la cantidad de humedad que tiene el agregado grueso en condiciones normales.

4.6.2.1. Equipos y materiales.

- Balanza electrónica: con sensibilidad a 0.15 del peso de la muestra a ensayar.
- Recipientes de metal: con el fondo y borde pulido con el fin de no sufrir deformaciones en condiciones de trabajo.

4.6.2.2. Procedimiento.

1. En este caso el caucho ya no necesita ser mezclado, ya que todas las fibras de caucho tienen las mismas dimensiones.
2. Seleccionar la muestra en estado natural.
3. Pesarse el recipiente con la muestra representativa en una balanza electrónica.
4. Dejar secar a temperatura ambiente durante 24 horas.
5. Luego de cumplido las 24 horas de secado, proceder a pesar el recipiente con la muestra en estado seco.

4.6.2.3. Fórmulas para el cálculo.

Contenido de humedad:

$$\text{Contenido de Humedad} = \frac{\text{Peso Humedo} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso Humedo}}$$

A continuación se muestran los resultados del contenido de humedad del agregado (fibras de caucho).

4.6.2.4. Resultados:

Tabla 23: Contenido de humedad de agregado grueso caucho.

Numero de Muestra	Contenido de Humedad Agregado Grueso Caucho		
	Peso Natural Húmedo	Peso Seco del Agregado	Contenido de Humedad (%)
Muestra	1686.1	1685.2	0.053%

Fuente: elaboración propia

Se puede apreciar que este material tiene humedad de 0.053% por no tener porosidad y ser de caucho.

4.6.3. PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO FIBRAS DE CAUCHO

4.6.3.1. Descripción.

En este caso se utilizó el mismo procedimiento del agregado grueso.

Este método es utilizado para determinar el valor de peso unitario que se necesitó para el diseño de mezclas, así mismo, los valores correspondientes a los respectivos ensayos de peso unitario de los agregados se obtienen tomando en cuenta el método recomendado en la Norma NTP 400.017 AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el Peso Unitario del Agregado.

4.6.3.2. Equipos y materiales.

1. Balanza

Balanza con aproximación 0.5 kg y que permita leer con una exactitud de 0.1 % del peso de la muestra.

2. Varilla compactadora

Acero liso de 16 mm (5/8") de diámetro y 60 cm de longitud con una terminación en punta semiesférica.

3. Recipiente de medida

Deberán ser cilíndricos, metálicos, provisto de asas, con el borde y fondo firmes y parejos, con precisión en sus dimensiones interiores y suficientemente rígido para mantener su forma en condiciones severas de uso.

4. Cucharón

Cucharón de suficiente capacidad para llenar el recipiente con el agregado.

4.6.3.3. Procedimiento.

A. Peso unitario suelto.

- I. Realizar la selección de la muestra representativa, mediante el proceso de cuarteo.
- II. Pesar el recipiente y proceder a llenar en tres capas.
- III. Una vez se tenga lleno el recipiente se procede a enrazar con una regla metálica con mucho cuidado.
- IV. Pesar el recipiente lleno de muestra del agregado grueso.
- V. Registrar el peso obtenido en la balanza.

B. Peso unitario compactado.

- I. Realizar la selección de la muestra representativa, mediante el proceso de cuarteo.
- II. Llenar el recipiente con muestra de agregado grueso, con la ayuda del cucharón metálico hasta un tercio de la altura.
- III. Utilizando una varilla de 5/8" se procede al apisonado dando 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie
- IV. Se llena hasta las dos terceras partes de la medida y de nuevo se compacta con 25 golpes distribuidos uniformemente sobre toda la superficie.
- V. Finalmente se llena hasta rebosar y se procede a compactar con 25 golpes uniformemente, una vez compactado se enraza en la ayuda de una regla.
- VI. Pesar el recipiente lleno de muestra del agregado grueso.
- VII. Registrar el peso obtenido en la balanza.

4.6.3.4. Fórmulas para realizar cálculos.

$$\text{Peso Unitario del agregado} = \frac{G - T}{V}$$

Donde:

M= peso unitario del agregado

G= Peso del recipiente de medida más agregado en (kg)

T= peso del recipiente de medida en (kg)

V= volumen de la medida en (m3)

S= peso específico de la masa

W= densidad del agua

4.6.3.5. Resultados

Tabla 24: peso unitario del caucho.

Calculo de peso unitario agregado grueso caucho				
Volumen del recipiente (m3)	Masa suelta (kg)	Masa compactada (kg)	Peso unitario suelto (kg/m3)	Peso unitario compactado (kg/m3)
0.003065	1.46	1.56	475.39	510.26

Fuente: elaboración propia

4.6.4. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO CAUCHO.

4.6.4.1. Descripción.

El peso específico es un indicador de calidad, en cuanto que los valores elevados corresponden a materiales de buen comportamiento, mientras que el peso específico bajo generalmente corresponde a agregados absorbentes y débiles, caso en el que es recomendable realizar pruebas adicionales.

El siguiente ensayo está basado en la norma NTP 400.021 Peso Específico y Absorción de agregados grueso.

4.6.4.2. Equipos y materiales.

1. Balanza

Balanza con capacidad igual o mayor a 5000 g, con sensibilidad de 0.5 g

2. Recipientes

Recipientes metálicos que servirán para almacenar la muestra mientras dure el ensayo.

3. Canasta

Canasta metálica en el cual se sumergirá el agregado grueso.

4. Dispositivo de suspensión

Se utilizara cualquier dispositivo que permita suspender las canastillas de la balanza, una vez sumergida.

4.6.4.3. Procedimiento.

- I. Secar la muestra con la ayuda de un paño con el fin de eliminar la capa superficial de agua.
- II. Pesamos la cesta sumergida en agua.
- III. Pesamos la muestra sumergida
- IV. Retiramos la muestra de la cesta y proseguimos a secarla, por el lapso de 24 horas.
- V. Una vez pasado las 24 horas. de secado pesamos la muestra.
- VI. Registrar los pesos.

4.6.4.4. Fórmulas para realizar cálculos.

Peso específico de masa:

$$Pem = \frac{A}{B - C} * 100$$

Peso específico de la masa saturada con superficie seca (PeSSS)

$$Pem = \frac{B}{B - C} * 100$$

Peso específico aparente (Pea):

$$Pea = \frac{A}{(A - C)} * 100$$

Absorción (Ab):

$$Ab(\%) = \frac{(B - A)}{A} * 100$$

Donde:

A: Peso de la muestra seca en el aire, gramos.

B: peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, gramos.

C: peso en el agua de la muestra saturada.

4.6.4.5. Resultados.

Tabla 25: Peso específico de caucho

Calculo de peso específico agregado grueso caucho						
Peso de la muestra seca gr, (a)	Peso de la muestra saturada gr,(b)	Peso en el agua de la muestra gr,c	Pem (gr/cm3)	Pesss (gr/cm3)	Pea (gr/cm3)	Ab (%)
1563.72	1568.92	-0.02	0.99667	1.00	1.00	0.33

Fuente: elaboración propia

En la tabla 25 se puede apreciar que el peso específico del caucho es de 0.99667 gr/cm3.

CAPITULO V
PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN Y ANÁLISIS DE
RESULTADOS

5.1. DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO PARA LA ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO HUECO CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO.

5.1.1. DESCRIPCIÓN

Para la presente Tesis de Investigación, se tomó en cuenta el método propuesto por **American Concrete Institute** (Diseño de Mezclas ACI 211), así mismo, el diseño que se intenta alcanzar es de una resistencia de $f'c = 20 \text{ kg/cm}^2$, el cual según la norma E 070. Albañilería, sirve para bloques huecos utilizados en muros no portantes, el mismo que se presenta en la tabla 1.

5.1.2. INFORMACIÓN REQUERIDA PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS MÉTODO ACI 211:

Para la elaboración del diseño de mezclas son necesarios los siguientes datos de laboratorio.

- I. Contenido de humedad de los agregados
- II. Análisis granulométrico de los agregados (fino y grueso)
- III. Peso unitario de los agregados
- IV. Peso específico de los agregados (fino y grueso)
- V. Porcentaje de absorción de los agregados (fino y grueso)
- VI. Perfil y textura de los agregados
- VII. Tipo y marca de cemento
- VIII. Peso específico de cemento

5.1.2.1. Resumen De Propiedades Físicas De Los Agregados

Tabla 26: Resumen de las Propiedades Físicas de los Agregados Fino y grueso

Propiedades de los materiales	Agregado fino	Agregado grueso	Caucho	Cemento	Agua
Perfil	-	Angular	Liso	-	-
Peso unitario suelto (kg/m³)	1380.30	1590.23	475.39	-	-
Peso unitario compactado (kg/m³)	1533.66	1720.25	510.26	-	-
Peso específico (kg/m³)	2615.81	2724.09	996.68	2850.00	1000.00
Módulo de fineza	2.75	4.74	-	-	-
TMN	----	1/2"	-	-	-
%abs	1.32	1.37	0.31	-	-
%W	5.12	2.26	-	-	-

Fuente: elaboración propia

5.1.3. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO CON EL MÉTODO ACI 211

A continuación se presenta un resumen de la secuencia del diseño de mezclas de la siguiente manera:

1. Estudio a profundidad de las dimensiones del bloque de concreto hueco.
2. Elección de la resistencia promedio (f'_{cr}).
3. Elección del Asentamiento (Slump).
4. Selección del tamaño máximo del agregado grueso.
5. Estimación del agua de mezclado y contenido de aire.
6. Selección de la relación agua/cemento (a/c).
7. Cálculo del contenido de cemento.
8. Estimación del contenido de agregado grueso y agregado fino.
9. Ajustes por humedad y absorción.
10. Cálculo de proporciones en peso.
11. Cálculo de proporciones en volumen.

5.1.4. Elección de la Resistencia promedio requerida (f'_{cr})

La resistencia promedio requerida está en función a la resistencia a compresión a utilizar, en este caso la resistencia a la compresión de estudio es de $f'_c = 20 \text{ kg/cm}^2$

Para el cálculo de la resistencia promedio existen tres formas las cuales se mencionan a continuación:

1.- Cálculo de la Desviación Estándar

Método 1

Si se posee un registro de resultados de ensayos de obras anteriores deberá calcularse la desviación estándar. El registro deberá:

Representar materiales, procedimientos de control de calidad y condiciones similares a aquellos que se espera en la obra que se va a iniciar.

Representar a concretos preparados para alcanzar una resistencia de diseño que este dentro del rango de $\pm 70 \text{ kg/cm}^2$ de la especificada para el trabajo a iniciar.

Si se posee un registro de 3 ensayos consecutivos la desviación estándar se calculará aplicando la siguiente fórmula:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X_i - X)^2}{(n - 1)}}$$

Donde:

s = Desviación estándar, en kg/cm^2

X_i = Resistencia de la probeta de concreto, en kg/cm^2

X = Resistencia promedio de n probeta, en kg/cm^2

n = Número de ensayos consecutivos de resistencia.

Consiste de por lo menos 30 ensayos consecutivos o dos grupos de ensayos consecutivos que totalicen por lo menos 30 ensayos.

Si se posee dos grupos de ensayos consecutivos que totalicen por lo menos un registro de 30 ensayos consecutivos, la desviación estándar promedio se calculara con la siguiente formula:

$$S = \sqrt{\frac{(n_1-1)(s_1)^2 + (n_2-1)(s_2)^2}{(n_1+n_2-2)}}$$

Donde:

S = Desviación estándar en kg/cm^2

S_1, S_2 = Desviación estándar calculado para los grupos 1 y 2 respectivamente en kg/cm^2

n_1, n_2 = Número de ensayos en cada grupo, respectivamente.

Método 2

Si solo se posee un registro de 15 a 29 ensayos consecutivos, se calculara la desviación estándar “s” correspondiente a dichos ensayos y se multiplicara por el factor de corrección indicado en la tabla 27, para obtener el nuevo valor de “s”.

El registro de ensayos a que se hace referencia en este Método deberá cumplir con los requisitos a), b) del método 1 y representar un registro de ensayos consecutivos que comprenda un periodo de no menos de 45 días calendario.

Tabla 27: Corrección por Desviación Estándar

Muestras	Factor de Corrección
15	1.16
20	1.08
25	1.03
30	1.00

Fuente: comité 211 del ACI.

Calculo de la Resistencia Promedio Requerido

Una vez que la desviación estándar ha sido calculada, la resistencia a compresión promedio requerida (f'_{cr}) se obtiene como el mayor valor de las ecuaciones (1) y (2).

$$f'_{cr} = f'_c + 1.34 * s \dots \dots \dots (1)$$

$$f'_{cr} = f'_c + 2.33 * s - 35 \dots \dots \dots (2)$$

Donde:

s = Desviación estándar, en kg/cm^2 .

2.- Si se desconoce el valor de la desviación estándar

Cuando no tenemos registro de resistencia de probetas correspondientes a obras anteriores, para la cual se utilizara la Tabla 28, para la determinación de la resistencia promedio requerida.

En esta investigación se utilizó esta forma para la determinación de la resistencia promedio requerida, ya que nuestra resistencia a la compresión es de $f'c = 20 \text{ kg}/\text{cm}^2$

Tabla 28: Resistencia a la Compresión Promedio sin datos de Desviación Estándar

$f'c$	$f'cr$
menos de 210	$f'c + 70$
entre 210 a 350	$f'c + 84$
sobre 350	$f'c + 98$

Fuente: comité 211 del ACI.

3.- Teniendo en cuenta el control de calidad en obra

En caso se tenga un riguroso control por parte de los responsables se utilizara la tabla 29.

Tabla 29: Resistencia a la compresión

Nivel de control	$f'cr$
Regular o Malo	$1.30 f'cr$ a $1.50 f'cr$
Bueno	$1.20 f'cr$
Excelente	$1.10 f'cr$

Fuente: comité 211 del ACI.

5.1.5. Elección del asentamiento del Concreto (Slump)

Para la elección del asentamiento del concreto (slump) se ha tomado en cuenta la Norma del MTC e 705.

5.1.5.1. Objetivo

- a. Establecer el método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto en las obras y en el laboratorio.
- b. Este ensayo no es aplicable cuando el concreto contiene una cantidad apreciable de agregado grueso de tamaño mayor de 37.50 mm ($1 \frac{1}{2}$ "") o cuando el concreto no es plástico o cohesivo.

5.1.5.2. Equipo

a. Molde (cono de Abrams)

Debe ser metálico, inatacable por el concreto, con espesor de lámina no inferior a 1.14 mm (0.045”) calibre 16. El molde para la prueba de asentamiento es un tronco de cono de 10 cm de diámetro menor, 20 cm de diámetro mayor y 30 cm de altura, las bases deben ser abiertas, paralelas entre si y perpendiculares al eje del cono. El molde debe estar provisto de agarraderas y de dispositivos para sujetarlo con los pies, el interior del molde debe estar libre de abolladuras ser liso y sin protuberancias.

b. Varilla compactadora

Debe ser de hierro liso, cilíndrica de 16 mm (5/8”) de diámetro y longitud aproximada de 600 mm (24”); el extremo compactador debe ser hemisférico con radio de 8 mm (5/16”).

5.1.5.3. Muestra

La muestra que se utiliza en el ensayo debe ser representativa del concreto. Dicha muestra debe obtenerse de acuerdo con la norma citada.

5.1.5.4. Procedimiento

- a. Se humedece el molde y se coloca sobre una superficie horizontal rígida, plana, húmeda y no adsorbente. Se sujeta firmemente con los pies y se llena con la muestra de concreto en tres capas, cada una de ellas de un tercio del volumen del molde.
- b. Cada capa debe compactarse con 25 golpes de la varilla, distribuidos uniformemente sobre su sección transversal. Para la capa del fondo es necesario inclinar ligeramente la varilla dando aproximadamente la mitad de los golpes cerca del perímetro y avanzando con golpes verticales en forma espiral hacia el centro. La capa del fondo debe compactarse en todo su espesor; las capas intermedia y superior en su espesor respectivo, de modo que la varilla penetre ligeramente en la capa inmediatamente inferior.
- c. El alzado del molde debe hacerse en un tiempo aproximado de 5 a 10 segundos, mediante un movimiento uniforme hacia arriba.
- d. Inmediatamente se mide el asentamiento, determinando la diferencia entre la

altura del molde y la altura medida sobre el centro original de la base superior del espécimen.

Para la elección del Slump se utilizara la tabla 30.

Tabla 30: Asentamiento según consistencia

Consistencia	Asentamiento	Ejemplo de Construcción
Muy seca	0-20 mm	Prefabricados de mediana y alta resistencia.
Seca	20-35 mm	Pavimentos.
Semi seca	35-50 mm	Pavimentos, fundaciones en concreto simple, losas poco reforzadas.
Media (plástica)	50-100 mm	Pavimento compactado a mano, losas, muros, vigas columnas, cimentaciones.
Húmeda	100-150 mm	Elementos estructurales esbeltos o muy reforzados.
Muy húmeda	150-200 mm	Elementos esbeltos, pilotes fundidos.
Súper fluida	más de 200 mm	Elementos muy esbeltos.

Fuente: comité 211 del ACI.

5.1.6. Elección de tamaño máximo de agregado

Las normas de diseño estructural recomiendan que el tamaño máximo nominal del agregado grueso sea el mayor que sea económicamente disponible, siempre que sea compatible con las dimensiones y características de la estructura.

La Norma Técnica de Edificación E. 060 Concreto Armado, prescribe que el agregado grueso no deberá ser mayor de 1/5 de la menor dimensión entre las caras de encofrados; o 1/3 del peralte de la losa: o 3/4 de las especies libre, tendones o ductos de pre esfuerzo, paquetes de barras, tendones o ductos de pres fuerzo.

El tamaño máximo nominal determinado aquí, será usado también como tamaño máximo simplemente.

Se considera que, cuando se incrementa el tamaño máximo del agregado, se reducen los requerimientos del agua de mezcla, incrementándose la resistencia del concreto. En general este principio es válido con agregado hasta 40 mm ($1\frac{1}{2}$ "). En tamaños mayores, solo es aplicable a concretos con baja contenido de cemento.

5.1.7. Estimación del agua de mezcla y contenido de aire

La tabla N° 31, preparada en base a las recomendaciones de Comité 211 del ACI, nos proporciona una primera estimación del agua de mezcla para concretos hechos con diferentes tamaños máximos de agregado con o sin aire incorporado.

Tabla 31: Contenido de agua (m3)

Asentamiento	Agua en L/M3, para los Tamaños Nominales de Agregado Grueso y Consistencia Indicada							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin Aire Incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	154	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
Concreto con Aire Incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---

Fuente: Comité 211 del ACI

5.1.8. Elección de la relación agua cemento (a/c)

Existen dos criterios (**por resistencia y por durabilidad**) para la selección de la relación a/c, de los cuales se elegirá el menor de los valores, con lo cual se garantiza el cumplimiento de los requisitos de las especificaciones. Es importante que la relación a/c seleccionado con la base en la resistencia satisfaga también los requerimientos de durabilidad.

- **Por resistencia**

Para concreto preparado con cemento portland tipo I puede tomarse la relación a/c de la tabla N° 32.

Tabla 32: Relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto

Resistencia a la compresión a los 28 días (kg/cm ²)	Relación agua/cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.4
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.7	0.61
150	0.8	0.71

Fuente: Comité 211 del ACI.

5.1.9. Cálculo del contenido de cemento

Una vez que la cantidad de agua y la relación a/c han sido estimadas, la cantidad de cemento por unidad de volumen del concreto es determinada dividiendo la cantidad de agua por la relación a/c.

$$\text{Contenido de cemento (kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de agua de mezclado (lts/m}^3\text{)}}{\text{Relación a/c (para } f'_{cr}\text{)}}$$

$$\text{Volumen de Cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de Cemento (kg)}}{\text{Peso Especifico del Cemento (kg/m}^3\text{)}}$$

$$\text{Volumen de Cemento (m}^3\text{)} = m$$

5.1.10. Contenido del Agregado Grueso y Agregado Fino

Método del comité 211 del ACI

Se determina el contenido de agregado grueso mediante la tabla 33, elaborada por el comité 211 del ACI, en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso y del módulo de fineza del agregado fino. La tabla 33 permite obtener un coeficiente b/b₀ resultante de la división del peso seco del agregado grueso entre el peso unitario seco y compactado del agregado grueso expresado en kg/cm³.

Tabla 33: Volumen de Agregado Grueso por Volumen de Concreto

Tamaño máximo del agregado grueso		Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de finza del agregado fino (b/bo)			
		Módulo de finza del agreg. Fino			
mm	Pulg	2.40	2.60	2.80	3.00
10	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
20	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
40	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
70	3"	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Comité 211 del ACI

Obtenido b/bo, procedemos a calcular la cantidad de agregado grueso necesario para metro cubico de concreto, de la siguiente manera.

$$\text{Peso seco del A. grueso (kg/m}^3\text{)} = \frac{b}{bo} \times \text{peso unitario compactado del A. G.}$$

Entonces los volúmenes de los agregados grueso y fino serán:

$$\text{Vol. de agregado grueso (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso seco del A. grueso}}{\text{Peso Especifico del A. grueso}}$$

$$\text{Vol. de A. fino (m}^3\text{)} = 1 - (\text{vol. agua} + \text{Vol. aire} + \text{vol. cemento} + \text{Vol. A. G})$$

5.1.11. Ajustes por humedad y absorción

El contenido de agua añadida para formar la pasta será afectada por el contenido de humedad de los agregados. Si ellos están secos al aire absorberán agua y disminuirán la relación agua/cemento y la trabajabilidad, por otro lado si ellos tienen humedad libre en su superficie (agregados mojados) aportarán algo de esta agua a la pasta aumentando la relación a/c, la trabajabilidad y disminuyendo la resistencia a compresión. Por lo tanto estos efectos deben ser tomados estimados y la mezcla debe ser ajustada tomándolos en cuenta, para los cuales se utilizan las siguientes formulas.

5.1.12. Peso de agregados humedos:

$$\text{Vol. de A. grueso humedo (kg)} = \text{Peso A. G. seco} * \left(1 + \frac{\%W}{100}\right)$$

$$\text{Vol. de A. fino humedo (kg)} = \text{Peso A. F. seco} * \left(1 + \frac{\%W}{100}\right)$$

Agua efectiva:

$$\text{Agua en agregado grueso} = \text{Peso A. G. seco} * \left(\frac{\%W - \%a}{100}\right) = x$$

$$\text{Agua en agregado fino} = \text{Peso A. F. seco} * \left(\frac{\%W - \%a}{100}\right) = y$$

$$\text{Agua efectiva (litros)} = \text{Agua de diseño} - (x + y)$$

5.1.13. Calculo de las cantidades en peso

Cemento A. fino A. grueso agua

$$\frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. fino}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. grueso}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso Agua efectiva}}{\text{Peso cemento}}$$

5.1.14. Cálculos de proporciones en volumen

Datos necesarios:

- Peso unitario suelto del cemento (kg/cm²).
- Pesos unitarios sueltos de los agregados grueso y fino (en condición de humedad).

5.1.15. Volumen en estado suelto

- Cemento : Vol. Cemento (m³) = $\frac{\text{peso cemento (kg)}}{P.U.cemento \text{ kg/cm}^3}$
- Agregado fino : Vol. A. Fino (m³) = $\frac{\text{peso agregado fino humedo (kg)}}{P.U.agregado humedo fino \text{ kg/cm}^3}$

- Agregado grueso : Vol. A. Grueso (m³) = $\frac{\text{peso agregado grueso humedo (kg)}}{P.U. A.grueso huemodo \text{ kg/cm}^3}$

5.1.16. Proporción en volumen:

Cemento A. fino A. grueso agua

$$\frac{\text{Vol. cemento}}{\text{vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. fino}}{\text{Vol cemento}} : \frac{\text{Vol A. grueso}}{\text{Vol cemento}} : \frac{\text{Vol Agua efectiva}}{\text{Vol cemento}}$$

5.2. RESULTADO DE DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO ACI 211

Se consideró solo un diseño de mezclas, en donde a la cantidad del agregado grueso, se le sustituyó parcialmente con fibras de caucho de neumático en desuso, en diferentes proporciones, a continuación se muestra los resultados de los diseños de mezclas incluyendo con incorporación de fibras de caucho de 10%, 15% y 20%.

5.2.1. DISEÑO DE MEZCLAS CON 0% DE CAUCHO

Las presentes tablas 34, 35, 36 y 37, nos muestran los resultados del diseño de mezclas sin incorporación de fibras de caucho.

Tabla 34: Diseño de mezclas en peso

DISEÑO EN PESO	
Cemento	232.64 kg
Agregado Fino	833.77 kg
Agregado Grueso	1100.22 kg
Agua	174.79 kg
Caucho	0.00 kg
TOTAL	2341.140 kg

Fuente: elaboración propia

Tabla 35: Diseño de mezclas en volumen

DISEÑO EN VOLUMEN	
Volumen del A.G.	0.405 m ³
Volumen del A.F.	0.319 m ³
Volumen del Aire	0.020 m ³
Volumen del Cemento	0.082 m ³
Volumen del Agua	0.174 m ³
Volumen de Caucho	0.000 m ³
TOTAL	1.000 m³

Fuente: elaboración propia

Tabla 36: Proporción en Peso

Proporción en Peso			
Cemento	Agregado Grueso	Agregado fino	Agua
1.00	4.73	3.58	0.75

Fuente: elaboración propia

Tabla 37: Proporción en Volumen

Proporción en Volumen			
Cemento	Agregado Grueso	Agregado fino	Agua
1.00	5.0	3.9	2.1

Fuente: elaboración propia

5.2.2. DISEÑO DE MEZCLAS CON 10% DE CAUCHO

Las presentes tablas 38, 39, 40 y 41, nos muestran los resultados del diseño de mezclas con el 10% de incorporación de fibras de caucho.

Tabla 38: Diseño de mezclas en Peso

Diseño en Peso	
Cemento	232.640 kg
Agregado Fino	833.777 kg
Agregado Grueso	968.53 kg
Agua	174.495 kg
Caucho	40.389 kg
TOTAL	2249.834 kg

Fuente: elaboración propia

Tabla 39: Diseño de mezclas en volumen

Diseño en Volumen	
Volumen del A.G.	0.365 m ³
Volumen del A.F.	0.319 m ³
Volumen del Aire	0.020 m ³
Volumen del Cemento	0.082 m ³
Volumen del Agua	0.174 m ³
Volumen de Caucho	0.041 m ³
TOTAL	1.000 m³

Fuente: elaboración propia

Tabla 40: Proporción en Peso

Proporción en Peso				
Cemento	Agregado Grueso	Agregado fino	Agua	Caucho
1	4.2	3.6	0.8	0.17

Fuente: elaboración propia

Tabla 41: Proporción en Volumen

Proporción en Volumen				
Cemento	Agregado Grueso	Agregado fino	Agua	Caucho
1	4.9	3.7	1.8	0.50

Fuente: elaboración propia

5.2.3. DISEÑO DE MEZCLAS CON 15% DE CAUCHO

Las presentes tablas 42, 43, 44 y 45, nos muestran los resultados del diseño de mezclas con el 15 % de incorporación de fibras de caucho.

Tabla 42: Diseño de mezclas en Peso

Diseño en Peso	
Cemento	232.640 kg
Agregado Fino	833.777 kg
Agregado Grueso	914.725 kg
Agua	174.795 kg
Caucho	60.584 kg
TOTAL	2216.221 kg

Fuente: elaboración propia

Tabla 43: Diseño de mezclas en volumen

Diseño en Volumen	
Volumen del A.G.	0.344 m ³
Volumen del A.F.	0.319 m ³
Volumen del Aire	0.020 m ³
Volumen del Cemento	0.082 m ³
Volumen del Agua	0.174 m ³
Volumen de Caucho	0.061 m ³
TOTAL	1.000 m³

Fuente: elaboración propia

Tabla 44: Proporción en peso

Proporción en peso				
Cemento	Agregado Grueso	Agregado fino	Agua	Caucho
1.00	3.90	3.60	0.80	0.26

Fuente: elaboración propia

Tabla 45: Proporción en volumen

Proporción en Volumen				
Cemento	Agregado Grueso	Agregado fino	Agua	Caucho
1.00	4.20	3.9	2.1	0.74

Fuente: elaboración propia

5.2.4. DISEÑO DE MEZCLAS CON 20% DE CAUCHO

Las presentes tablas 46, 47, 48 y 49, nos muestran los resultados del diseño de mezclas con el 20 % de incorporación de fibras de caucho.

Tabla 46: Diseño de mezclas en Peso

Diseño en Peso	
Cemento	232.640 kg
Agregado Fino	833.777 kg
Agregado Grueso	860.917 kg
Agua	174.495 kg
Caucho	80.779 kg
TOTAL	2182.608 kg

Fuente: elaboración propia

Tabla 47: Diseño de mezclas en volumen

Diseño en Volumen	
Volumen del A.G.	0.324 m ³
Volumen del A.F.	0.319 m ³
Volumen del Aire	0.020 m ³
Volumen del Cemento	0.082 m ³
Volumen del Agua	0.174 m ³
Volumen de Caucho	0.081 m ³
TOTAL	1.000 m³

Fuente: elaboración propia

Tabla 48: Proporción en Peso

Proporción en Peso				
Cemento	Agregado Grueso	Agregado fino	Agua	Caucho
1.00	3.70	3.60	0.80	0.35

Fuente: elaboración propia

Tabla 49: Proporción en Volumen

Proporción en Volumen				
Cemento	Agregado Grueso	Agregado fino	Agua	Caucho
1.00	3.97	3.90	2.14	0.99

Fuente: elaboración propia

5.3. ELABORACIÓN Y ENSAYO A COMPRESIÓN AXIAL DE BLOQUES DE CONCRETO HUECO CON INCORPORACIÓN DE CAUCHO.

Para la determinación de la resistencia a la compresión de bloques de concreto hueco, se tomó como fuente de información la Norma Técnica Peruana NTP.399.604, "UNIDAD DE ALBAÑILERÍA: Método de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto", donde especifican el procedimiento a seguir para muestreo, curado y ensayo de los bloques de concreto hueco.

5.3.1. PROCESO DE ELABORACIÓN DE BLOQUES HUECOS DE CONCRETO CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO.

El concreto utilizado se elaboró de acuerdo al diseño de mezclas realizado anteriormente en el ítem 6.1, las dosificaciones se proporcionaron en cubetas de 1 pie³, así mismo, se realizó el proporcionamiento para 38 unidades, cabe indicar que para cada unidad de bloque de concreto hueco, se necesita 0.0041 m³ haciendo un total de 0.16 m³ para 38 unidades de bloques huecos de concreto, en la tabla N° 50 se muestran las proporciones para 38 unid de bloques de concreto hueco.

Tabla 50: Proporciones de materiales en pie³, para la elaboración del concreto.

Resumen de proporciones en volumen (pie³)				
Materiales	0 % de caucho	10 % de caucho	15 % de caucho	20 % de caucho
Volumen Agregado Grueso	4.96	4.47	4.22	3.97
volumen Agregado Fino	3.90	3.90	3.90	3.90
volumen Cemento	1.00	1.00	1.00	1.00
volumen Agua	2.14	2.14	2.14	2.14
volumen fibras de caucho	0.00	0.50	0.74	0.99

Fuente: elaboración propia

5.3.1.1. *Elaboración de bloques de concreto hueco con incorporación de fibras de caucho de neumático.*

Para la fabricación de los bloques huecos se realizó los siguientes pasos que se mencionan a continuación:

1. Selección del agregado:

Se seleccionó el agregado y seguidamente se procedió a cubicar la cantidad necesaria para cada tanda de bloques de concreto hueco.



Foto 1. Selección del agregado

2. Mezclado de agregado, cemento, caucho y agua:

- **Mezclado en seco:** se procedió a mezclar todos los materiales intervinientes tales como, agregado grueso, agregado fino, fibras de caucho y cemento portland tipo IP, en las cantidades mencionadas en la tabla N° 50, el mezclado se realizó de manera manual con la ayuda de palas, hasta obtener el material totalmente homogenizado, tal como se muestra en la figura.



Foto 2. Mezclado del agregado con fibras de caucho

- **Mezclado con agua:** una vez mezclado todo el material se procede a agregar agua hasta obtener la consistencia deseada, tal como se muestra en la figura.



Foto 3. Mezclado del agregado con agua.

3. Moldeado de la mezcla:

La máquina Bloquetera tiene la capacidad de moldear 04 unidades de las siguientes dimensiones:

- longitud 0.40 m
- altura 0.19 m
- ancho 0.15 m
- espesor de 16 mm.

El moldeado se realizó en tres capas, se depositó la primera capa de mezcla en el molde de la máquina para ser vibro compactada por un periodo de 10 segundos, de manera similar se procedió con las dos capas restantes y finalmente se enrazo el sobrante de mezcla, tal como se muestra en la figura.



Foto 4. Moldeado de la mezcla.

4. Desmoldado de los bloques:

Una vez moldeado los bloques se procede a desmoldar, el desmoldado se realiza accionando la palanca de seguro, el cual facilita que los bloques de concreto se desplacen hacia abajo y queden asentados sobre una tarima de madera, el cual será trasladado hacia el área de secado y fraguado, tal como se muestra en la figura.



Foto 5. Desmoldado de los bloques.

5. Fraguado de los bloques:

El fraguado de los bloques se realiza de manera natural, a temperatura ambiente, este proceso será de 24 horas, tal como se muestra en la figura.



Foto 6. Fraguado de los bloques.

6. Secado y curado:

El proceso de secado se realizó en condiciones de temperaturas normales, así mismo, el curado se realizó mediante riego de agua con el uso de mangueras, con una secuencia de tres veces al día durante siete días, tal como se muestra en la figura.



Foto 7. Secado y curado

DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS BLOQUES DE CONCRETO HUECO CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO DE NEUMÁTICO.

Para determinar la calidad de los bloques de concreto hueco producidos, se recurrió a la norma NTP 399.613 "UNIDADES DE ALBAÑILERÍA: Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería" que comprende ensayos de variación dimensional, alabeo, absorción máxima, los cuales deben ser realizados a los 28 días después de producidos.

5.3.2. VARIACIÓN DIMENSIONAL

En este ensayo se realizaron las mediciones de las dimensiones de las unidades, largo, ancho, y altura en centímetros, estas mediciones se realizaron a la mitad de la arista de cada cara, con la ayuda de una regla metálica y vernier de ingeniero. Así mismo, se tomaron tres muestras representativas por cada diseño, tal como se aprecia en las imágenes



Foto 8 Variación Dimensional

FORMULAS

$$\%V = \frac{DN - DP}{DN} \times 100$$

Donde:

% V : Variación de dimensiones en porcentaje

DN : Dimensión nominal

DP : Dimensión promedio de cada dimensión

RESULTADOS

A continuación se muestran los resultados obtenidos de variación dimensional, alabeo y absorción los cuales se realizaron en los bloques de concreto hueco con incorporación fibras de caucho.

5.3.2.1. Variación Dimensional respecto a la Longitud.

Longitud Nomina = 40 cm

Tabla 51: Variación Dimensional con respecto a la Longitud.

0 % de Caucho					
Muestra	Longitud (cm)		Promedio (cm)	V.d. (%vl)	V.d. (%vl) promedio
	1	2			
1	39.85	39.92	39.88	0.29	0.26
2	40	39.8	39.90	0.25	
3	39.9	39.9	39.90	0.25	
10 % de Caucho					
Muestra	Longitud (cm)		Promedio	V.d. (%vl)	V.d. (%vl) promedio
	1	2			
1	39.8	39.8	39.80	0.50	0.42
2	39.9	39.8	39.85	0.38	
3	39.8	39.9	39.85	0.38	
15 % de Caucho					
Muestra	Longitud (cm)		Promedio	V.d. (%vl)	V.d. (%vl) promedio
	1	2			
1	40	39.9	39.95	0.12	0.37
2	39.9	39.9	39.90	0.25	
3	39.9	39.5	39.70	0.75	
20 % de Caucho					
Muestra	Longitud (cm)		Promedio	V.d. (%vl)	V.d. (%vl) promedio
	1	2			
1	39.8	39.9	39.85	0.38	0.25
2	39.9	40	39.95	0.12	
3	39.9	39.9	39.90	0.25	

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 51 de Variación dimensional con respecto a la **Longitud**, de los diseños con 0%, 10%, 15% y 20% de incorporación de fibras de caucho, se puede apreciar que los resultados están dentro de lo permitido por la norma de albañilería E.070 (V. D.=± 6 %).

5.3.2.2. Variación Dimensional respecto a la Altura.

Altura Nominal = 19 cm

Tabla 52: Variación dimensional con respecto a la altura.

0 % de Caucho							
Muestra	Altura (cm)				Promedio (cm)	v.d. (% v.al)	v.d. (% v.al) Promedio
	1	2	3	4			
1	18.3	18.3	18.5	18.5	18.4	3.16	2.76
2	18.5	18.6	18.5	18.6	18.55	2.37	
3	18.6	18.5	18.5	18.3	18.47	2.76	
10 % de Caucho							
Muestra	Altura				Promedio	v.d. (%vh)	v.d. (%vh) Promedio
	1	2	3	4			
1	18.3	18.4	18.7	18.6	18.5	2.63	1.89
2	18.8	18.9	18.9	18.7	18.82	0.92	
3	18.8	18.5	18.4	18.7	18.6	2.11	
15 % de Caucho							
Muestra	Altura				Promedio	v.d. (%vh)	v.d. (%vh) Promedio
	1	2	3	4			
1	18.3	18.2	18.5	18.4	18.35	3.42	3.38
2	18.5	18.5	18.5	18.4	18.47	2.76	
3	18.2	18.3	18.3	18.2	18.25	3.95	
20 % de Caucho							
Muestra	Altura				Promedio	v.d. (%vh)	v.d. (%vh) Promedio
	1	2	3	4			
1	18.9	18.8	18.8	18.8	18.82	0.92	1.05
2	18.8	18.8	18.8	18.7	18.77	1.18	
3	18.8	18.9	18.6	18.9	18.80	1.05	

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 52 de Variación dimensional con respecto a la **Altura**, de los diseños con 0%, 10%, 15% y 20% de incorporación de fibras de caucho, se puede apreciar que los resultados están dentro de lo permitido por la norma de albañilería E.070 (V. D.=± 6 %).

5.3.2.3. Variación Dimensional Respecto al Ancho.

Ancho Nominal = 15 cm

Tabla 53: Variación Dimensional con respecto al Ancho.

0 % de Caucho					
Muestra	Ancho (cm)		Promedio	V.d. (%v.a)	V.d. (%v.a) promedio
	1	2			
1	14.90	15.00	14.95	0.33	0.28
2	14.90	15.00	14.95	0.33	
3	15.00	14.95	14.98	0.17	
10 % de Caucho					
Muestra	Ancho (cm)		Promedio	V.d. (%v.a)	V.d. (%v.a) promedio
	1	2			
1	14.90	14.90	14.9	0.67	0.67
2	14.80	15.00	14.9	0.67	
3	14.90	14.90	14.9	0.67	
15 % de Caucho					
Muestra	Ancho (cm)		Promedio	V.d. (%v.a)	V.d. (%v.a) promedio
	1	2			
1	15.00	14.90	14.95	0.33	0.44
2	14.90	14.90	14.9	0.67	
3	14.90	15.00	14.95	0.33	
20 % de Caucho					
Muestra	Ancho (cm)		Promedio	V.d. (%v.a)	V.d. (%v.a) promedio
	1	2			
1	14.9	14.9	14.92	0.53	0.62
2	14.9	14.9	14.9	0.67	
3	14.9	14.9	14.9	0.67	

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 53 de Variación dimensional con respecto a la **Ancho**, de los diseños con 0%, 10%, 15% y 20% de incorporación de fibras de caucho, se puede apreciar que los resultados están dentro de lo permitido por la norma de albañilería E.070 (V. D. = ± 6 %).

Tabla 54: Dimensiones aceptables para variación dimensional y alabeo de unidades de albañilería

CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES				
CLASE	VARIACIÓN DE DIMENSIONES (Máxima en Porcentajes)			ALABEO (Máxima en mm)
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 100 mm	
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	80
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6
Ladrillo VI	± 4	± 3	± 2	4
Ladrillo VI	± 3	± 2	± 1	2
Bloque P	± 4	± 3	± 2	4
Bloque NP	± 7	± 6	± 4	8

Fuente: RNE E.070 Albañilería.

5.3.3. ALABEO

En este ensayo se realizaron las mediciones del alabeo cóncavo y convexo tal como lo indica la norma NTP 399.613. UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayos de ladrillos de arcilla usados en albañilería, para lo cual se utilizó una regla metálica y una cuña graduada al milímetro, así mismo se utilizaron tres muestras representativas para el ensayo. En este caso se realizaron dos tipos de medida, medida longitudinal y medida diagonal en cada superficie de asiento.



Foto 9. Alabeo.

A continuación se muestran los resultados de alabeo:

5.3.3.1. Alabeo en cara de asiento superior.

Tabla 55: Alabeo cara de asiento superior

SUPERFICIES CÓNCAVAS				
MUESTRA	CARA DE ASIENTO SUPERIOR			ALABEO PROMEDIO (mm)
	Long (mm)	Diagonal (mm)	PROMEDIO (mm)	
0 % Caucho				
1	1.50	1.00	1.25	1.50
2	2.00	2.00	2.00	
3	1.00	1.50	1.25	
10 % Caucho				
1	1.50	1.50	1.50	1.58
2	2.00	1.50	1.75	
3	2.00	1.00	1.50	
15 % Caucho				
1	2.50	2.00	2.25	2.25
2	3.00	1.50	2.25	
3	2.00	2.50	2.25	
20 % Caucho				
1	2.00	2.00	2.00	1.92
2	1.50	1.50	1.50	
3	2.00	2.50	2.25	

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 55 de Alabeo con respecto a la cara de asiento superior, de los diseños con 0%, 10%, 15% y 20% de incorporación de fibras de caucho, se puede apreciar que los resultados están dentro de lo permitido por la norma de albañilería E.070 (Alabeo = Max 8 %).

5.3.3.2. *Alabeo en cara de asiento inferior.*

Tabla 56: Alabeo cara de asiento inferior

SUPERFICIES CÓNCAVAS				
MUESTRA	CARA DE ASIENTO INFERIOR			ALABEO PROMEDIO (mm)
	Long (mm)	Diagonal (mm)	PROMEDIO (mm)	
0 % Caucho				
1	1.00	1.00	1.00	1.33
2	1.50	1.50	1.50	
3	1.50	1.50	1.50	
10 % Caucho				
1	2.00	1.00	1.50	1.50
2	1.00	1.50	1.25	
3	1.50	2.00	1.75	
15 % Caucho				
1	2.00	2.00	2.00	2.00
2	2.50	2.00	2.25	
3	2.00	1.50	1.75	
20 % Caucho				
1	2.50	2.00	2.25	2.25
2	2.00	2.50	2.25	
3	2.50	2.00	2.25	

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 56 de Alabeo con respecto a la cara de asiento inferior, de los diseños con 0%, 10%, 15% y 20% de incorporación de fibras de caucho, se puede apreciar que los resultados están dentro de lo permitido por la norma de albañilería E.070 (Alabeo = Max 8 %).

5.3.4. ABSORCIÓN

Para las pruebas de absorción de los bloques de concreto hueco con incorporación de fibras de caucho, se sigue lo descrito en la norma NTP 399.613. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería, tomándose como muestra representativa tres bloques por cada diseño de mezcla.



Foto 10. Secado en horno por 24 horas y sumergido en agua por 24 horas.

5.3.4.1. Equipos y materiales:

Horno:

Con capacidad de mantener temperaturas a 110 °C.

Balanza:

Con capacidad de 20 kg con precisión al gr.

Paños:

Paños para el posterior secado superficial.

5.3.4.2. Procedimiento:

- Introducir los bloques dentro de horno durante 24 hrs.
- Pesar el bloque de concreto hueco.
- Sumergir los bloques a estudiar dentro agua durante el lapso de 24 hrs.
- Extraer las muestras del agua y proceder a secar superficialmente con un paño.
- Pesar la muestra y registrar los datos obtenidos.

5.3.4.3. Formulas

$$\bullet \text{ Absorción \%} = \frac{(W_s - W_d)}{W_d} \times 100$$

Donde:

Wd : Peso seco del espécimen

Ws : peso saturado del espécimen

5.3.4.4. Resultados

Tabla 57: Absorción de los bloques de concreto hueco

Muestra	Peso seco wd (kg)	Peso saturado ws (kg)	Absorción %	Absorción promedio %
0% de Caucho				
1	10.88	11.63	6.91%	7%
2	10.72	11.58	8.04%	
3	10.90	11.65	6.91%	
10% de Caucho				
1	10.414	11.112	6.70%	7%
2	10.454	11.204	7.17%	
3	10.415	11.102	6.60%	
15% de Caucho				
1	10.176	10.848	6.60%	7%
2	10.19	10.851	6.49%	
3	10.2	10.864	6.51%	
20% de Caucho				
1	9.629	10.291	6.88%	7%
2	9.615	10.301	7.13%	
3	9.631	10.282	6.76%	

Fuente: elaboración propia

Tabla 57: Absorción de los diseños de 0%, 10%, 15% y 20% de incorporación de fibras de caucho.

Con la tabla 57 de Absorción de bloques de concreto hueco con incorporación de fibras de caucho, se puede apreciar que los resultados promedios es de 7%, los cuales están dentro de lo permitido por la norma de albañilería E.070 (Absorción para bloques no portantes no será mayor del 12%).

5.4. ENSAYO A COMPRESIÓN AXIAL DE BLOQUES DE CONCRETO HUECO CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO.

Se realizaron ensayos de resistencia a la compresión a los 28 días de edad, por cada diseño se tomaron tres unidades representativas, haciendo un total de 12 unidades, el procedimiento se realizaron de acuerdo lo indicado en la norma NTP 399.613 "UNIDADES DE ALBAÑILERIA: Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería".

5.4.1. PROCEDIMIENTO:

1. Refrentado de las Caras de Asiento:

Consistió en la colocación de capping de yeso y cemento en proporciones iguales (1:1), este proceso se realizó en las partes alabeadas de las caras de asiento de los bloques de concreto hueco, el refrentado se muestra en las imágenes siguientes.



Foto 11. Refrentado de las caras de asiento.

2. Colocado del Bloque Hueco de Concreto, dentro de la maquina compresora:

Se procedió a colocar el bloque hueco de concreto, ubicando la superficie refrentada en la parte inferior de la máquina, procurando centrar el espécimen, así mismo, se colocaron planchas de acero de longitud 40cm y ancho 15 cm cubriendo la totalidad del área bruta del bloque, estos fueron ubicados en la parte inferior y superior para que la carga se distribuya uniformemente.

Aplicar la carga a una velocidad uniforme, en no menos de 2 minutos ni más de 3 minutos. Cabe indicar que la maquina (prensa de concreto) nos da los resultados en KN y Mpa, los cuales tendrán que ser convertidos a Kgf y Kg/cm².



Foto 12. Colocado de los bloques para su prueba a compresión.

5.4.2. CALCULO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE BLOQUES DE CONCRETO HUECO CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO.

La resistencia a la compresión axial de cada espécimen será calculada con la fuerza que emita la prensa de concreto sobre el área bruta (sin considerar el área hueca), a continuación se muestran las tablas N° 58, 59, 60 y 61, donde se aprecia los resultados de las resistencias a compresión axial obtenidas para los diseños con 0%, 10%, 15% y 20% de incorporación de fibras de caucho, así mismo, se calculó la desviación estándar, para el cálculo de la resistencia a compresión axial requerida.

5.4.2.1. Con 0 % de incorporación de fibras de caucho.

Resistencia requerida $f'c = 20 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 58: Resultados de los ensayos a compresión axial de los bloques de concreto hueco, sin incorporación de fibras de caucho

0 % de incorporación de caucho					
N° MUESTRA	PESO (kg)	LONGITUD PROMEDIO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm ²)
1	10.78	39.89	14.95	18.40	596.28
2	10.90	39.90	14.95	18.55	596.51
3	11.05	39.90	14.98	18.48	597.50

N° MUESTRA	FUERZA (KN)	FUERZA (Kgf)	RESISTENCIA (MPa)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	%
1	198.31	20221.16	3.32	33.91	169.55
2	181.13	18469.72	3.04	30.96	154.79
3	145.76	14863.15	2.44	24.88	124.40

RESULTADOS

Resistencia Promedio $F'c$	29.92	kg/cm ²
Desviación Estándar S	+/- 4.60	kg/cm ²

Fuente: elaboración propia

En la tabla 58, se aprecia que la resistencia a la compresión de los bloques de concreto hueco, con respecto al diseño de mezclas sin incorporación de fibras de caucho (0% de fibras de caucho), es de $f'c = 25.36 \text{ kg/cm}^2$ con un porcentaje de 127 %, el cual supera la resistencia a compresión requerida que es de $f'c = 20 \text{ kg/cm}^2$.

5.4.2.2. Con 10 % de incorporación de fibras de caucho.

Resistencia requerida $f'c = 20 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 59: Resultados de los ensayos a compresión axial de los bloques de concreto hueco, con 10 % de incorporación de fibras de caucho.

10 % DE INCORPORACIÓN DE CAUCHO

N° MUESTRA	PESO (KG)	LONGITUD PROMEDIO(CM)	ANCHO (CM)	ALTURA (CM)	AREA (CM)
1	10.52	39.80	14.90	18.50	593.02
2	10.56	39.85	14.90	18.83	593.77
3	10.52	39.85	14.90	18.60	593.77

N° MUESTRA	FUERZA (KN)	FUERZA (Kgf)	RESISTENCIA (MPa)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	%
1	138.20	14092.25	2.33	23.76	118.8
2	141.91	14470.66	2.39	24.37	121.85
3	139.99	14274.47	2.36	24.04	120.2

Resistencia Promedio $F'c$	24.06	kg/cm ²
Desviación Estándar S	+/- 0.31	kg/cm ²

Fuente: elaboración propia

En la tabla 59, se aprecia que la resistencia a la compresión de los bloques de concreto hueco, con respecto al diseño de mezclas con 10 % de incorporación de fibras de caucho, es de $f'c = 23.75 \text{ kg/cm}^2$ con un porcentaje de 119 %, el cual supera la resistencia a compresión requerida que es de $f'c = 20 \text{ kg/cm}^2$.

5.4.2.3. Con 15 % de incorporación de fibras de caucho.

Resistencia requerida $f'c = 20 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 60: Resultados de los ensayos a compresión axial de los bloques de concreto hueco, con 15 % de incorporación de fibras de caucho.

15 % DE INCORPORACIÓN DE CAUCHO

N° MUESTRA	PESO (kg)	LONGITUD PROMEDIO(cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (cm)
1	10.17	39.95	14.95	18.35	597.25
2	10.26	39.90	14.90	18.48	594.51
3	10.09	39.70	14.95	18.25	593.52

N° MUESTRA	FUERZA (KN)	FUERZA (Kgf)	RESISTENCIA (MPa)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	%
1	122.65	12506.62	2.05	20.94	104.7
2	129.91	13246.92	2.18	22.28	111.4
3	125.37	12783.98	2.11	21.54	107.7

Resistencia Promedio $F'c$	21.59	kg/cm ²
Desviación Estándar S	+ - 0.67	kg/cm ²

Fuente: elaboración propia

En la tabla 60, se aprecia que la resistencia a la compresión de los bloques de concreto hueco, con respecto al diseño de mezclas con 15 % de incorporación de fibras de caucho, es de $f'c = 20.96 \text{ kg/cm}^2$ con un porcentaje de 105 %, el cual supera la resistencia a compresión requerida que es de $f'c = 20 \text{ kg/cm}^2$.

5.4.2.4. Con 20 % de incorporación de fibras de caucho

Resistencia requerida $f'c = 20 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 61: Resultados de los ensayos a compresión axial de los bloques de concreto hueco, con 20 % de incorporación de fibras de caucho

20 % DE INCORPORACION DE CAUCHO
--

N° MUESTRA	PESO (kg)	LONGITUD PROMEDIO(cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	área (cm)
1	9.85	39.85	14.92	18.83	594.56
2	9.797	39.95	14.90	18.78	595.26
3	9.92	39.90	14.90	18.80	594.51

N° MUESTRA	FUERZA (KN)	FUERZA (Kgf)	RESISTENCIA (MPa)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	%
1	119.99	12235.07	2.02	20.58	102.9
2	105.96	10804.74	1.78	18.15	90.75
3	103.84	10588.97	1.75	17.81	89.05

Resistencia Promedio $F'c$	18.85	kg/cm ²
Desviación Estándar S	+ - 1.51	kg/cm ²

Fuente: elaboración propia

En la tabla 61, se aprecia que la resistencia a la compresión de los bloques de concreto hueco, con respecto al diseño de mezclas con 20 % de incorporación de fibras de caucho, es de $f'c = 17.34 \text{ kg/cm}^2$ con un porcentaje de 87 %, el cual no supera la resistencia a compresión requerida que es de $f'c = 20 \text{ kg/cm}^2$.

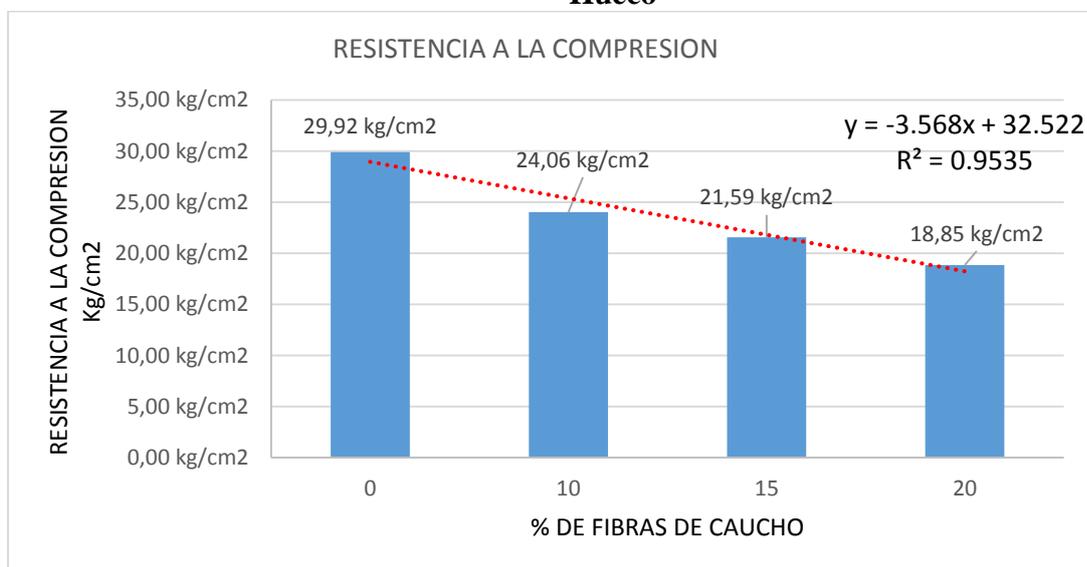
A continuación se muestra la tabla 62 con el resumen de los resultados de compresión axial de los bloques de concreto hueco.

Tabla 62: Resumen de los resultados de compresión axial de los bloques de concreto hueco con incorporación de fibras de caucho

DISEÑO DE CONCRETO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL (f'c)
0 % DE FIBRAS DE CAUCHO	29.92 kg/cm ²
10 % DE FIBRAS DE CAUCHO	24.06 kg/cm ²
15 % DE FIBRAS DE CAUCHO	21.59 kg/cm ²
20 % DE FIBRAS DE CAUCHO	18.85 kg/cm ²

Fuente: elaboración propia

Grafico 3: Comparación de Resultados de Compresión Axial de Bloques de Concreto Hueco



En el grafico 3, se aprecia que el diseño sin incorporación de fibras de caucho tiene una resistencia de $f'c = 29.92 \text{ kg/cm}^2$, el diseño con 10 % de incorporación de fibras de caucho tiene una resistencia de $f'c = 24.06 \text{ kg/cm}^2$, el diseño con 15 % de incorporación de fibras de caucho tiene una resistencia de $f'c = 21.59 \text{ kg/cm}^2$ y finalmente el diseño con 20 % de incorporación de fibras de caucho tiene una resistencia de $f'c = 18.85 \text{ kg/cm}^2$, este último no supera la resistencia mínima requerida $f'c = 20 \text{ kg/cm}^2$, por lo que no podrá ser utilizado para muros acústicos, así mismo, se observa que la resistencia a la compresión axial, va en decremento cuando la incorporación de fibras de caucho aumenta.

5.5. ENSAYO A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS CON BLOQUE DE CONCRETO HUECO CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO.

Para el ensayo, se realizaron pilas de albañilería compuestas por dos unidades enteras de bloques de concreto hueco, asentadas una sobre otra mediante mortero. Estas pilas, a la edad de 28 días, son ensayadas a compresión axial (f'_m), para controlar la calidad de la albañilería en la construcción.

Sin embargo, la resistencia característica a compresión axial de las pilas (f'_m) depende de la relación, altura espesor, también conocido como esbeltez, por lo que La norma de albañilería E.070 establece un valor nominal de esbeltez que se muestra en la tabla 63.

Tabla 63: Factores de corrección de f'_m por esbeltez

FACTORES DE CORRECCIÓN DE f'_m POR ESBELTEZ						
Esbeltez	2.00	2.50	3.00	4.00	4.50	5.00
Factor	0.73	0.80	0.91	0.95	0.98	1.00

Fuente: elaboración propia

En este trabajo de investigación se construyeron una unidad de prismas por diseño, los cuales fueron ensayados a los 28 días de edad.

5.5.1. MORTERO

Para las pilas construidas en ese trabajo de investigación se utilizó un mortero en proporciones volumétricas en estado suelto tal como indica la tabla N° 64.

Tabla 64: Tipos de mortero de acuerdo al uso

TIPO DE MORTERO				
COMPONENTES				USOS
TIPO	CEMENTO	CAL	ARENA	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 1/2	Muro Portante
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muro Portante
NP	1	-	Hasta 6	Muro No Portante

Fuente: RNE E.070 Albañilería.

En este trabajo de investigación se utilizó una proporción volumétrica en estado suelto, de 1 de cemento portland tipo IP y 5 arena gruesa, por ser muro no portante.

5.5.2. PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LAS PILAS DE ALBAÑILERÍA

El procedimiento para la construcción de las pilas de albañilería son los siguientes:

a) Asentado de las unidades:

Las unidades se asentaron en seco una sobre otra controlando el alineamiento horizontal y la verticalidad con un nivel y plomada, el mortero utilizado en las juntas tiene el espesor de 1.5 cm.



Foto 13. Asentado de unidades (pilas)

b) Almacenado y curado de las pilas de albañilería:

El almacenado y curado se realizó a temperatura ambiente.

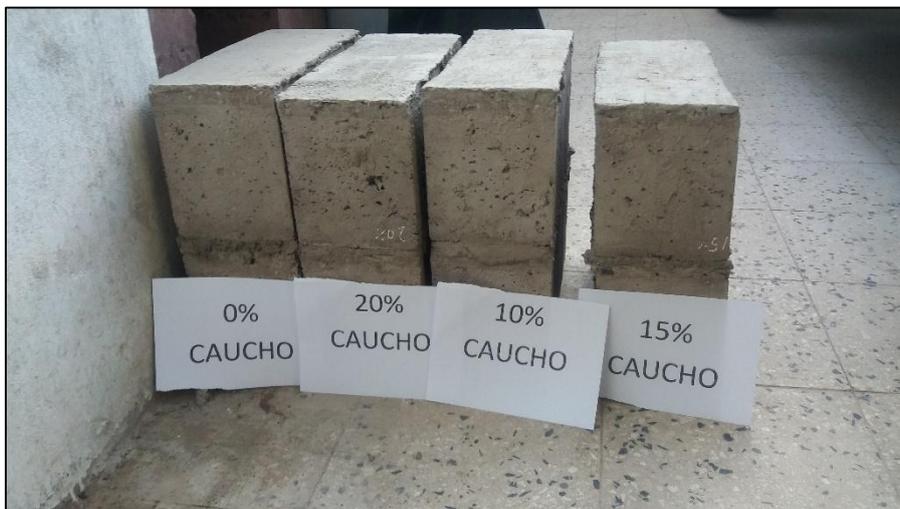


Foto 14. Almacenado y curado de pilas de albañilería.

c) Refrentado de las pilas:

El refrentado se realizó en la cara de asiento inferior, con una mezcla cemento yeso, esta actividad es realizado con 7 días de anticipación al ensayo.

5.5.3. CALCULO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS CON BLOQUES DE CONCRETO HUECO CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO.

El equipo utilizado en el ensayo, es una prensa de concreto digital con capacidad de 1500 KN, de propiedad del Laboratorio de Materiales UNITEST S.A.C. Cusco, las pilas a ensayar tiene una altura promedio de 39.00 cm, el ensayo a compresión axial fue con una velocidad de carga controlada, las cargas fueron aplicadas hasta provocar la rotura de las pilas.

A continuación se muestra la tabla 65 con los resultados de compresión axial de las pilas de albañilería.

5.5.3.1. Resultados de la compresión axial de pilas de albañilería, con 0%, 10%, 15% y 20 % de incorporación de fibras de caucho.

Tabla 65: Resultados de compresión axial de pilas de bloques de concreto hueco

N° muestra	% caucho	Peso (kg)	Longitud promedio (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Área (cm)
1	0%	25.46	39.95	14.90	39.50	595.26
2	10%	24.22	39.90	14.90	39.50	594.51
3	15%	22.84	39.95	14.95	39.50	597.25
4	20%	21.90	39.9	14.95	39.50	596.51

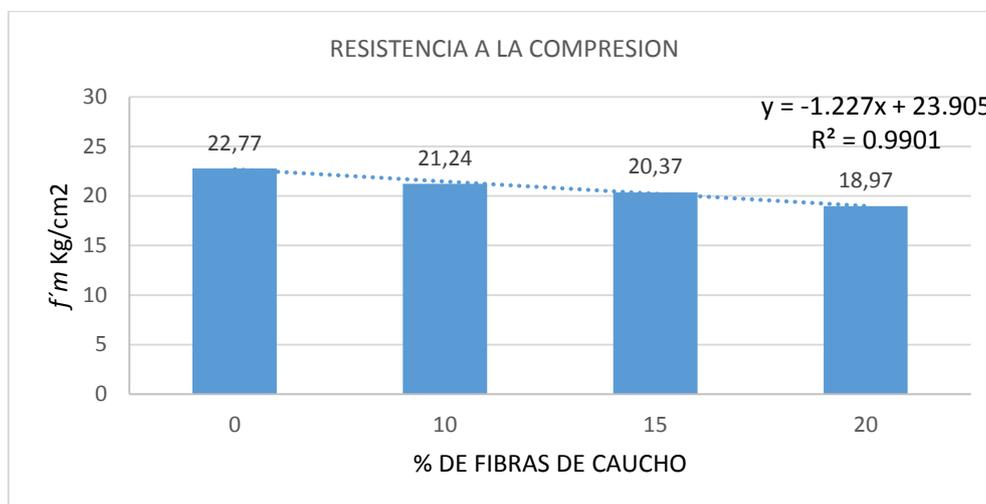
N° muestra	% caucho	Fuerza (kn)	Fuerza (kgf)	f'm (MPa)	f'm (kg/cm ²)	%
1	0%	217.58	0.54	5.51	27.55	137.75
2	10%	202.98	0.50	5.14	25.70	128.50
3	15%	194.81	0.48	4.93	24.65	123.25
4	20%	181.26	0.45	4.59	22.95	114.75

N° Muestra	% Caucho	Desviación Estándar (s)	Esbeltez	Factor de Corrección	F'm corregido (kg/cm ²)
1	0%	0	2.65	0.83	22.77
2	10%	0	2.65	0.83	21.24
3	15%	0	2.64	0.83	20.37
4	20%	0	2.64	0.83	18.97

Fuente: elaboración propia

En la tabla N° 65, se muestra los resultados obtenidos de compresión axial de pilas de albañilería con bloques de concreto hueco con incorporación de fibras de caucho, en donde se calculó la esbeltez de cada pila de albañilería, con el fin de calcular la compresión axial corregida $f'm$, en donde los resultados son aceptables para los diseños de 0, 10 y 15 % de incorporación de fibras de caucho, mas no es así con el resultado del diseño con 20 % de incorporación de fibras de caucho, el cual está por debajo de la resistencia a compresión axial requerida, a continuación se presenta la gráfica N° 4.

Gráfico 4: Comparación de Resultados de Compresión Axial de Pilas de Bloques de Concreto Hueco



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 4, se aprecia que las pilas de albañilería con diseños con 0 % de incorporación de fibras de caucho tiene una resistencia de $f'm = 22.77 \text{ kg/cm}^2$, las pilas de albañilería con diseños con 10 % de incorporación de fibras de caucho tiene una resistencia de $f'm = 21.24 \text{ kg/cm}^2$, las pilas de albañilería con diseños con 15 % de incorporación de fibras de caucho tiene una resistencia de $f'm = 20.37 \text{ kg/cm}^2$ y finalmente las pilas de albañilería con diseños con 20 % de incorporación de fibras de caucho tiene una resistencia de $f'm = 18.97 \text{ kg/cm}^2$, este último, no supera la resistencia mínima requerida $f'm = 20 \text{ kg/cm}^2$, por lo que no podrá ser utilizado para muros acústicos, así mismo, se observa que la resistencia a la compresión axial, va en decremento cuando la incorporación de fibras de caucho aumenta.

5.6. AISLAMIENTO ACÚSTICO CON BLOQUE DE CONCRETO HUECO CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO.

5.6.1. DESCRIPCIÓN

En este capítulo obtendremos los porcentajes de disminución del sonido, en cada muro, de acuerdo al sonido patrón que se colocó en el centro del prototipo.

5.6.2. EQUIPOS Y MATERIALES

Sonómetro digital

Sonómetro digital el cual tiene un alcance desde 30 a 130 decibeles, con una precisión de ± 1.5 decibeles.



Foto 15. Sonómetro digital

Cronometro

Cronometro digital con precisión al segundo.



Foto 16. Cronometro digital

Cámara fotográfica

Cámara fotográfica de 16.1 mp, con buena resolución.

Bloques de concreto hueco con los diferentes diseños.

Los bloques serán de los mismos grupos utilizados anteriormente en las diferentes pruebas.



Foto 17. Bloques listos para los diferentes ensayos de laboratorio.

Yeso

Yeso fresco.

Nivel de mano

Nivel de mano con dos ampollas de burbujas, en perfectas condiciones.

Plomada

Plomada en perfectas condiciones.

Cordel

Cordel de nylon.

Carretillas

Carretilla operativa.

Paleta llana

Paleta llana de madera en buen estado.

Cubetas

Recipiente en el cual se realizara las mezcla del mortero.

Flexometro

Flexometro de 5 metros.

Planchas de tecnopor

Poliestireno expandido de 1" de espesor.

5.6.3. PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR EL AISLAMIENTO ACÚSTICO DE LOS MUROS, CON BLOQUE DE CONCRETO HUECO CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO.

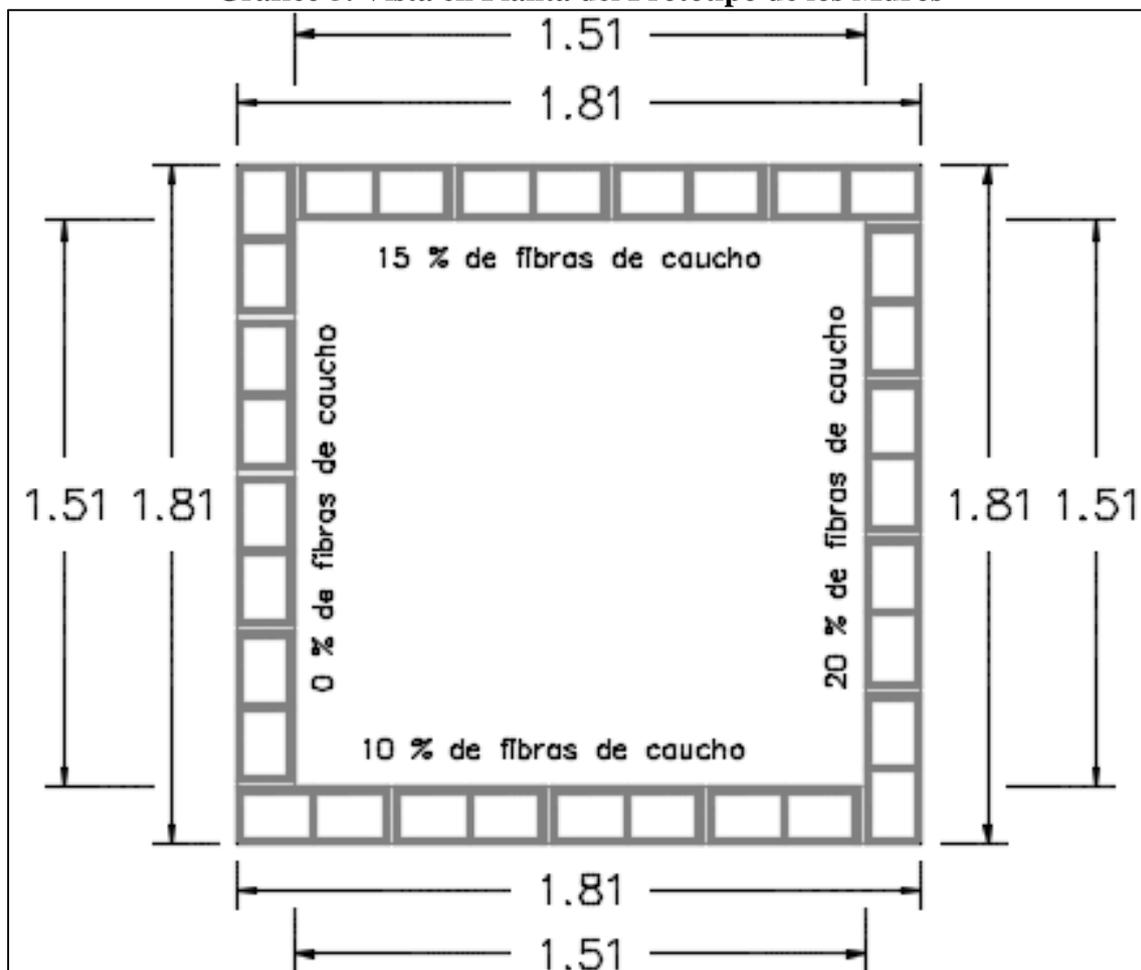
5.6.3.1. Construcción del prototipo

Descripción

El prototipo consta de cuatro muros que toman la forma de una caja, cada muro está construido por 24 unidades de bloques de concreto hueco, con los diferentes diseños, el sonido fue ubicado dentro del prototipo exactamente en el punto medio, de esa manera se tomaron las lecturas con un sonómetro digital, tanto en las paredes interiores como exteriores, a continuación se presentan las vistas en planta y frontal con las dimensiones del prototipo.

VISTA EN PLANTA

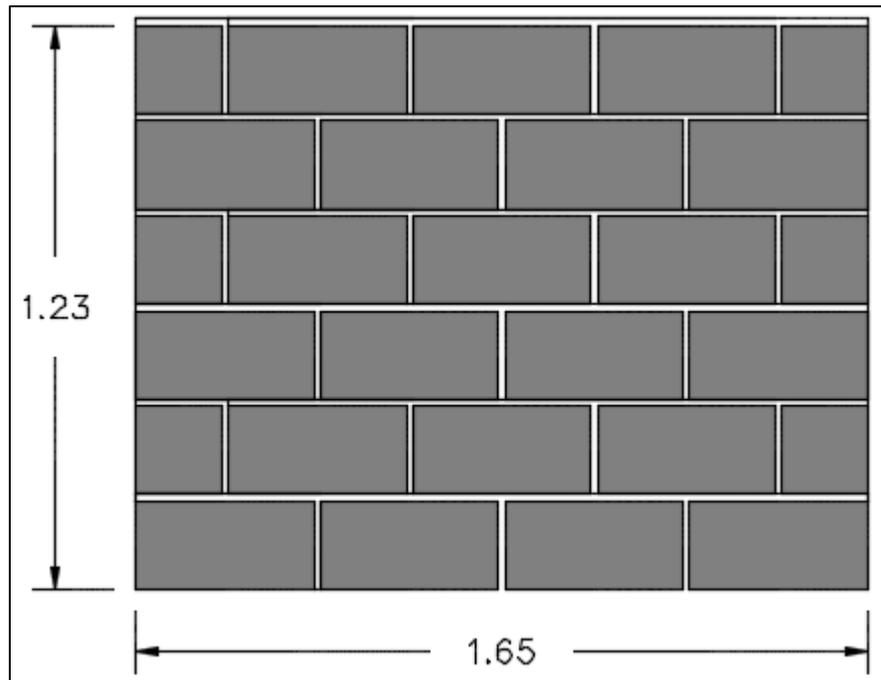
Grafico 5. Vista en Planta del Prototipo de los Muros



Fuente: Elaboración propia

VISTA FRONTAL

Grafico 6. Vista Frontal del Muro



Fuente: elaboración propia

Procedimiento

1. Selección de los bloques

Se procedió a la selección de las unidades de bloques de concreto hueco, 24 unidades con 0% de incorporación de caucho, 24 unidades con 10% de incorporación de fibra de caucho, 24 unidades con 15% de incorporación de fibra de caucho, 24 unidades con 20% de incorporación de fibra de caucho, haciendo un total de 96 unidades.



Foto 18. Selección de los bloques.

2. Trazo y replanteo para el asentado de bloques

Se procedió a medir y trazar con yeso el perímetro donde se asentaron los bloques huecos de concreto.



Foto 19. Trazo y replanteo para el asentado de bloques

3. Mesclado de mortero

Se procedió al mezclado del agregado confitillo con cemento portland tipo IP en proporción 1:5, para el posterior asentado de los bloques.



Foto 20. Mesclado de mortero

4. Asentado de bloques

Unan vez realizado el trazado con yeso y mezclado el mortero, se procedió al asentado de los bloques de concreto hueco, considerando juntas verticales y horizontales de 1.50 cm.



Foto 21. Asentado de bloques

5. Nivelado y aplomado

El nivelado y aplomado se realizó con el fin de mantener una adecuada verticalidad y horizontalidad en el muro, cada vez que se asentaba una nueva hilada, con la ayuda de nivel de burbujas y una plomada.



Foto 22. Nivelado y aplomado

6. Curado y secado de juntas

Se dejó secar durante 7 días a temperatura ambiente.



Foto 23. Curado y secado de juntas

7. Colocación de planchas de tecnopor

Una vez realizada la construcción del prototipo de los muros, se colocaron planchas de tecnopor de 1", en la parte superior, para de esa manera simular un techo y el sonido no escape.



Foto 24. Colocación de planchas de tecnopor

5.6.3.2. Pruebas acústicas

Una vez construido el prototipo con los bloques de concreto hueco, se procedió a las pruebas acústicas de la siguiente manera:

1. Ubicación y marcado de puntos

Cada muro fue dividido en 9 áreas, tanto en la pared interior y pared exterior con numeración del 1 al 9, dicha actividad se realizó para facilitar las lecturas del sonido.



Foto 25. Ubicación y marcado de puntos para las pruebas acústicas

2. Ubicación del aparato de sonido

Para dicha actividad se utilizó un equipo de sonido con capacidad de 3200 watt, el cual emite un sonido máximo de 112.0 decibeles, dicho equipo fue colocado en el punto medio del prototipo a una altura media.



Foto 26. Ubicación del aparato de sonido para las pruebas acústicas

3. Lectura del sonido patrón

La primera lectura se realizó en el parlante emisor con la ayuda de un sonómetro digital, el cual fue de 110.20 decibeles, dicho sonido fue el máximo.



Foto 27. Lectura del sonido patrón dentro del prototipo

4. Toma de datos en la pared interior

Una vez colocado el parlante emisor del sonido y registrado el valor que asciende a 110.20 decibeles, se verificaron los valores de sonido en la pared interior el cual fluctúa en un promedio de 93.70 decibeles, mostrando una disminución de 15 %, dicha disminución es desde el centro del prototipo hasta la pared interior.

Así mismo, En la pared interior se cuentan con 9 puntos, en cada punto se realizaron 15 lecturas de sonido, con la ayuda de un sonómetro digital, en intervalos de 10 segundos, los cuales fueron registrados en la libreta de campo.

Cabe indicar que se realizó la misma operación en los cuatro muros.



Foto 28. Toma de datos en la pared interior de los muros

5. Toma de datos en la pared exterior

En la pared exterior se cuentan con 9 puntos, en cada punto se realizó la lectura con la ayuda de un sonómetro digital, así mismo, se realizaron 15 lecturas de sonido en intervalos de 10 segundos en cada punto, los cuales fueron registrados en la libreta de campo.

Se realizó la misma operación en los cuatro muros



Foto 29. Toma de datos en la pared exterior de los muros

5.6.4. RESULTADOS DE AISLAMIENTO ACÚSTICO

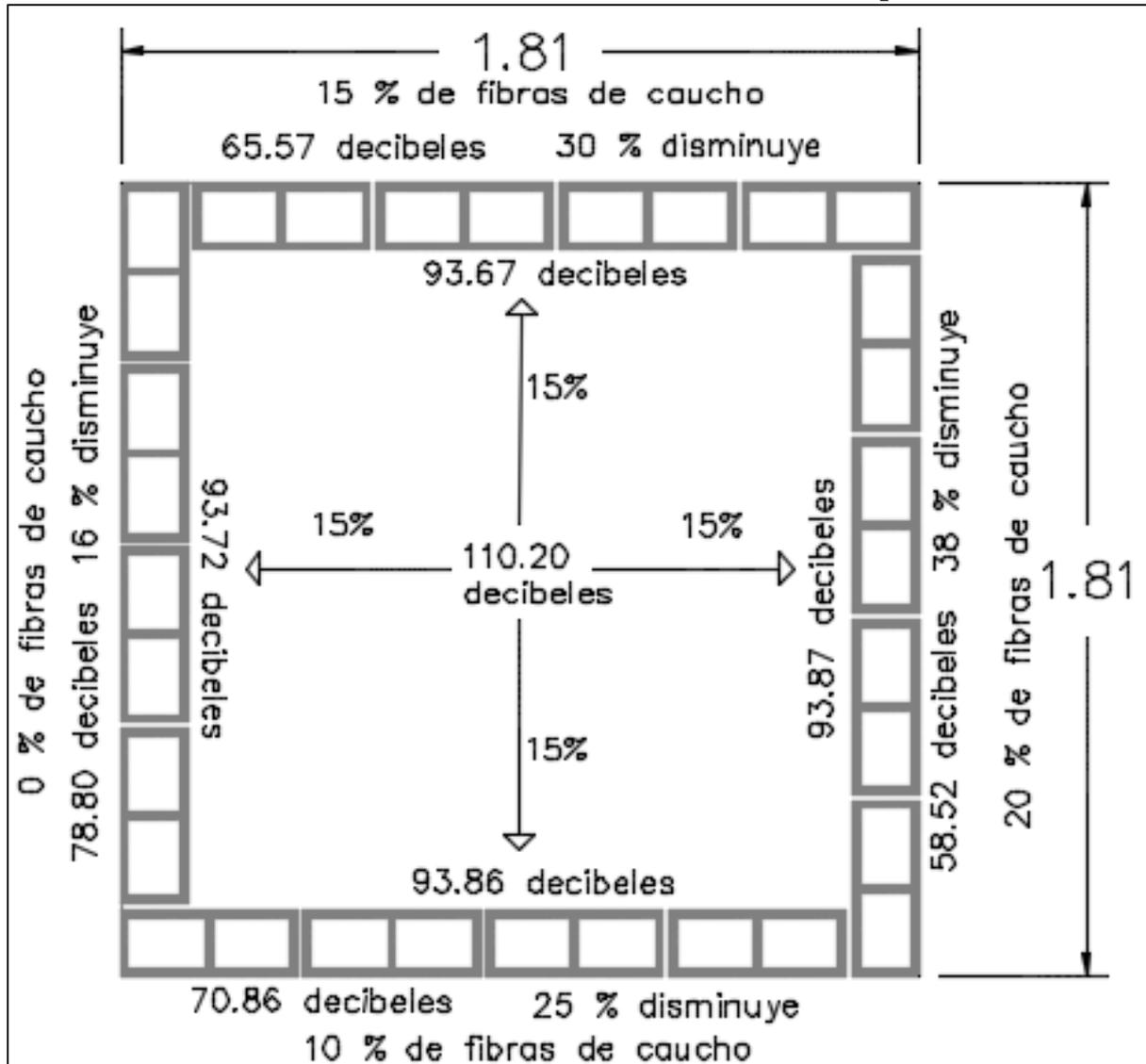
Se realizaron dos tipos:

1. PROTOTIPO SIN CONSIDERAR TECHADO

Se realizó este estudio con el fin de simular ambientes abiertos como cercos perimétricos. Ver Anexo I.

A continuación se muestra la imagen resumen del prototipo sin considerar techo, con las lecturas obtenidas en campo, tanto en la pared interior como en la pared exterior, donde claramente se puede apreciar la disminución del sonido penetrante.

Grafico 7. Resultados de las Pruebas de Sonido en el Prototipo sin Techo



Fuente: elaboración propia

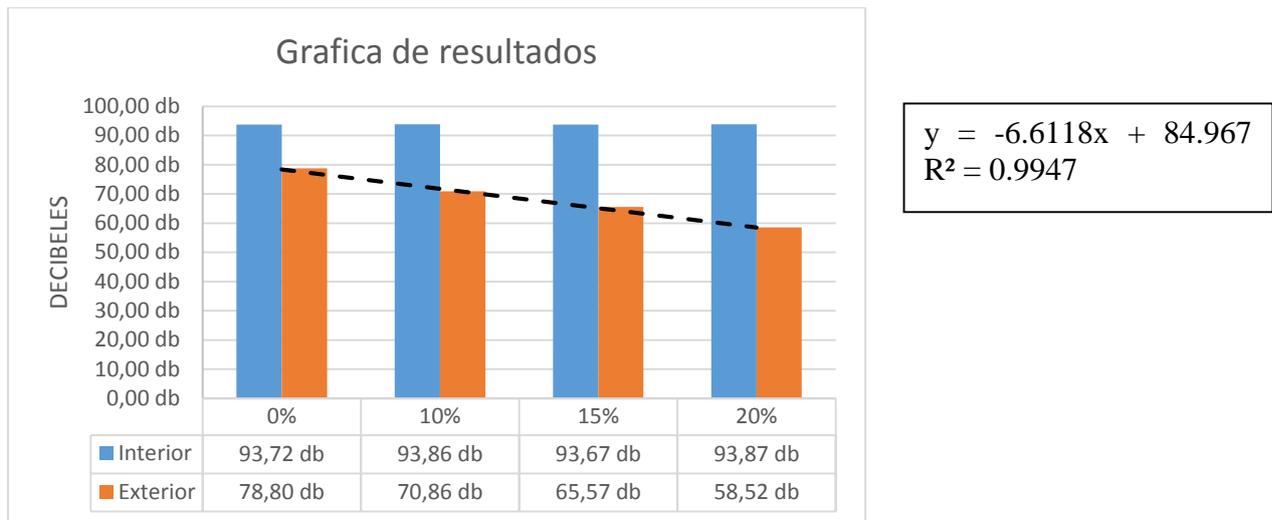
Los resultados se muestran a continuación:

Tabla 66: Resumen de resultados de aislamiento acústico

RESUMEN			
Caucho (%)	Pared Interior	Pared Exterior	% de Disminución
0%	93.72 decibeles	78.80 decibeles	15.92%
10%	93.86 decibeles	70.86 decibeles	24.51%
15%	93.67 decibeles	65.57 decibeles	30.00%
20%	93.87 decibeles	58.52 decibeles	37.66%

Fuente: elaboración propia

La siguiente grafica nos muestra la comparación de variación de nivel de ruido, en la pared interior y en la pared exterior.

Grafico 8: Variación del Nivel de Ruido

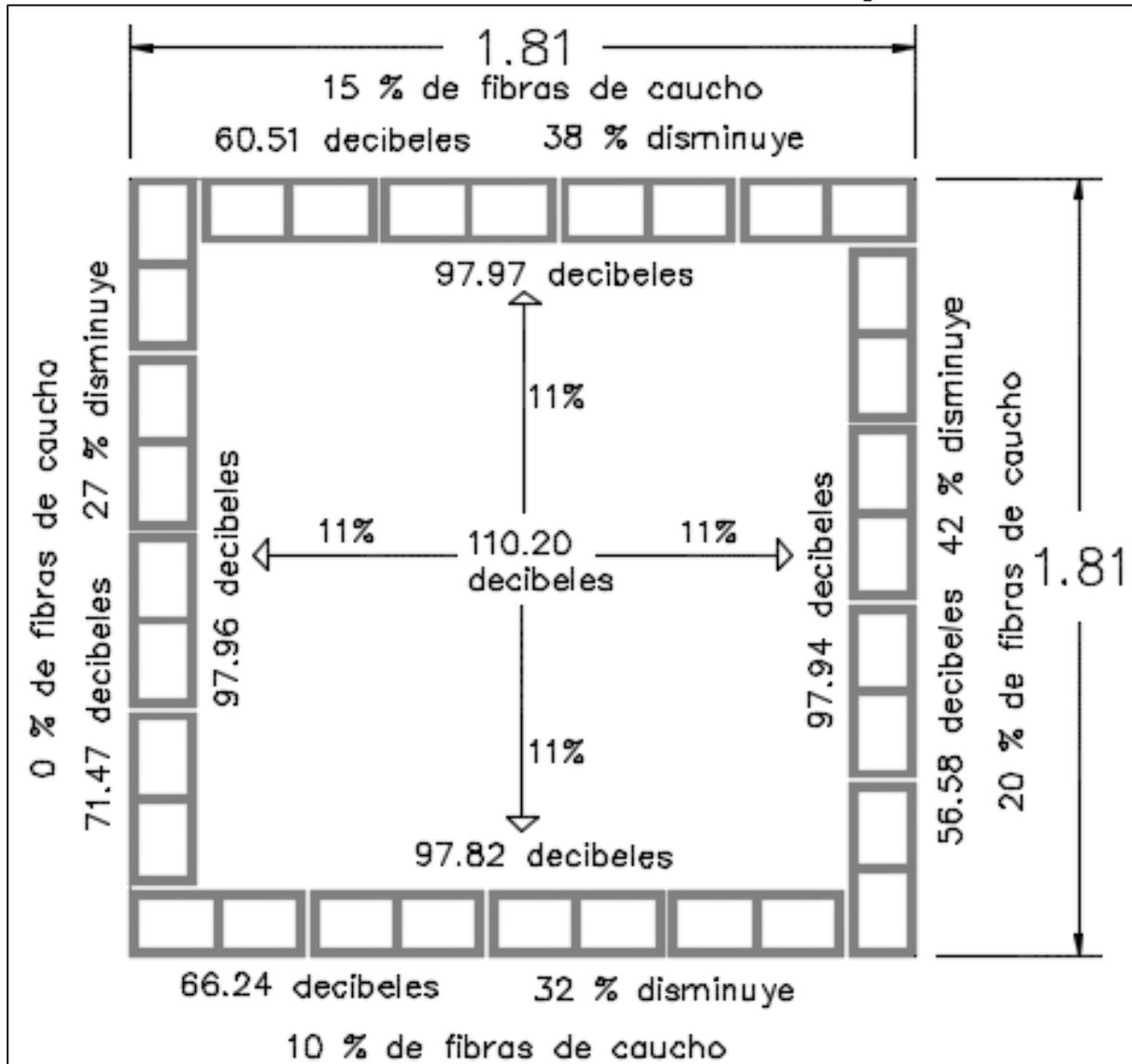
Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 5 se observa que en el muro con bloques huecos sin incorporación de fibras de caucho, tiene el valor en la pared interior de 93.72 decibeles y en la pared exterior de 78.80, logrando una disminución de 14.92 decibeles con un porcentaje de disminución de 15.92%, en el muro con bloques huecos con 10% de incorporación de caucho, tiene el valor en la pared interior de 93.86 decibeles y en la pared exterior de 70.86, logrando una disminución de 23.00 decibeles con un porcentaje de disminución de 24.51%, en el muro con bloques huecos con 15% de incorporación de caucho, tiene el valor en la pared interior de 93.67 decibeles y en la pared exterior de 65.57, logrando una disminución de 28.10 decibeles con un porcentaje de disminución de 30.00%, en el muro con bloques huecos con 20% de incorporación de caucho, tiene el valor en la pared interior de 93.87 decibeles y en la pared exterior de 58.52, logrando una disminución de 35.35 decibeles con un porcentaje de disminución de 37.66%.

2. PROTOTIPO CONSIDERANDO TECHADO

Se realizó este estudio con el fin de simular ambientes totalmente cerrados como habitaciones, salones de estudio, etc. Ver Anexo J.

Grafico 9. Resultados de las Pruebas de Sonido en el Prototipo con Techo



Fuente: Elaboración propia

A continuación se muestra un resumen del prototipo considerando techo, con las lecturas obtenidas en campo, tanto en la pared interior como en la pared exterior, donde claramente se puede apreciar la disminución del sonido penetrante.

Los resultados se muestran a continuación:

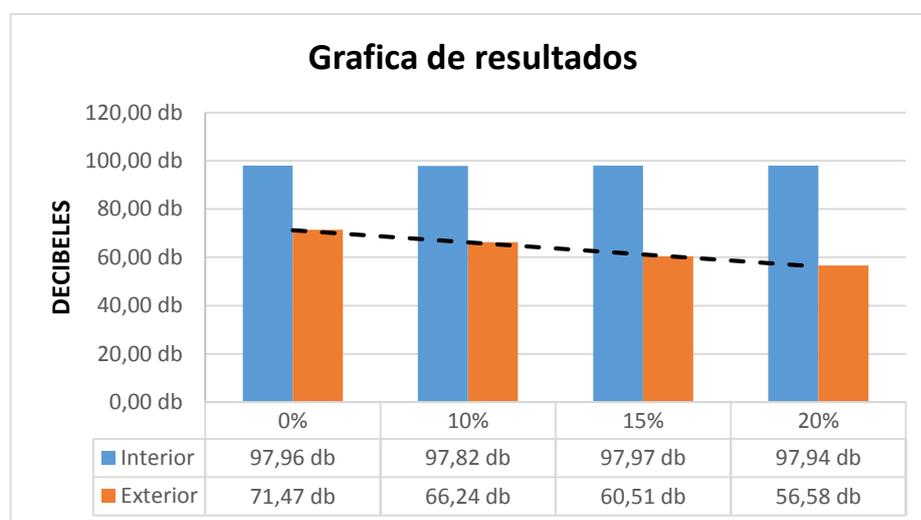
Tabla 67: Resumen de resultados de aislamiento acústico

RESUMEN			
Caucho (%)	Pared interior	Pared exterior	% de Disminución
0%	97.96 db	71.47 db	27.05%
10%	97.82 db	66.24 db	32.29%
15%	97.97 db	60.51 db	38.24%
20%	97.94 db	56.58 db	42.23%

Fuente: elaboración propia

La siguiente grafica nos muestra la comparación de variación de nivel de ruido, en la pared interior y en la pared exterior.

Grafico 10: Variación Del Nivel De Ruido



$$y = -5.0393x + 76.296$$

$$R^2 = 0.9946$$

Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 6 se observa que en el muro con bloques huecos sin incorporación de fibras de caucho, tiene el valor en la pared interior de 97.96 decibeles y en la pared exterior de 71.47, logrando una disminución de 26.50 decibeles, con un porcentaje de disminución de 27.05 %, en el muro con bloques huecos con 10% de incorporación de caucho, tiene el valor en la pared interior de 97.82 decibeles y en la pared exterior de 66.24, logrando una disminución de 31.58 decibeles con un porcentaje de disminución de 32.29 %, en el muro con bloques huecos con

15% de incorporación de caucho, tiene el valor en la pared interior de 97.97 decibeles y en la pared exterior de 60.51, logrando una disminución de 37.46 decibeles con un porcentaje de disminución de 38.24%, en el muro con bloques huecos con 20% de incorporación de caucho, tiene el valor en la pared interior de 97.94 decibeles y en la pared exterior de 56.58, logrando una disminución de 41.36 decibeles con un porcentaje de disminución de 42.23 %.

Comparando los resultado tomados en el prototipo con techo y con el sin techo en ambas situaciones se puede apreciar que los resultado son satisfactorios en relación a la disminución de sonido, por tanto se puede afirmar que la incorporación de fibras de caucho en la elaboración de bloques de concreto hueco proporcionan al bloque mayor aislamiento acústico.

5.7. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

De acuerdo al objetivo general **“Determinar de qué manera la incorporación de fibras de caucho de neumático en bloques de concreto hueco disminuye la contaminación acústica dentro de las viviendas de la Ciudad del Cusco”** los resultados obtenidos en las pruebas de sonido, muestran que el uso de fibras de caucho en diferentes porcentajes, en la elaboración de bloques de concreto hueco y usados en muros divisorios o muros de cercos perimetrales, si presentan disminución del sonido, lo que es corroborado con el estudio realizado por Suarez Jiménez & Mujica Nuñez, (2016) **quien sostiene** “que al usar caucho granulado en sustitucion parcial de agregado fino si presenta notable dosminucion acutica dentro de las viviendas”.

De acuerdo al objetivo especifico **“Determinar en qué medida disminuye la contaminación acústica con la incorporación de fibras de caucho de neumático, en la elaboración de bloques de concreto hueco a partir de ensayos de laboratorio”**, los resultados obtenidos en las pruebas acústicas, se determinó que el porcentaje de disminución es adecuado, así mismo, los estudios realizados por Suarez Jiménez & Mujica Nuñez, (2016), **sostienen que** “ los resultados son satisfactorios en la disminucion acustica, donde los bloques fueron expuestos a los niveles de ruido comprendidos entre 47.4 dB-65.1 dB que según la OMS es el nivel de ruido permitido al exterior de los dormitorios, observando una diferencia del 94.74% del nivel de sonido recibido entre un bloque convencional y el bloque propuesto con 15% de caucho”.

De acuerdo al objetivo especifico **“Establecer la proporción de fibras de caucho de neumático a utilizar para la elaboración de muros con bloques de concreto hueco”**, los resultados obtenidos en el diseño de mezclas, los resultados de compresión axial y los resultados de pruebas de sonido establecieron que la proporción más óptima es la de 15 % de incorporación de fibras de caucho, así mismo, el estudio realizado por Suarez Jiménez & Mujica Nuñez, (2016), **quienes señalan que** “el caucho granulado reemplazado en el concreto en un 15% del agregado fino, presenta mejor aislamiento acústico que un bloque convencional”.

Los resultados obtenidos en laboratorio, concernientes a la resistencia a la compresión no guardan relación con lo que sostiene Almeida Salazar, (2011), **quien señala que** “Los bloques luego de someterlos a la carga de compresión se observó que la incorporación del caucho en los mismos mejoró la adherencia con los demás materiales ya que al llegar a la carga de rotura el bloque se trisaba y no se partía en pedazos como el bloque normal, esto sucedió por las propiedades que el caucho posee como la resistencia y elasticidad”.

por lo que en esta investigación se demostró, que el bloque realizado con fibras de caucho en diferentes porcentajes, hace que la resistencia a la compresión axial disminuya según el porcentaje de fibras de caucho.

Los resultados obtenidos por Suarez Jiménez & Mujica Nuñez, (2016), **sostienen que** “las resistencias alcanzadas en el ensayo de compresión axial de testigos cilíndricos de concreto, para los diseños D-2 (5% Caucho), D-3 (10% Caucho), D-4(15% caucho), se observó un decremento mínimo de la resistencia en comparación con el diseño D-1 (0% caucho), mientras que para el diseño D-5 (20% caucho) y D-6 (25% caucho) el decremento de la resistencia es considerable, por ello se eligió como diseño "óptimo" el diseño D-4, con un decremento del 15.48% en la resistencia”, con lo que se afirma con esta investigación que el bloque con incorporación de caucho pierde resistencia según sea el porcentaje de fibras de caucho, siendo recomendable utilizar hasta un 15% de fibras de caucho en la elaboración de los bloques de concreto hueco.

CAPÍTULO VI
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

Primera conclusión: La incorporación de fibras de caucho de neumático en la dosificación de bloques de concreto hueco, disminuye porcentualmente la contaminación acústica.

Segunda conclusión: Se realizaron cuatro diseños de mezclas de concreto, para la elaboración de bloques de concreto hueco con incorporación de fibras de caucho, en los bloques de concreto hueco **sin incorporación de fibras de caucho**, se obtuvo una disminución de 16 % en condiciones abiertas y 27 % en condiciones con techo, en los bloques de concreto hueco con **10% incorporación de fibras de caucho**, se obtuvo una disminución de 25 % en condiciones abiertas y 32 % en condiciones con techo, en los bloques de concreto hueco con **15% incorporación de fibras de caucho**, se obtuvo una disminución de 30 % en condiciones abiertas y 38 % en condiciones con techo, en los bloques de concreto hueco con **20% incorporación de fibras de caucho**, se obtuvo una disminución de 38 % en condiciones abiertas y 42 % en condiciones con techo. Siendo el recomendado los bloques con 15 % de incorporación de fibras de caucho, por encontrarse dentro de lo establecido por la norma E 070.

tercera conclusión: Al realizar los estudios, se verifico que al usar fibras de caucho en la elaboración de bloques de concreto hueco, se obtuvieron resultados satisfactorios los mismos que demuestran que a más porcentaje de fibras de caucho, las propiedades acústicas del bloque aumentan, así mismo, los resultado obtenidos con los porcentajes de 0%, 10% y 15% en relación a lo mencionado por la norma E 070 Albañilería, “bloques de concreto hueco para la construcción de muros no portantes”, estos se encuentran dentro de la resistencia mínima establecida $f'c = 20 \text{ Kg/cm}^2$, por lo que el diseño con 20% de incorporación de fibras de caucho, se encuentra por debajo de la mínima resistencia requerida, por la norma antes mencionada.

OTROS HALLAZGOS

Cuarta conclusión: Se verifico que a más porcentaje de incorporación de fibras de caucho, la resistencia a compresión axial disminuye, mientras en lo referente con la disminución acústica, ocurre todo lo contrario, llegando a un mayor aislamiento acústico en el diseño de 20% de incorporación de fibras de caucho.

Quinta conclusión: Los bloques de concreto con incorporación de fibras de caucho, ofrecen un menor peso, por tal motivo aligeran la carga muerta en una construcción.

Sexta conclusión: realizando una comparación de aislamiento acústico en ambientes cerrados y ambientes abiertos, se obtuvieron mejores resultados de aislamiento acústico en los ambientes cerrados.

6.2. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda a los Ingenieros incentivar el uso de bloques huecos de concreto con incorporación de fibras de caucho, en la construcción de muros divisorios (tabiques) ya que presentan mejores propiedades acústicas.
- ✓ Se recomienda a los fabricantes de bloques de concreto hueco, controlar la dosificación de los materiales intervinientes, la preparación de la mezcla y el respectivo curado, para obtener mejores resultados.
- ✓ Se recomienda para futuras investigaciones realizar el prototipo de muros, en zonas donde el nivel de ruido se bajó, para de esa manera el sonido ambiental no interfiera con las lecturas del sonómetro.
- ✓ Se recomienda para futuras investigaciones en donde se pretenda lograr mejores resultados en lo que concierne con la disminución acústica, realizar bloques de concreto hueco con mayor espesor de concreto, ya que esta investigación está realizada con espesor de concreto de 16 mm.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida Salazar, N. (2011). Utilizacion de fibras de caucho de neumatico reciclado en la elaboracion de bloques de mamposteria para mitigar el impacto ambiental en el Canto Ambato. Ecuador: Universidad de Ambato Ecuador.
- Castro, G. (2007). Reutilizacion, reciclado y dispocion final de neumaticos. 2. Obtenido de http://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material_Complementario/Reutilizacion_Reciclado_y_Disposicion_final_de_Neumatico.pdf
- Castro, G. (Diciembre de 2008). Materiales y compuestos para la industria del neumatico. *Materiales y compuestos para la industria del neumatico*, 2. Obtenido de http://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material_Complementario/Materiales_y_Compuestos_para_la_Industria_del_Neumatico.pdf
- Cemento portland pusolanico yupa IP . (sf). *Asosem*. Obtenido de Asosem: http://www.asocem.org.pe/archivo/files/ficha_tecnica_1p.pdf
- Cempre, U. (sf de sf de sf). Neumaticos. *Cempre.org.uy*, 1. Obtenido de http://www.cempre.org.uy/index.php?option=com_content&view=article&id=83&Itemid=101
- Comision de normalizacion y de fiscalizacion de barreras comerciales no arancelarias INDECOPI. (2013). Norma Técnica Peruana NTP 334.090. *Cementos portland adicionados. Requisitos*. Lima, Lima, peru.
- Comision de reglamentos tecnicos y comerciales INDECOPI. (2011). Norma Tecnica peruana NTP 400.010. *Agregados. Extraccion y preparacion de las muestras*. Lima, Lima, Peru.
- Comision de reglamentos tecnicos y comerciales INDECOPI. (2011). Norma Tecnica Peruana NTP 400.017 . *Agregados. Metodo de ensayo para determinar el peso unitario del agregado*. Lima, Lima, Peru.
- Comision de reglamentos tecnicos y comerciales INDECOPI. (2013). Norma Tecnica Peruana NTP 400.012. *Agregados. Analisis granulometrico del agregado grueso y global* . Lima, Lima, Perú.
- Comision de reglamentos tecnicos y comerciales INDECOPI. (2013). Norma Tecnica Peruana NTP 400.022. *Agregados. Metodo de ensayo normalizado para peso especifico y absorcion del agregado fino*. Lima, Lima, Peru.

- Comisión de reglamentos técnicos y comerciales INDECOPI. (2002). Norma técnica Peruana NTP 339.185. *Agregados. Metodos de ensayo normalizado para contenido total de humedad evaporable en agregados por secado*. Lima, Lima, Perú.
- Contaminacion Acústica. (15 de abril de 2015). *Wikipedia*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Contaminaci%C3%B3n_ac%C3%BAstica
- Edificaciones, R. N. (s.f.). e 060.
- El caucho SBR. (sf de sf de sf). *Monografias .com*. Obtenido de *Monografias .com*: <http://www.monografias.com/trabajos35/caucho-sbr/caucho-sbr.shtml>
- Loredó de Izcue, N., & Villalba Garcés, R. (junio de 2016). la Contaminación Conora en Lima y Callao. *Organismo de Evaluacion y Fiscalizacion Ambiental (OEFA)*, 16. Obtenido de https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=19087
- Loredó de Izcue, N., & Villalba Garcés, R. (junio de 2016). La contaminación Sonora en Lima y Callao. *Organismo de Evaluacion y fiscalizacion Ambiental (OEFA)*, 31. Obtenido de https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=19088
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2000). Norma Técnica Peruana NTP 400.021. *Peso específico y absorción de agregados gruesos*. Lima, Lima, Peru.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). Manual de ensayo de materiales. *Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos*. Lima, Lima, Peru.
- Norma técnica Peruana NTP 339.088. (2014). *Concreto. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland*. Lima, Lima, Peru.
- Plan de Desarrollo Urbano Cusco al 2023. (22 de mayo de 2015). Sub componente aire, ruido, impacto visual y radiaciones no ionizantes. *Plan de desarrollo urbano cusco al 2013*, 6. Obtenido de <https://www.cusco.gob.pe/wp-content/uploads/2015/05/2-3-6-sub-componente-aire-ruido-contaminacion-visual.pdf>
- ¿Qué es la albañilería. (s.f.). *mis respuestas*. Obtenido de <http://www.misrespuestas.com/que-es-la-albanileria.html>
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (junio de 2010). *Concreto Armado Norma E.060*. Lima: Macro E.I.R.L.
- Suárez Jiménez, I., & Mujica Nuñez, E. (2016). Bloques de concreto con material reciclable de caucho para obras de edificación. 9. Cusco, Cusco, Peru.

ANEXOS

ANEXO A. Análisis granulométrico por tamizado Agregado Grueso Cantera Huambutio.

Material: Agregado Grueso Confitillo

Cantera: Huambutio

Peso muestra seca: 2791.45 gr

N° Tamiz	Diámetro (mm)	Peso retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Que pasa	Límites establecidos por la NTP	
						Límite máximo	Límite mínimo
3/4"	0.750	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	0.500	139.49	5.00	5.00	95.00	100.00	90.00
3/8"	0.375	149.28	5.35	10.34	89.66	70.00	40.00
N°4	0.187	843.14	30.20	40.55	59.45	15.00	5.00
N° 8	0.094	716.44	25.67	66.21	33.79	5.00	0.00
16	0.047	366.57	13.13	79.35	20.65	0.00	0.00
30	0.023	96.09	3.44	82.79	17.21	0.00	0.00
50	0.012	256.8	9.20	91.99	8.01	0.00	0.00
100	0.006	155.15	5.56	97.55	2.45	0.00	0.00
200	0.003	63.03	2.26	99.80	0.20	0.00	0.00
CAZUELA		5.46	0.20	100.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL		2791.45	100.0				

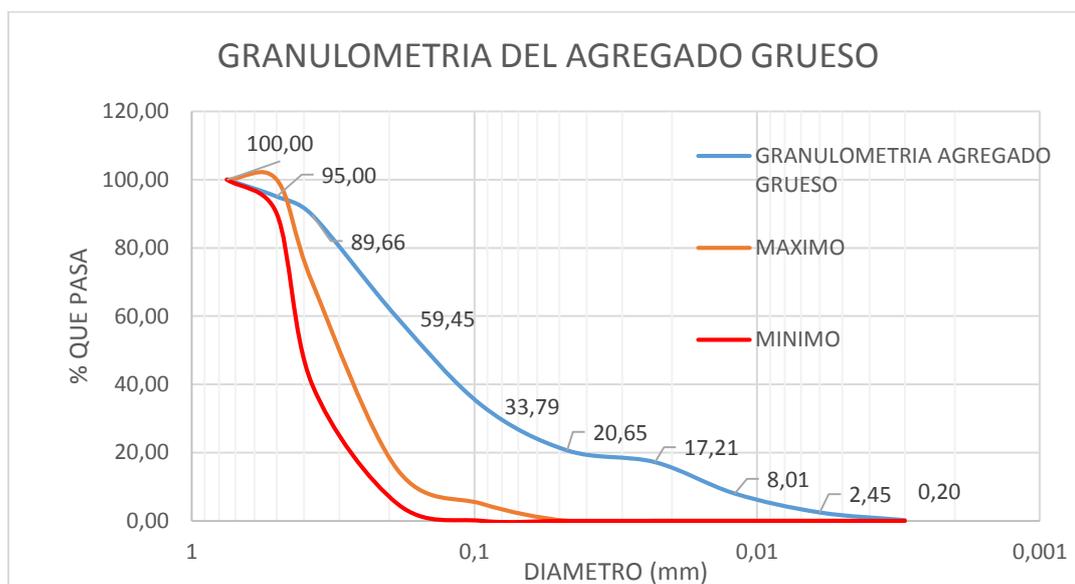
Calculo de módulo de fineza (mf)

$$MF = \frac{\sum \% \text{ Retenido acumulado}}{100}$$

$$MF = \frac{5 + 10.34 + 40.55 + 66.21 + 79.35 + 82.79 + 91.99 + 97.55}{100}$$

$$MF = 4.74$$

CURVA GRANULOMETRICA DEL AGREGADO GRUESO



ANEXO B. Análisis granulométrico por tamizado Agregado Fino cantera Huambutio.

Material: Agregado Fino

Cantera: Huambutio

Peso muestra seca: 2348.17 gr

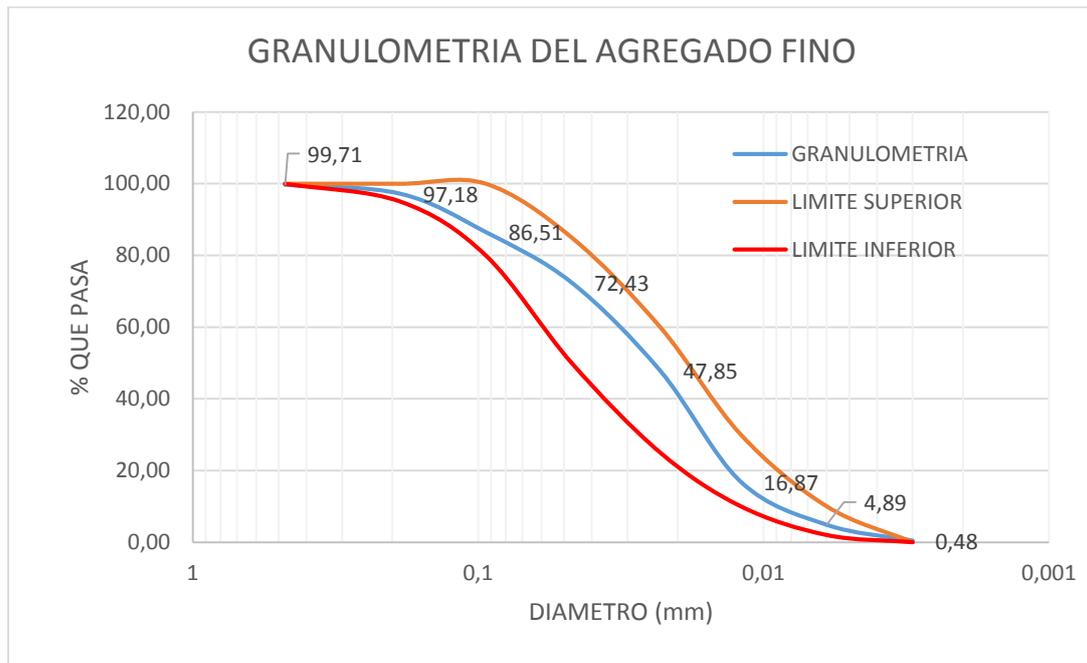
N° TAMIZ	Diámetro (mm)	Peso retenido	%Retenido	%Retenido Acumulado	% Que pasa	Límites especificados por la NTP	
						Límite superior	Límite inferior
3/4"	0.750	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	0.500	4.41	0.19	0.19	99.81	100.00	100.00
3/8"	0.475	2.33	0.10	0.29	99.71	100.00	100.00
N°4	0.187	59.56	2.54	2.82	97.18	100.00	95.00
8	0.094	250.54	10.67	13.49	86.51	100.00	80.00
16	0.047	330.56	14.08	27.57	72.43	85.00	50.00
30	0.023	577.12	24.58	52.15	47.85	60.00	25.00
50	0.012	727.62	30.99	83.13	16.87	30.00	10.00
100	0.006	281.19	11.97	95.11	4.89	10.00	2.00
200	0.003	103.6	4.41	99.52	0.48	0.00	0.00
Cazuela		11.24	0.48	100.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL		2348.17	100.0				

Calculo de módulo de fineza (mf)

$$MF = \frac{\sum \% \text{ Retenido acumulado}}{100}$$

$$MF = \frac{0.29 + 2.82 + 13.49 + 27.57 + 52.15 + 83.13 + 95.11}{100}$$

$$MF = 2.75$$



ANEXO C. Cálculo de propiedades físicas Agregado Grueso Cantera Huambutio.

A. Contenido de humedad (%)

HUMEDAD	
N° DE TARA	0.00 gr
PESO DE TARA	0.00 gr
PESO DE TARA + SUELO HUMEDO	3024.99 gr
PESO DE TARA + SUELO SECO	2956.60 gr
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	2.26%

B. Cantidad de absorción (%)

ABSORCION	
PESO SECO	2115.75 gr
PESO SATURADO	2144.68 gr
PORCENTAJE (%)	1.37%

C. Calculo peso unitario (kg/m3)

PESO UNITARIO	
VOLUMEN DEL RECIPIENTE	0.01371 m3
MASA SUELTA	21.80 kg
MASA COMPACTADA	23.58 kg
PESO UNITARIO SUELTO	1590.23 kg/m3
PESO UNITARIO COMPACTADO	1720.25 kg/m3

D. Calculo peso especifico

PESO ESPECIFICO	
PESO SECO	2115.75 gr
PESO SATURADO	2144.68 gr
PESO SUMERGIDO	1368.00 gr
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.72 gr/cm3
PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA	2.76 gr/cm3
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.83 gr/cm3

ANEXO D. Cálculo de propiedades físicas Agregado Fino Cantera Huambutio.

A. Contenido de humedad (%)

HUMEDAD	
N° DE TARA	0.00 gr
PESO DE TARA	0.00 gr
PESO DE TARA + SUELO HUMEDO	1538.82 gr
PESO DE TARA + SUELO SECO	1460.03 gr
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	5.12 %

B. Cantidad de absorción (%)

ABSORCION	
PESO SECO	1603.01 gr
PESO SATURADO	1624.19 gr
PORCENTAJE (%)	1.30 %

C. Calculo peso unitario (kg/m3)

PESO UNITARIO	
VOLUMEN DEL RECIPIENTE	0.00306456 m3
MASA SUELTA	4.23 kg
MASA COMPACTADA	4.70 kg
	1380.30
PESO UNITARIO SUELTO	kg/m3
PESO UNITARIO COMPACTADO	1533.66 kg/m3

D. Calculo peso especifico

PESO ESPECIFICO	
VOLUMEN DEL RECIPIENTE	1000.00 cm3
VOLUMEN DE AGUA	812.15 cm3
PESO SECO EN HORNO	491.38 gr
PESO SATURADO	500.00 gr
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.62 gr/cm3
PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA	2.66 gr/cm3
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.74 gr/cm3

ANEXO E. Cálculo de propiedades físicas Agregado Grueso fibras de caucho.

A. Cantidad de absorción (%)

ABSORCION	
PESO SECO	1686.10 gr
PESO SATURADO	1691.30 gr
PORCENTAJE (%)	0.31 %

B. Calculo peso unitario (kg/m3)

PESO UNITARIO	
VOLUMEN DEL RECIPIENTE	0.003065 m3
MASA SUELTA	1.46 kg
MASA COMPACTADA	1.56 kg
PESO UNITARIO SUELTO	475.39 kg/m3
PESO UNITARIO COMPACTADO	510.26 kg/m3

C. Calculo peso especifico

PESO ESPECIFICO	
PESO SECO	1563.72 gr
PESO SATURADO	1568.92 gr
PESO SUMERGIDO	-0.02 gr
PESO ESPECIFICO DE MASA	0.997 gr/cm3
PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA	0.999 gr/cm3
PESO ESPECIFICO APARENTE	0.999 gr/cm3

ANEXO F. Diseño de mezclas según el método del ACI 211.

Material de procedencia de Cantera de Huambutio

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

CEMENTO

Marca : Yura
Tipo : Tipo IP 42.5 kg
Densidad : 2850.00 kg/cm³

AGUA

Peso Específico : 1000 kg/cm³

AGREGADOS

AGREGADOS	FINO	GRUESO
PERFIL		ANGULAR
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1380.30	1590.23
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1533.66	1720.25
Peso específico (kg/m ³)	2615.81	2715.88
Módulo de fineza	2.75	4.74
Tamaño máximo nominal	----	1/2"
Porcentaje de absorción	1.32%	1.37%
Contenido de humedad	5.12%	2.26%

Características del concreto

Resistencia a la compresión (f'c) : 20 kg/cm².

ELECCIÓN DEL SLUMP

:

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO	EJEMPLO DE CONSTRUCCIÓN
SECA	0-20 mm	Prefabricados de mediana y alta resistencia.
SECA	20-35 mm	Pavimentos.
SEMI SECA	35-50 mm	Pavimentos, fundaciones en concreto simple, losas poco reforzadas.
MEDIA (PLASTICA)	50-100 mm	Pavimento compactado a mano, losas, muros, vigas columnas, cimentaciones.
HUMEDA	100-150 mm	Elementos estructurales esbeltos o muy reforzados.
MUY HUMEDA	150-200 mm	Elementos esbeltos, pilotes fundidos.
SUPER FLUIDA	más de 200 mm	Elementos muy esbeltos.

Según el cuadro mostrado el SLUMP correspondiente es de 1 pulgada (consistencia seca) para evitar desmoronamiento.

PROCEDIMIENTO

1) CÁLCULO DE f'_{cr} (resistencia promedio requerida)

Se utilizara la siguiente formula:

$$f'_{cr} = f'_{c} + 70$$

f'_{c}	f'_{cr}		
Menos de 210	f'_{c}	+	70
210-350	f'_{c}	+	84
> 350	f'_{c}	+	98

$$f'_{cr} = 20 + 70 = 90.00 \quad \text{kg/cm}^2$$

Resistencia a la compresión $f'_{cr} =$	90.00	kg/cm ²
--	-------	--------------------

2) CÁLCULO DE CONTENIDO DE AIRE (tabla N°2)

**TABLA 2
CONTENIDO DE AIRE
ATRAPADO**

Tamaño Máximo nominal del Agregado Grueso	Aire atrapado
3/8"	3.00%
1/2"	2.50%
3/4"	2.00%
1"	1.50%
1 1/2"	1.00%
2"	0.50%
3"	0.30%
4"	0.20%

Tamaño máximo nominal = 1/2"

contenido de aire = 2%

3) CÁLCULO DE CONTENIDO DE AGUA (tabla N°1)

TABLA 1

		Agua en l/m3, para los tamaños nominales de agregado grueso y consistencia indicada						
Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	154	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---

Agua	199	litros/m3
-------------	------------	------------------

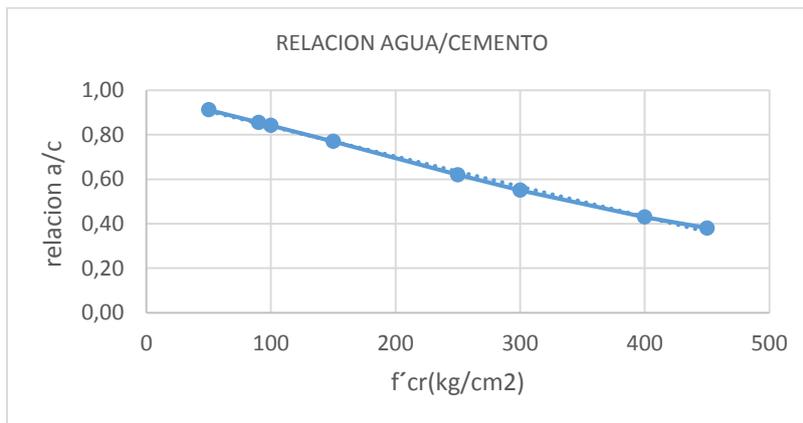
4) CÁLCULO RELACIÓN AGUA CEMENTO (tabla N°5)

TABLA 5

Resistencia a La compresión a los 28 días (kg/cm ²)	Relación agua/cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.4
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.7	0.61
150	0.8	0.71

F'cr	90	kg/cm ²
------	----	--------------------

NOTA: Se utilizara formula lineal para resistencias menores a 150 kg/cm²



$y = -0.0014x + 0.9814$ $R^2 = 0.9856$
--

Formula lineal $y = -0.0014 * f'cr + 0.9814$

a/c	0.855
-----	-------

5) CÁLCULO DE CONTENIDO DE CEMENTO

Contenido de cemento : 232.64 kg
 Factor cemento : 232.64 kg/42.50 kg
 : 5.47 bolsas

Módulo de fineza del agregado fino : 2.75

Tamaño máximo : 1/2 pulgada.

TABLA 4

Tamaño máximo del agregado grueso		Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen de concreto, para diversos módulos de fineza del A. fino, (b/bo) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino.			
		MODULO DE FINEZA DEL AGREG. FINO			
mm.	Pulg	2.40	2.60	2.80	3.00
10	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
20	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
40	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
70	3"	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Interpolando

2.6	0.64
2.75	b/bo
2.8	0.62

$$\frac{b}{bo} = \text{de la tabla N}^\circ 4$$

$$b/bo = 0.625$$

$$\text{Peso A.G.} = \frac{b}{bo} \times \text{peso u. c.}$$

Peso Unitario Compactado A.G. 1720.25 kg

Peso Unitario Compactado A.F. 2615.81 kg

Peso A. Grueso	1075.90	kg
----------------	---------	----

$$\text{Peso A.F.} = \text{Vol A. F.} \times \text{P. esp. A. F.}$$

Peso A.F.	793.17	kg
-----------	--------	----

7) VOLUMEN ESPECIFICO

$$\text{Cemento} = \frac{\text{peso de cemento}}{\text{peso esp. cemento}}$$

Cemento	0.082	m ³
---------	-------	----------------

$$\text{Agua} = \frac{\text{contenido de agua}}{\text{peso espe. del agua}}$$

Agua	0.199	m ³
------	-------	----------------

De la tabla N° 2 = 2%

Aire	0.02	m ³
------	------	----------------

Volumen A.G.	0.396	m ³
--------------	-------	----------------

Volumen del Agregado fino = 1 - (Vol. agua + Vol. Aire + Vol. Cemento + Vol. A. Grueso)

Volumen A.F.	0.303	m ³
--------------	-------	----------------

8) PRESENTACIÓN DEL DISEÑO EN ESTADO SECO (KG)

Cemento	232.64	kg
Agregado Fino	793.17	kg
Agregado Grueso	1075.90	kg
Agua	199.00	kg
TOTAL	2300.71	kg

9) PRESENTACIÓN EN VOLUMEN (M3)

Volumen del A.G.	0.396 m ³
Volumen del A.F.	0.303 m ³
Volumen del Aire	0.020 m ³
Volumen del Cemento	0.082 m ³
Volumen del Agua	0.199 m ³
TOTAL	1.000 m³

10) AJUSTES POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

PESO DEL AGREGADO FINO

$$\text{Peso A. Fino} = \text{Peso seco} \times \left(\frac{w\%}{100} + 1 \right)$$

$$\text{Peso A.F.} = 833.777 \text{ kg}$$

PESO DEL AGREGADO GRUESO

$$\text{Peso A. Grueso} = \text{Peso seco} \times \left(\frac{w\%}{100} + 1 \right)$$

$$\text{Peso A.G.} = 1100.228 \text{ kg}$$

11) APORTE DE AGUA A LA MEZCLA

Tipo de agregado	Humedad (%)	Absorción (%)
Agregado Grueso	2.26	1.37
Agregado Fino	5.12	1.32

$$A. \text{ Fino} = \frac{(\%w - \%abs) \times \text{agregado fino}}{100}$$

$$\text{Agregado Fino} = 14.67 \text{ Litros}$$

$$A. \text{ Grueso} = \frac{(\%w - \%abs) \times \text{agregado grueso}}{100}$$

$$\begin{aligned} \text{Agregado Grueso} \\ = 9.83 \text{ Litros} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum (A.F. + A.G.) \\ = 24.50 \text{ Litros} \end{aligned}$$

12) AGUA EFECTIVA

$$\text{Agua} = \text{contenido de Agua} - \text{Sumatoria}$$

$$\text{Agua} = 174.495 \text{ litros}$$

13) DISEÑO EN PESO CORREGIDO

Cemento	232.640 kg
Agregado Fino	833.777 kg
Agregado Grueso	1100.228kg
Agua	174.795 kg
TOTAL	2341.140 kg

13) DISEÑO EN VOLUMEN CORREGIDO

Volumen del A.G.	0.405 m3
Volumen del A.F.	0.319 m3
Volumen del Aire	0.020 m3
Volumen del Cemento	0.082 m3
Volumen del Agua	0.174 m3
TOTAL	1.000 m3

DOSIFICACION EN PESO Y VOLUMEN

PROPORCION EN PESO			
CEMENTO	A. GRUESO	A. FINO	AGUA
1.0	4.7	3.6	0.8
42.5	201.0	152.3	31.9

PROPORCION EN VOLUMEN			
CEMENTO	A. GRUESO	A. FINO	AGUA (lts)
1	5.0	3.9	2.1

ANEXO G. Diseño de mezclas según las diferentes proporciones de incorporación de fibras de caucho.

DISEÑO CON 10 % DE INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO.

DISEÑO EN PESO	
Cemento	232.640 kg
Agregado Fino	833.777 kg
Agregado Grueso	968.532 kg
Agua	174.495 kg
Caucho	40.389 kg
TOTAL	2249.834 kg

DISEÑO EN VOLUMEN	
Volumen del A.G.	0.365 M3
Volumen del A.F.	0.319 M3
Volumen del Aire	0.020 M3
Volumen del Cemento	0.082 M3
Volumen del Agua	0.174 M3
Volumen de Caucho	0.041 M3
TOTAL	1.000 M3

Proporción en Peso				
Cemento	Agregado Grueso	Agregado fino	Agua	Caucho
1.0	4.2	3.6	0.8	0.17

Proporción en Volumen				
Cemento	Agregado Grueso	Agregado fino	Agua	Caucho
1	4.4	3.9	2.1	0.50

DISEÑO CON 15 % DE INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO.

DISEÑO EN PESO	
Cemento	232.640 kg
Agregado Fino	833.777 kg
Agregado Grueso	914.725 kg
Agua	174.495 kg
Caucho	60.584 kg
TOTAL	2216.221 kg

DISEÑO EN VOLUMEN	
Volumen del A.G.	0.344 M3
Volumen del A.F.	0.319 M3
Volumen del Aire	0.020 M3
Volumen del Cemento	0.082 M3
Volumen del Agua	0.174 M3
Volumen de Caucho	0.061 M3
TOTAL	1.000 M3

Proporción en peso				
Cemento	Agregado Grueso	Agregado fino	Agua	Caucho
1.0	3.9	3.6	0.8	0.26

Proporción en Volumen				
Cemento	Agregado Grueso	Agregado fino	Agua	Caucho
1	4.2	3.9	2.1	0.74

DISEÑO CON 20 % DE INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO.

DISEÑO EN PESO	
Cemento	232.640 kg
Agregado Fino	833.777 kg
Agregado Grueso	860.917 kg
Agua	174.495 kg
Caucho	80.779 kg
TOTAL	2182.608 kg

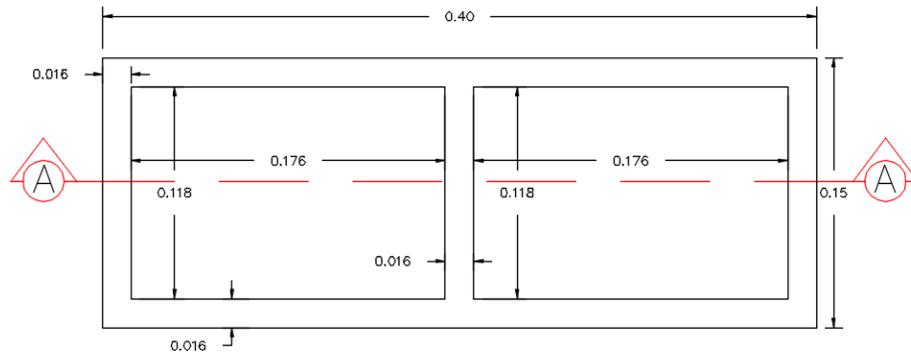
DISEÑO EN VOLUMEN	
Volumen del A.G.	0.324 M3
Volumen del A.F.	0.319 M3
Volumen del Aire	0.020 M3
Volumen del Cemento	0.082 M3
Volumen del Agua	0.174 M3
Volumen de Caucho	0.081 M3
TOTAL	1.000 M3

Proporción en Peso				
Cemento	Agregado Grueso	Agregado fino	Agua	Caucho
1.0	3.7	3.6	0.8	0.35

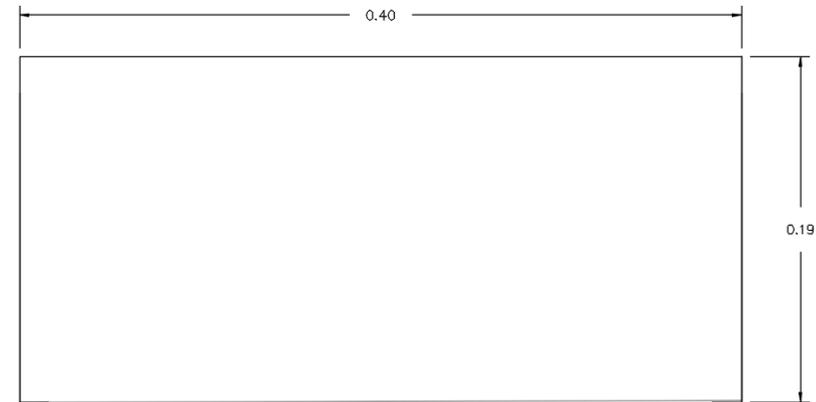
Proporción en Volumen				
Cemento	Agregado Grueso	Agregado fino	Agua	Caucho
1.00	3.97	3.90	2.14	0.99

ANEXO H. Planos de los bloques de concreto hueco.

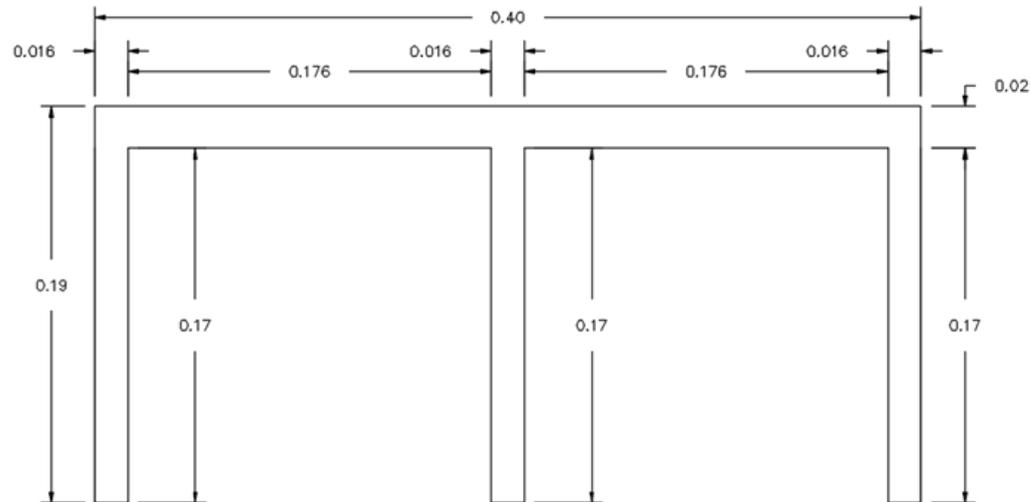
vista en planta



vista frontal



Vista en corte



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

PROYECTO: DISMINUCION DE LA CONTAMINACION ACUSTICA CON BLOQUES DE CONCRETO HUECO INCORPORANDO FIBRAS DE CAUCHO DE NEUMATICO EN MUROS DE VIVIENDAS EN LA CIUDAD DEL CUSCO, 2017

DISEÑO: BACH. GERMAN RIVERA MAYTA

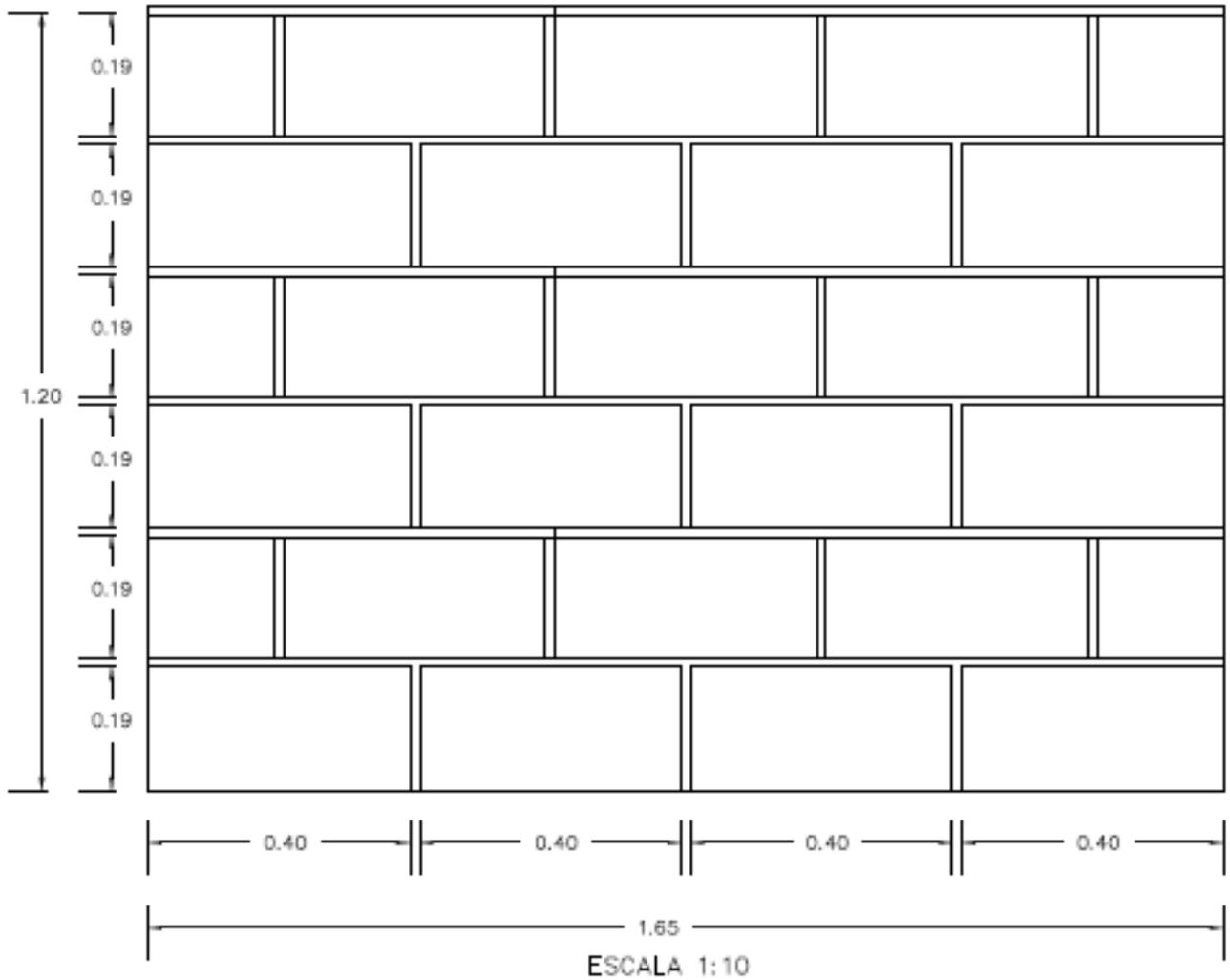
LAMINA:

P-01

ESCALAS: INDICADAS.

PLANO: PLANTA FRONTAL Y CORTE

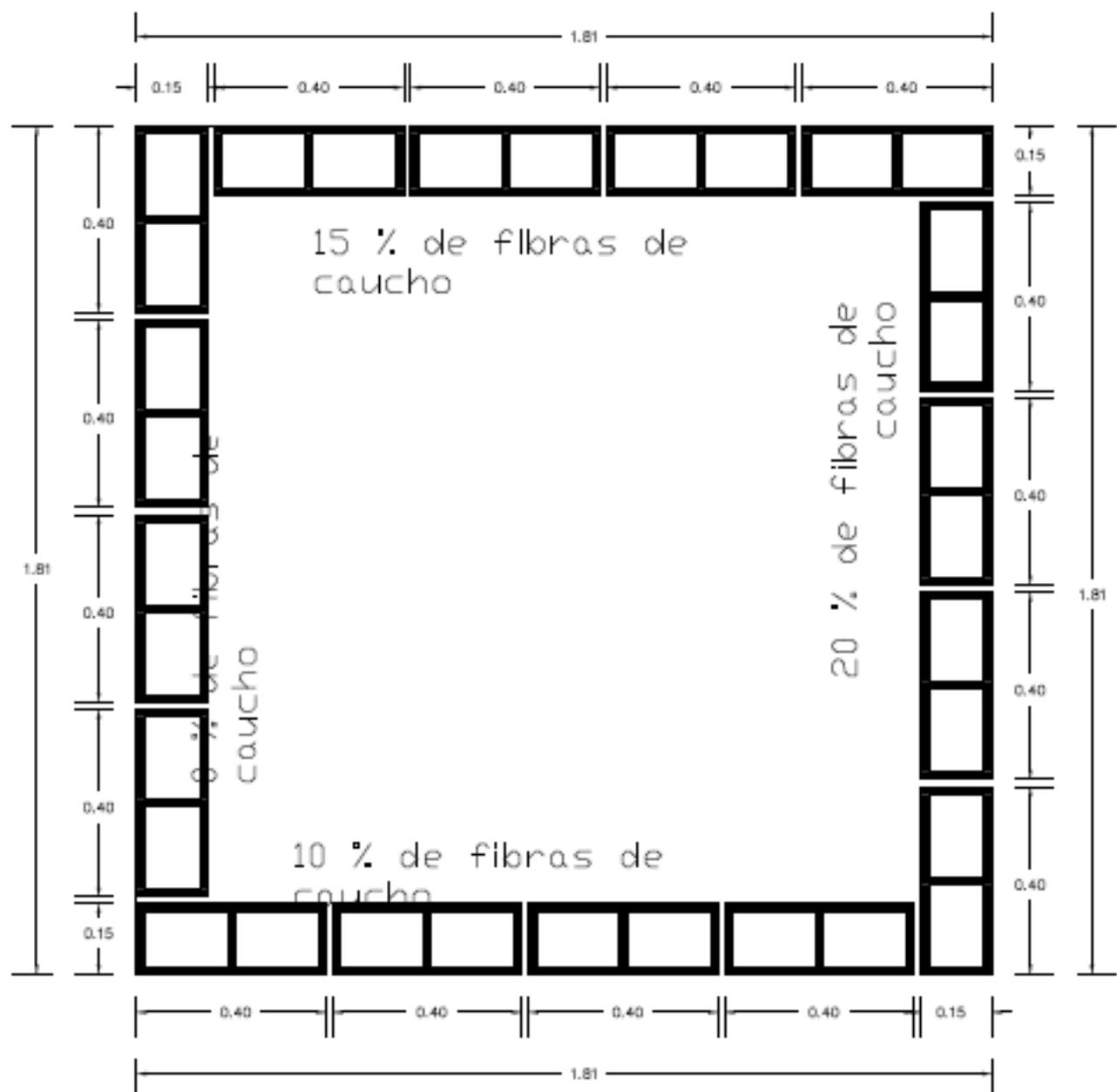
VISTA FRONTAL DEL MURO CONSTRUIDO.



EL PROTOTIPO DE MURO
 CONSTA DE 24 UNIDADES,
 LAS JUNTAS VERTICALES Y
 JUNTAS HORIZONTALES SON
 DE ESPESOR DE 1.50 CM

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS	
PROYECTO: DISMINUCION DE LA CONTAMINACION ACUSTICA CON BLOQUES DE CONCRETO HUECO INCORPORANDO FIBRAS DE CAUCHO DE NEUMATICO EN MUROS DE VIVIENDAS EN LA CIUDAD DEL CUSCO, 2017	
DESIGNO:	DACH GERMAN RIVERA MAYTA
ESCALAS:	INICIALMENTE
PLANO:	VISTA FRONTAL MURO
LAMINA:	P-02

VISTA EN PLANTA
 PROTOTIPO DE MUROS



CADA MURO CONSTA DE 24 UNIDADES, LAS JUNTAS VERTICALES Y JUNTAS HORIZONTALES SON DE ESPESOR DE 1.50 CM

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS	
PROYECTO: DISMINUCION DE LA CONTAMINACION ACUSTICA CON BLOQUES DE CONCRETO HUECO INCORPORANDO FIBRAS DE CAUCHO DE NEUMATICO EN MUROS DE VIVIENDAS EN LA CIUDAD DEL CUSCO, 2017	
DISEÑO: BACH GERMAN RIVERA MAYTA	LAMINA: P-03
ESCALAS: DECADAS	PLANO: VISTA FRONTAL MERO

ANEXO I. Pruebas Acústicas sin considerar techo.

PRUEBAS ACÚSTICAS EN PROTOTIPO SIN TECHO

MURO CON 0% DE INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO

VALORES PARED INTERIOR DE LOS MUROS (0% DE FIBRAS DE CAUCHO)																	
Punto	TIEMPO (seg)															promedio	desviación estándar
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150		
1	91.90	92.00	91.80	91.60	91.50	91.40	91.20	91.10	91.20	91.00	90.90	91.10	91.00	91.10	91.10	91.33 db	0.353
2	94.40	94.60	94.80	94.40	94.60	94.80	94.20	94.40	94.60	94.40	94.60	94.10	94.80	94.20	94.40	94.49 db	0.223
3	91.90	91.60	91.30	91.40	91.60	91.50	90.90	91.20	91.30	91.40	91.30	91.20	90.90	91.10	91.50	91.34 db	0.267
4	94.60	94.20	94.10	94.20	94.10	94.10	94.10	94.20	94.30	94.40	94.80	95.00	94.90	95.10	95.20	94.49 db	0.407
5	97.80	97.90	97.50	97.30	97.20	97.20	97.10	97.10	97.00	97.00	97.10	97.00	97.00	97.00	96.90	97.21 db	0.301
6	94.40	94.30	95.40	95.30	95.10	95.20	95.30	94.50	94.60	94.20	94.50	94.80	94.50	94.50	94.70	94.75 db	0.402
7	92.60	92.30	92.10	92.50	92.50	92.80	92.50	91.90	91.90	92.10	92.50	92.40	92.40	92.40	92.40	92.35 db	0.253
8	95.80	95.10	95.20	95.10	95.20	95.00	95.10	95.00	95.00	95.00	95.10	95.20	95.20	95.00	95.00	95.13 db	0.202
9	92.50	92.80	92.40	92.10	92.50	92.80	92.60	92.70	92.50	92.80	92.50	92.10	91.90	91.80	92.00	92.40 db	0.338
															Promedio	93.72 db	0.305

VALORES PARED EXTERIOR DE LOS MUROS (0% DE FIBRAS DE CAUCHO)																	
Punto	TIEMPO (seg)															Promedio	Desviación estándar
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150		
1	73.40	73.80	73.70	74.00	74.20	74.30	74.00	73.80	73.80	74.20	74.50	74.40	74.50	74.70	74.80	74.14 db	0.400
2	79.00	79.20	79.50	79.30	79.40	79.50	79.60	79.30	80.10	80.50	80.50	80.50	80.60	80.60	80.30	79.86 db	0.593
3	74.80	75.60	74.90	74.80	74.90	74.90	74.80	74.90	75.00	75.20	75.20	74.90	74.80	75.00	75.20	74.99 db	0.222
4	80.30	80.40	80.30	80.30	80.40	80.40	80.30	80.40	80.20	80.30	80.40	80.50	80.40	80.30	80.40	80.35 db	0.074
5	83.70	83.70	83.60	83.70	83.60	83.40	83.40	83.30	83.40	83.50	83.50	83.40	83.40	83.50	83.70	83.52 db	0.137
6	80.70	80.40	81.00	81.00	81.10	80.90	81.00	81.40	80.80	81.10	80.40	80.60	80.80	81.00	81.40	80.91 db	0.301
7	76.80	76.70	76.40	76.60	76.80	76.70	76.90	76.80	76.70	77.00	76.90	76.70	76.80	76.90	77.10	76.79 db	0.168
8	82.40	82.00	81.80	81.50	81.90	81.30	82.50	82.70	81.80	81.40	81.20	81.40	81.20	81.10	81.40	81.71 db	0.508
9	76.70	76.50	77.10	77.10	77.30	77.50	78.70	76.90	77.70	76.70	76.20	76.50	75.70	76.40	76.80	76.92 db	0.710
															Promedio	78.80 db	0.346

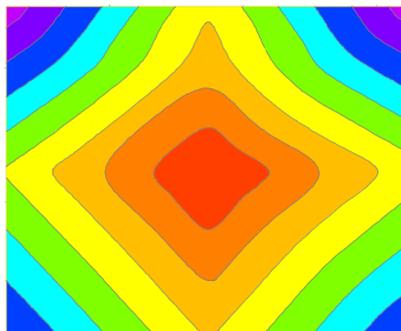
VISTAS FRONTALES Y VISTAS EN CORTE

PRUEBAS ACÚSTICAS EN PROTOTIPO SIN TECHO

MURO CON 0% DE INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO

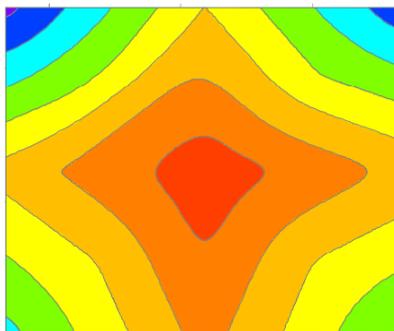
PARED INTERIOR

A	B	C
PARED INTERIOR		
91.33 db ①	94.49 db ②	91.34 db ③
94.49 db ④	97.21 db ⑤	94.75 db ⑥
92.35 db ⑦	95.13 db ⑧	92.40 db ⑨
A	B	C



PARED EXTERIOR

A	B	C
PARED EXTERIOR		
74.14 db ①	79.86 db ②	74.99 db ③
80.35 db ④	83.52 db ⑤	80.91 db ⑥
76.79 db ⑦	81.71 db ⑧	76.92 db ⑨
A	B	C



VISTA EN CORTE

	A-A	B-B	C-C
	EXTERIOR	EXTERIOR	EXTERIOR
DISMINUYE			
	INTERIOR	INTERIOR	INTERIOR
	91.33 db	94.49 db	91.34 db
17.19 db 18.8%		14.63 db 15.5%	16.35 db 17.9%
	94.49 db	83.52 db	80.91 db
14.13 db 15.0%		13.69 db 14.1%	13.85 db 14.6%
	92.35 db	81.71 db	76.92 db
15.57 db 16.9%		13.43 db 14.1%	15.48 db 16.8%
	91.33 db	94.49 db	91.34 db

Promedio de disminución del sonido con respecto de la pared interior con la pared exterior 15.95%.

PRUEBAS ACÚSTICAS EN PROTOTIPO SIN TECHO
MURO CON 10% DE INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO

VALORES PARED INTERIOR DE LOS MUROS (10% DE FIBRAS DE CAUCHO)																	
Punto	TIEMPO (seg)															Promedio	Desviación Estándar
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150		
1	91.20	91.40	91.60	91.20	91.60	91.50	91.40	91.80	91.70	91.50	91.70	91.40	91.20	90.90	90.90	91.40 db	0.275
2	95.00	95.00	95.20	95.10	95.00	95.10	95.20	95.00	95.20	94.20	93.60	93.70	93.80	94.40	94.50	94.67 db	0.586
3	92.80	92.80	92.70	92.80	92.80	91.90	91.30	90.70	90.80	90.50	90.90	91.10	90.90	91.10	90.10	91.55 db	0.982
4	95.20	94.30	94.90	95.10	94.20	95.00	94.80	95.50	96.10	94.70	95.60	94.90	95.10	94.80	94.30	94.97 db	0.512
5	97.50	97.00	96.70	96.80	97.00	96.80	96.70	96.60	97.00	97.10	97.20	96.80	97.10	97.50	97.80	97.04 db	0.342
6	94.70	94.10	94.00	93.90	93.80	93.80	93.90	93.80	93.80	94.50	94.20	94.30	93.90	94.10	94.00	94.05 db	0.272
7	90.20	90.50	92.70	92.80	92.90	93.10	93.30	93.20	93.80	93.90	94.00	93.30	93.50	93.20	93.60	92.93 db	1.118
8	96.40	96.20	96.10	96.00	96.20	95.90	95.90	95.90	95.80	96.70	95.80	95.40	95.70	95.50	95.40	95.93 db	0.361
9	92.20	92.40	92.20	92.30	92.10	92.10	91.90	92.00	91.80	91.90	92.90	93.00	91.80	91.80	92.70	92.21 db	0.392
															Promedio	93.86 db	0.538

VALORES PARED EXTERIOR DE LOS MUROS (10% DE FIBRAS DE CAUCHO)																	
Punto	TIEMPO (seg)															Promedio	desviación estándar
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150		
1	67.80	68.10	67.60	67.90	68.10	67.90	67.80	68.10	68.00	67.90	67.90	67.90	67.50	68.00	68.10	67.91 db	0.179
2	70.90	71.50	71.70	71.20	72.50	71.40	71.50	71.00	71.40	71.20	70.70	70.90	71.50	71.90	71.30	71.37 db	0.448
3	67.10	67.30	67.20	67.70	67.50	67.20	67.10	67.70	67.40	67.50	67.40	67.50	67.80	67.20	67.10	67.38 db	0.234
4	73.70	73.50	73.30	72.80	72.90	73.00	72.90	72.80	73.40	72.70	72.50	72.30	72.70	72.60	72.70	72.92 db	0.393
5	74.00	74.10	74.40	73.90	73.90	73.90	73.60	74.00	73.80	74.10	74.30	74.70	74.50	74.70	74.20	74.14 db	0.325
6	72.00	72.10	71.80	71.70	71.00	71.40	72.20	72.60	72.30	72.70	72.40	72.50	72.40	72.10	72.40	72.11 db	0.467
7	69.20	69.50	69.90	68.90	69.50	68.50	68.50	69.10	69.70	70.50	69.70	69.10	70.10	69.90	69.20	69.42 db	0.568
8	73.70	72.80	72.70	73.30	72.50	72.80	72.50	72.50	73.00	72.80	72.60	72.40	72.90	73.20	72.40	72.81 db	0.369
9	69.70	70.80	70.10	69.50	69.50	69.40	69.50	69.90	69.50	69.40	69.40	69.80	69.50	69.80	69.40	69.68 db	0.376
															Promedio	70.86 db	0.373

VISTAS FRONTALES Y VISTAS EN CORTE

PRUEBAS ACÚSTICAS EN PROTOTIPO SIN TECHO

MURO CON 10% DE INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO

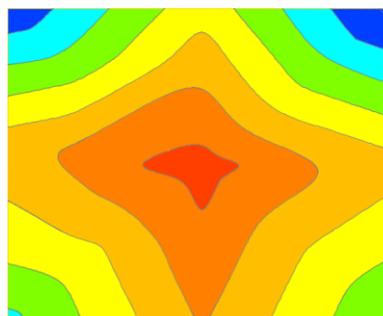
PARED INTERIOR

A	B	C
CARA INTERIOR		
91.40 db ①	94.67 db ②	91.55 db ③
94.97 db ④	97.04 db ⑤	94.05 db ⑥
92.93 db ⑦	95.93 db ⑧	92.21 db ⑨
A	B	C



PARED EXTERIOR

A	B	C
CARA EXTERIOR		
67.91 db ①	71.37 db ②	67.38 db ③
72.92 db ④	74.14 db ⑤	72.11 db ⑥
69.42 db ⑦	72.81 db ⑧	69.68 db ⑨
A	B	C



VISTA EN CORTE

A-A		B-B		C-C	
EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR
DISMINUYE		DISMINUYE		DISMINUYE	
67.91 db	91.40 db	71.37 db	94.67 db	67.38 db	91.55 db
23.49 db 25.7%		23.29 db 24.6%		24.17 db 26.4%	
72.92 db	94.97 db	74.14 db	97.04 db	72.11 db	94.05 db
22.05 db 23.2%		22.90 db 23.6%		21.95 db 23.3%	
69.42 db	92.93 db	72.81 db	95.93 db	69.68 db	92.21 db
23.51 db 25.3%		23.12 db 24.1%		22.53 db 24.4%	

Promedio de disminución del sonido con respecto de la pared interior con la pared exterior
24.52%.

PRUEBAS ACÚSTICAS EN PROTOTIPO SIN TECHO

MURO CON 15% DE INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO

VALORES PARED INTERIOR DE LOS MUROS (15% DE FIBRAS DE CAUCHO)																	
Punto	TIEMPO (seg)															Promedio	Desviación Estándar
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150		
1	91.30	91.60	91.70	91.50	91.00	91.20	90.90	91.10	91.20	90.80	90.50	90.90	90.80	90.70	91.00	91.08 db	0.341
2	94.60	94.50	94.40	93.90	94.10	93.90	94.00	93.90	94.10	94.20	94.00	93.90	94.10	93.10	93.80	94.03 db	0.350
3	92.70	92.50	92.20	92.40	92.50	92.20	92.00	92.10	92.20	92.10	92.00	91.90	90.10	90.00	90.10	91.80 db	0.923
4	94.30	95.70	94.60	94.40	94.80	94.30	93.90	94.60	93.80	93.90	94.40	94.30	94.40	94.10	94.20	94.38 db	0.459
5	97.60	97.70	97.60	97.70	97.50	97.40	97.50	97.60	97.40	97.50	97.30	97.40	97.50	97.90	97.70	97.55 db	0.155
6	94.70	94.30	94.20	94.00	93.80	94.20	94.00	93.80	94.10	94.20	94.10	93.90	94.10	94.00	94.60	94.13 db	0.255
7	92.80	92.60	92.50	92.10	92.20	92.10	92.10	92.20	92.00	92.10	92.00	92.10	91.90	92.10	92.20	92.20 db	0.245
8	95.40	95.80	95.60	95.70	95.60	95.70	95.70	95.60	95.30	95.60	95.50	95.60	95.50	95.70	95.50	95.59 db	0.130
9	92.40	92.50	92.40	92.60	92.40	92.30	92.40	92.30	92.30	92.20	92.00	92.10	92.20	92.10	92.00	92.28 db	0.178
															Promedio	93.67 db	0.337

VALORES PARED EXTERIOR DE LOS MUROS (15% DE FIBRAS DE CAUCHO)																	
Punto	TIEMPO (seg)															PROMEDIO	Desviación Estándar
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150		
1	62.10	61.50	62.00	61.90	62.00	61.50	61.20	61.40	61.10	61.20	61.30	61.40	61.30	61.40	61.50	61.52 db	0.323
2	67.70	67.80	67.60	67.70	67.80	67.70	67.50	67.40	67.40	67.30	67.30	67.50	67.60	67.40	67.30	67.53 db	0.180
3	62.90	61.30	62.30	61.60	61.80	61.20	62.20	61.40	60.70	60.80	60.70	60.90	61.20	60.90	61.20	61.41 db	0.647
4	67.80	67.90	68.00	68.10	68.20	68.40	68.30	68.10	67.90	68.10	68.40	68.30	68.50	68.70	68.90	68.24 db	0.307
5	70.70	70.40	70.30	69.90	70.30	69.80	69.00	69.60	69.80	69.10	69.40	69.20	69.50	69.40	69.20	69.71 db	0.524
6	68.50	68.80	68.70	68.60	68.50	68.30	68.10	68.00	68.00	67.90	68.10	68.20	68.30	68.10	68.40	68.30 db	0.275
7	62.70	62.40	62.80	61.70	62.20	62.80	62.40	62.10	62.60	61.40	61.50	61.60	62.40	62.90	62.50	62.27 db	0.501
8	69.30	69.60	69.40	69.10	68.90	69.20	68.70	68.90	68.80	68.70	68.60	69.00	68.70	69.00	68.50	68.96 db	0.314
9	62.90	62.50	61.80	61.80	61.80	61.80	61.80	61.70	61.80	62.50	62.80	62.10	62.40	62.10	62.90	62.18 db	0.446
															Promedio	65.57 db	0.391

VISTAS FRONTALES Y VISTAS EN CORTE
PRUEBAS ACÚSTICAS EN PROTOTIPO SIN TECHO

MURO CON 15% DE INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO

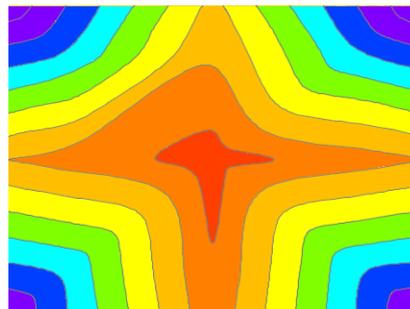
PARED INTERIOR

A	B	C
91.08 db ①	94.03 db ②	91.80 db ③
94.38 db ④	97.55 db ⑤	94.13 db ⑥
92.20 db ⑦	95.59 db ⑧	92.28 db ⑨
A	B	C



PARED EXTERIOR

A	B	C
61.52 db ①	67.53 db ②	61.41 db ③
68.24 db ④	69.71 db ⑤	68.30 db ⑥
62.27 db ⑦	68.96 db ⑧	62.18 db ⑨
A	B	C



VISTA EN CORTE

A-A		B-B		C-C	
EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR
DISMINUYE		DISMINUYE		DISMINUYE	
61.52 db	91.08 db	67.53 db	94.03 db	61.41 db	91.80 db
29.56 db		26.50 db		30.39 db	
32.5%		28.2%		33.1%	
68.24 db	94.38 db	69.71 db	97.55 db	68.30 db	94.13 db
26.14 db		27.85 db		25.83 db	
27.7%		28.5%		27.4%	
62.27 db	92.20 db	68.96 db	95.59 db	62.18 db	92.28 db
29.93 db		26.63 db		30.10 db	
32.5%		27.9%		32.6%	

Promedio de disminución del sonido con respecto de la pared interior con la pared exterior
 24.52%.

PRUEBAS ACÚSTICAS EN PROTOTIPO SIN TECHO

MURO CON 20 % DE INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO

VALORES PARED INTERIOR DE LOS MUROS (20% DE FIBRAS DE CAUCHO)																	
Punt o	TIEMPO (seg)															Promedi o	Desviació n Estándar
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150		
1	92.10	91.90	92.30	92.20	92.30	92.10	91.30	91.80	91.60	91.30	91.70	92.00	92.30	92.20	92.10	91.95 db	0.340
2	95.30	95.10	95.20	95.30	95.20	94.60	94.70	95.10	94.60	94.50	94.60	94.60	94.50	94.60	94.50	94.83 db	0.324
3	92.90	92.30	92.50	91.00	91.10	91.30	91.10	91.20	91.10	91.00	90.90	91.00	90.80	90.90	91.00	91.34 db	0.657
4	94.60	94.40	95.20	95.60	95.30	95.20	94.90	95.10	95.30	95.10	95.00	94.90	94.80	94.70	94.40	94.97 db	0.344
5	98.10	97.90	97.60	97.50	97.20	97.10	97.10	97.00	96.90	96.80	96.70	96.80	97.10	97.20	97.00	97.20 db	0.407
6	94.90	94.80	95.20	95.10	95.00	94.90	94.90	94.80	94.90	94.70	95.00	94.90	95.20	95.10	95.00	94.96 db	0.145
7	92.30	93.80	93.50	91.40	92.40	92.20	92.30	92.20	92.00	91.90	91.70	91.60	91.50	91.40	91.30	92.10 db	0.731
8	93.70	93.80	95.70	95.60	95.70	95.40	95.50	95.60	95.50	95.40	95.40	95.50	95.30	95.20	95.50	95.25 db	0.625
9	93.20	92.70	92.80	92.40	92.10	91.90	92.00	92.10	92.20	92.30	92.10	91.90	91.80	92.00	92.10	92.24 db	0.387
															PROMEDI O	93.87 db	0.440

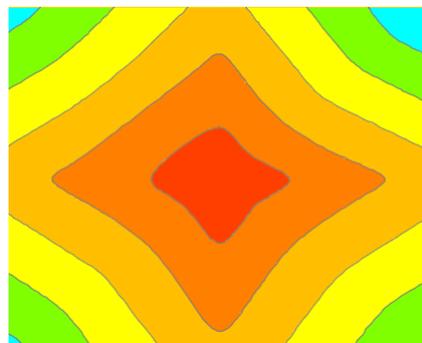
VALORES PARED EXTERIOR DE LOS MUROS (20% DE FIBRAS DE CAUCHO)																	
Punt o	TIEMPO (seg)															Promedi o	Desviació n Estándar
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150		
1	53.40	53.40	53.10	53.60	53.40	53.20	53.80	53.40	53.60	53.90	53.80	53.40	53.60	53.40	53.90	53.53 db	0.243
2	60.80	61.50	61.40	61.00	60.90	60.70	59.60	61.40	61.20	61.90	61.40	60.90	61.00	61.40	61.80	61.13 db	0.551
3	53.00	53.10	53.20	53.10	53.10	53.20	53.40	53.90	53.80	53.40	53.90	53.30	53.60	53.40	53.90	53.42 db	0.323
4	62.10	61.60	62.80	62.50	62.80	62.40	62.40	62.50	62.80	62.20	62.90	63.30	63.50	63.20	63.40	62.69 db	0.527
5	60.60	60.80	61.50	61.60	62.60	61.60	61.30	61.70	61.20	61.10	61.60	61.70	61.90	61.70	61.50	61.49 db	0.471
6	62.40	62.20	62.40	62.50	62.90	62.80	62.80	63.10	62.50	63.50	62.50	62.60	62.80	62.40	62.50	62.66 db	0.331
7	55.40	54.40	54.10	54.50	54.20	54.40	54.50	55.50	56.20	56.30	55.90	55.20	54.90	54.80	54.40	54.98 db	0.730
8	62.80	62.50	62.40	62.50	62.40	62.70	62.10	62.40	62.50	62.50	62.40	62.10	62.30	62.50	62.40	62.43 db	0.184
9	54.60	54.20	54.40	54.10	54.40	54.60	54.40	54.40	54.60	54.20	54.10	54.10	54.50	54.60	54.40	54.37 db	0.191
															Promedio	58.52 db	0.395

VISTAS FRONTALES Y VISTAS EN CORTE
PRUEBAS ACÚSTICAS EN PROTOTIPO SIN TECHO

MURO CON 20% DE INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO

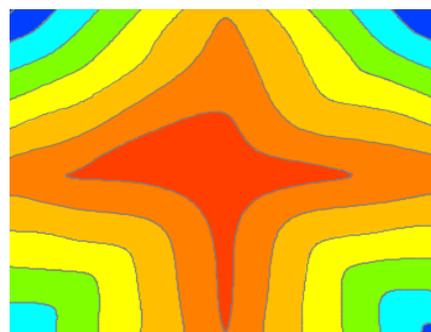
PARED INTERIOR

A	B	C
CARA EXTERIOR		
53.53 db ①	61.13 db ②	53.42 db ③
62.69 db ④	61.49 db ⑤	62.66 db ⑥
54.98 db ⑦	62.43 db ⑧	54.37 db ⑨
A	B	C



PARED EXTERIOR

A	B	C
CARA INTERIOR		
91.95 db ①	94.83 db ②	91.34 db ③
94.97 db ④	97.20 db ⑤	94.96 db ⑥
92.10 db ⑦	95.25 db ⑧	92.24 db ⑨
A	B	C

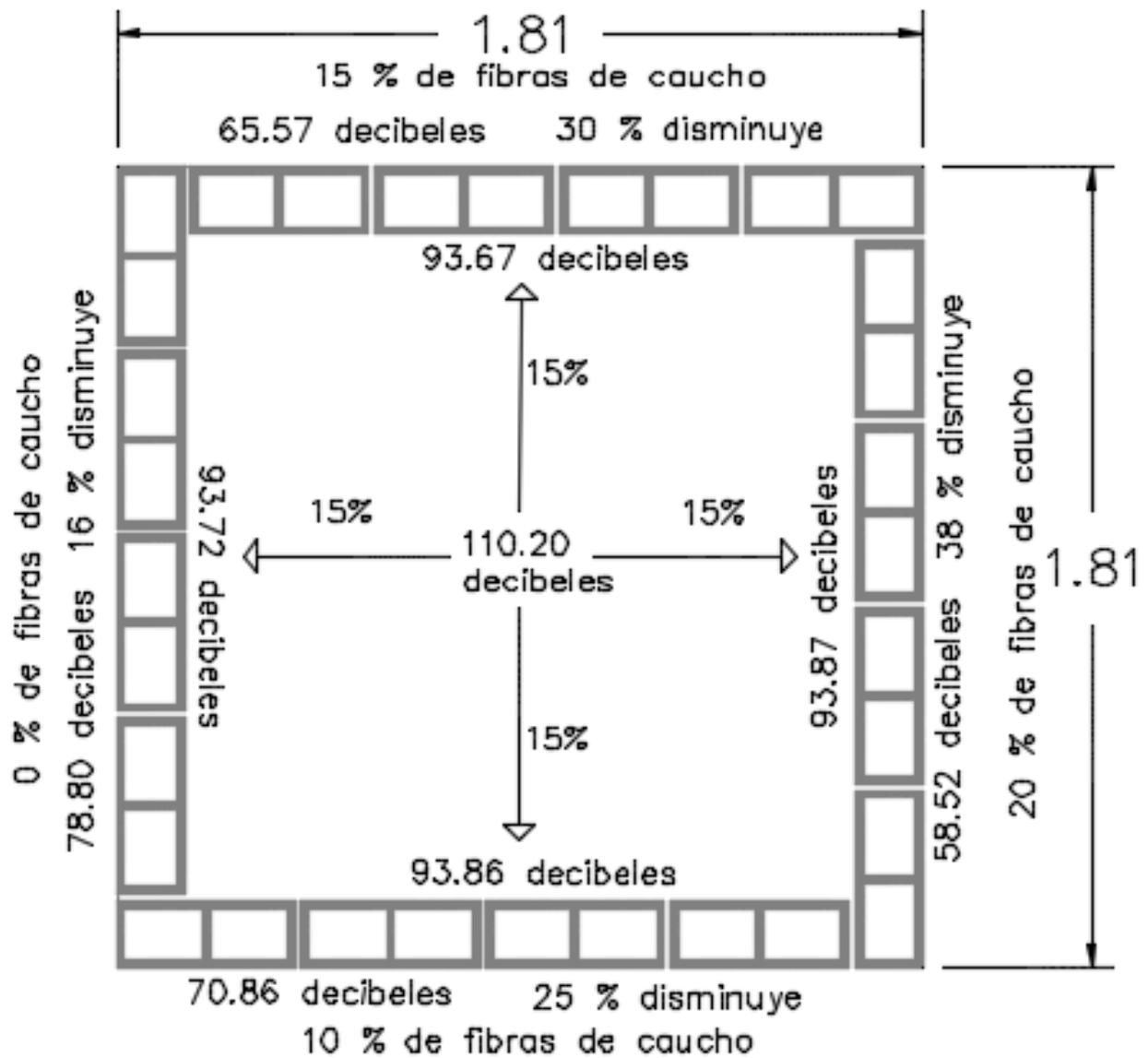


VISTA EN CORTE

A-A		B-B		C-C	
EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR
DISMINUYE		DISMINUYE		DISMINUYE	
53.53 db	91.95 db	61.13 db	94.83 db	53.42 db	91.34 db
38.42 db 41.8%		33.70 db 35.5%		37.92 db 41.5%	
62.69 db	94.97 db	61.49 db	97.20 db	62.66 db	94.96 db
32.27 db 34.0%		35.71 db 36.7%		32.30 db 34.0%	
54.98 db	92.10 db	62.43 db	95.25 db	54.37 db	92.24 db
37.12 db 40.3%		32.82 db 34.5%		37.87 db 41.1%	

Promedio de disminución del sonido con respecto de la pared interior con la pared exterior
 31.71 %.

EN LA GRAFICA SE MUESTRAN LOS RESULTADO OBTENIDO EN EL ESTUDIO DE DISMINUCIÓN ACÚSTICA, SIN CONSIDERAR TECHO.



ANEXO J. Pruebas acústicas considerando techo.

PRUEBAS ACÚSTICAS EN PROTOTIPO CON TECHO

MURO CON 0% DE INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO

VALORES PARED INTERIOR DE LOS MUROS (0% DE FIBRAS DE CAUCHO)																	
Punto	TIEMPO (seg)															Promedio	Desviación Estándar
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150		
1	95.5	95.3	95.9	95.3	95.1	95.2	95.5	95.7	95.5	95.7	95.5	95.5	95.7	95.2	95.1	95.45 db	0.242
2	98.2	98.4	99.0	99.2	99.3	99.2	99.5	99.6	99.7	99.8	99.5	99.6	99.5	99.5	99.4	99.29 db	0.454
3	95.5	95.8	95.2	95.6	95.7	95.6	95.6	95.4	95.7	95.2	95.4	95.6	95.4	95.8	95.4	95.53 db	0.191
4	98.1	98.2	98.3	98.4	98.6	98.2	98.5	98.1	98.2	98.3	98.4	98.6	98.2	98.3	98.5	98.33 db	0.167
5	101.9	102.1	102.2	102.1	102.1	102.5	102.1	102.5	102.5	102.4	102.2	102.6	102.5	102.8	102.5	102.33 db	0.250
6	98.3	98.4	98.5	98.7	98.3	98.4	98.6	98.2	98.3	98.4	98.5	98.7	98.3	98.6	98.2	98.43 db	0.167
7	96.2	96.5	96.9	96.1	96.2	96.7	96.1	96.2	96.1	96.3	96.2	96.1	96.2	96.2	96.3	96.29 db	0.236
8	99.8	99.5	99.7	99.8	99.5	99.7	99.6	99.7	99.4	99.6	99.7	99.4	99.6	99.5	99.2	99.58 db	0.166
9	96.1	97.2	96.3	96.6	96.7	96.2	96.5	96.0	97.1	96.2	96.5	96.6	96.1	96.4	96.4	96.46 db	0.348
															Promedio	97.96 db	0.247

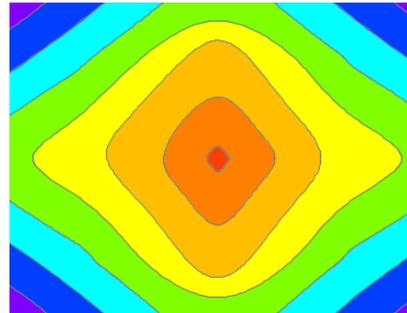
VALORES PARED EXTERIOR DE LOS MUROS (0% DE FIBRAS DE CAUCHO)																	
Punto	TIEMPO (seg)															Promedio	Desviación estándar
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150		
1	66.9	67.1	67.2	66.9	67.1	67.2	66.8	66.5	67.1	67.2	67.3	67.2	67.2	67.3	67.2	67.08 db	0.218
2	73.1	73.4	73.2	73.4	73.4	73.3	73.2	73.2	73.6	73.4	73.2	73.5	73.5	73.4	73.5	73.35 db	0.146
3	67.0	67.2	67.3	67.1	67.1	67.2	67.2	67.1	67.3	67.2	67.3	67.4	67.1	67.2	67.3	67.20 db	0.107
4	73.2	73.5	73.3	73.2	73.1	73.4	73.2	73.1	73.4	73.5	73.6	73.4	73.1	73.6	73.4	73.33 db	0.176
5	78.5	78.5	78.1	78.7	78.6	78.5	78.4	78.3	78.5	78.6	78.5	78.4	78.3	78.5	78.5	78.46 db	0.145
6	73.2	73.5	73.3	73.2	73.1	73.4	73.5	73.6	73.2	73.4	73.5	73.6	73.4	73.5	73.6	73.40 db	0.165
7	68.6	68.1	68.4	68.4	68.7	68.1	68.5	68.3	68.5	68.4	68.2	68.3	68.4	68.9	68.5	68.42 db	0.214
8	72.9	73.2	73.1	73.4	73.2	73.5	73.1	73.2	73.5	73.6	73.4	73.5	73.6	73.2	73.5	73.33 db	0.212
9	68.7	68.5	68.7	68.7	68.6	68.9	68.5	68.4	68.9	68.4	68.3	68.7	68.9	68.7	68.5	68.63 db	0.191
															Promedio	71.47 db	0.175

VISTAS FRONTALES Y VISTAS EN CORTE
PRUEBAS ACÚSTICAS EN PROTOTIPO SIN TECHO

MURO CON 0% DE INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO

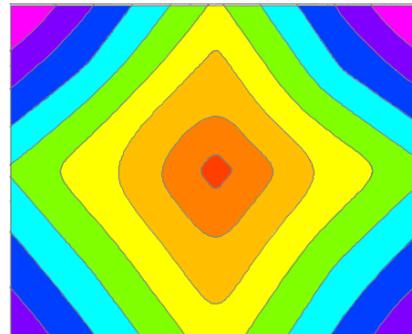
PARED INTERIOR

A	B	C
95.45 db ①	99.29 db ②	95.53 db ③
98.33 db ④	102.33 db ⑤	98.43 db ⑥
96.29 db ⑦	99.58 db ⑧	96.46 db ⑨
A	B	C



PARED EXTERIOR

A	B	C
67.08 db ①	73.35 db ②	67.20 db ③
73.33 db ④	78.46 db ⑤	73.40 db ⑥
68.42 db ⑦	73.33 db ⑧	68.63 db ⑨



VISTA EN CORTE

		A-A			B-B			C-C
	EXTERIOR	INTERIOR		EXTERIOR	INTERIOR		EXTERIOR	INTERIOR
DISMINUYE	67.08 db	95.45 db		73.35 db	99.29 db		67.20 db	95.53 db
	28.37 db 29.7%			25.94 db 26.1%			28.33 db 29.7%	
	73.33 db	98.33 db		78.46 db	102.33 db		73.40 db	98.43 db
	24.99 db 25.4%			23.87 db 23.3%			25.03 db 25.4%	
	68.42 db	96.29 db		73.33 db	99.58 db		68.63 db	96.46 db
	27.87 db 28.9%			26.25 db 26.4%			27.83 db 28.9%	

Promedio de disminución del sonido con respecto de la pared interior con la pared exterior 27.09%.

PRUEBAS ACÚSTICAS EN PROTOTIPO CON TECHO

MURO CON 10% DE INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO

VALORES PARED INTERIOR DE LOS MUROS (10% DE FIBRAS DE CAUCHO)																	
Punto	TIEMPO (seg)															Promedio	Desviación Estándar
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150		
1	95.3	95.3	95.6	95.4	95.2	95.3	95.1	95.4	95.5	95.7	95.4	95.2	95.5	95.4	95.3	95.37 db	0.158
2	98.2	98.4	98.7	98.4	98.6	99.1	99.2	99.4	99.6	99.5	99.6	99.7	99.6	99.5	99.4	99.13 db	0.522
3	95.4	95.7	95.8	95.5	95.6	95.5	95.5	95.3	95.8	95.7	95.5	95.7	95.5	95.9	95.9	95.62 db	0.182
4	98.1	98.1	98.2	98.3	98.4	98.2	98.4	98.2	98.3	98.4	98.2	98.5	98.3	98.4	98.2	98.28 db	0.121
5	100.8	101.0	101.1	101.0	101.0	101.4	101.0	101.4	101.6	101.5	101.3	101.7	101.6	101.9	101.6	101.33 db	0.326
6	98.3	98.3	98.4	98.6	98.3	98.3	98.4	98.2	98.4	98.5	98.2	98.5	98.4	98.5	98.3	98.37 db	0.116
7	96.1	96.4	96.8	96.2	96.7	96.1	96.2	96.3	96.5	96.4	96.3	96.2	97.3	97.2	97.3	96.53 db	0.429
8	99.2	99.4	99.2	99.5	99.4	99.3	99.5	99.6	99.5	99.4	99.8	99.5	99.5	99.2	99.1	99.41 db	0.183
9	96.5	96.5	96.2	96.5	96.3	96.2	96.4	95.8	95.8	96.3	96.6	96.5	96.4	96.5	96.3	96.32 db	0.243
															Promedio	97.82 db	0.253

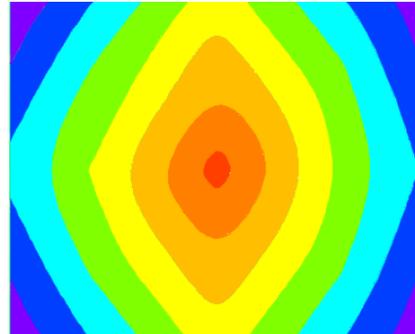
VALORES PARED EXTERIOR DE LOS MUROS (10% DE FIBRAS DE CAUCHO)																	
Punto	TIEMPO (seg)															Promedio	Desviación Estándar
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150		
1	63.1	63.5	63.2	63.2	63.3	63.5	63.2	63.2	63.3	63.1	63.2	63.2	63.3	63.1	63.1	63.23 db	0.129
2	68.9	68.9	69.1	69.1	69.2	68.9	68.8	69.1	69.2	69.1	69.4	69.3	69.2	69.3	69.2	69.11 db	0.173
3	63.2	63.4	63.5	63.5	63.4	63.6	63.5	63.4	63.8	63.7	63.6	63.5	63.4	63.5	63.5	63.50 db	0.141
4	65.9	66.2	65.8	65.5	66.0	66.2	65.9	65.8	65.9	66.1	66.2	66.2	66.3	66.3	66.4	66.05 db	0.245
5	72.8	73.0	73.1	73.2	73.1	73.3	72.6	72.5	72.8	72.9	72.8	72.5	72.8	72.5	72.6	72.83 db	0.264
6	64.8	65.0	65.1	65.2	65.1	65.3	65.8	65.8	65.7	65.4	65.8	65.4	65.7	65.7	65.7	65.43 db	0.335
7	63.1	63.5	63.2	63.2	63.3	63.5	63.5	63.2	63.4	63.5	63.4	63.8	63.4	63.5	63.4	63.39 db	0.175
8	68.9	68.9	69.1	69.1	69.2	68.9	69.1	69.0	69.1	69.2	69.1	68.9	69.8	69.8	69.9	69.20 db	0.344
9	63.1	63.5	63.2	63.2	63.3	63.5	63.2	63.4	63.4	63.5	63.4	63.5	63.5	63.4	63.6	63.38 db	0.147
															Promedio	66.24 db	0.217

VISTAS FRONTALES Y VISTAS EN CORTE
PRUEBAS ACÚSTICAS EN PROTOTIPO SIN TECHO

MURO CON 10% DE INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO

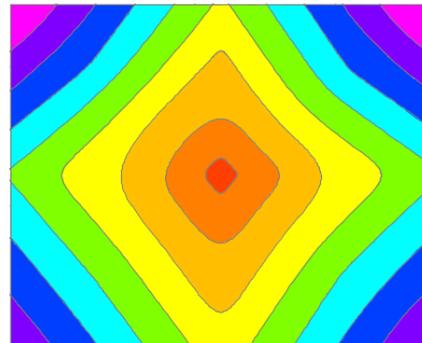
PARED INTERIOR

A	B	C
95.37 db ①	99.13 db ②	95.62 db ③
98.28 db ④	101.33 db ⑤	98.37 db ⑥
96.53 db ⑦	99.41 db ⑧	96.32 db ⑨
A	B	C



PARED EXTERIOR

A	B	C
63.23 db ①	69.11 db ②	63.50 db ③
66.05 db ④	72.83 db ⑤	65.43 db ⑥
63.39 db ⑦	69.20 db ⑧	63.38 db ⑨
A	B	C



VISTA EN CORTE

A-A		B-B		C-C	
EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR
DISMINUYE 63.23 db	95.37 db	DISMINUYE 69.11 db	99.13 db	DISMINUYE 63.50 db	95.62 db
32.14 db 33.7%		30.01 db 30.3%		32.12 db 33.6%	
66.05 db	98.28 db	72.83 db	101.33 db	65.43 db	98.37 db
32.23 db 32.8%		28.49 db 28.1%		32.94 db 33.5%	
63.39 db	96.53 db	69.20 db	99.41 db	63.38 db	96.32 db
33.14 db 34.3%		30.21 db 30.4%		32.94 db 34.2%	

Promedio de disminución del sonido con respecto de la pared interior con la pared exterior
 32.32 %.

PRUEBAS ACÚSTICAS EN PROTOTIPO CON TECHO

MURO CON 15% DE INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO

VALORES PARED INTERIOR DE LOS MUROS (15% DE FIBRAS DE CAUCHO)																	
Punto	TIEMPO (seg)															Promedio	Desviación Estándar
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150		
1	95.9	95.8	95.7	95.8	95.5	95.7	95.8	95.9	95.7	95.9	95.7	95.8	95.6	95.8	95.7	95.75 db	0.119
2	98.8	98.4	98.7	98.4	98.6	99.1	99.2	99.4	99.6	99.5	99.6	99.7	99.6	99.5	99.4	99.17 db	0.465
3	95.1	94.9	95.2	95.5	95.6	95.5	95.5	95.3	95.8	95.3	95.5	95.7	95.5	95.4	95.5	95.42 db	0.231
4	98.5	98.4	98.3	98.3	98.4	98.6	98.4	98.2	98.5	98.4	98.6	98.5	98.4	98.4	98.3	98.41 db	0.113
5	100.9	101.2	101.1	101.2	101.3	101.4	101.5	101.4	101.6	101.6	101.5	101.7	101.6	101.8	101.6	101.43 db	0.246
6	98.9	98.8	98.6	98.7	98.5	98.7	98.6	98.7	98.6	98.8	98.8	98.9	98.7	98.6	98.9	98.72 db	0.126
7	96.7	96.8	96.8	96.6	96.7	96.5	96.6	96.7	96.6	96.5	96.5	96.4	96.8	97.0	96.9	96.67 db	0.167
8	99.8	99.5	99.4	99.7	99.8	99.6	99.7	99.8	99.6	99.6	99.8	99.5	99.5	99.7	99.9	99.66 db	0.145
9	96.6	96.7	96.4	96.6	96.5	96.8	96.5	95.7	95.8	96.5	96.6	96.5	96.4	96.5	96.9	96.47 db	0.322
															Promedio	97.97 db	0.215

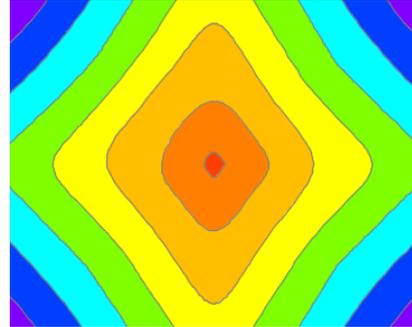
VALORES PARED EXTERIOR DE LOS MUROS (15% DE FIBRAS DE CAUCHO)																	
Punto	TIEMPO (seg)															Promedio	Desviación Estándar
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150		
1	56.9	57.1	57.2	56.9	57.1	57.2	56.9	56.9	56.8	57	57.1	57.1	57.1	56.9	56.8	57.00 db	0.136
2	63.2	63.5	63.1	63.3	63.5	63.2	63.5	63.4	63.4	63.4	63.7	63.1	63.1	63.2	63.3	63.33 db	0.179
3	56.9	57.1	57.2	56.9	57.1	57.2	57	57.2	57.3	57.4	57.3	57.4	57.4	57.2	57.4	57.20 db	0.173
4	61.2	61.5	61.3	61.2	61.1	61.4	61.2	61.3	61.5	61.4	61.5	61.3	61.4	61.5	61.6	61.36 db	0.145
5	66.5	66.5	66.1	66.7	66.6	66.5	66.4	66.3	66.6	66.5	66.4	66.7	66.5	66.4	66.4	66.47 db	0.153
6	61.3	61.2	61.4	61.3	61.2	61.3	61.5	61.4	61.3	61.2	61.5	61.3	61.3	61.2	61.2	61.31 db	0.103
7	56.9	57.1	57.2	56.9	57.1	57.2	57.4	57.3	57.8	57.6	57.4	57.8	57.6	57.4	57.6	57.35 db	0.290
8	63.2	63.5	63.1	63.3	63.5	63.2	63.1	63.5	63.1	63.2	63.4	63.4	63.4	63.1	63.1	63.27 db	0.162
9	56.9	57.1	57.2	56.9	57.1	57.2	57.0	57.1	57.2	57.3	57.4	57.8	57.8	57.6	57.6	57.28 db	0.298
															Promedio	60.51 db	0.182

VISTAS FRONTALES Y VISTAS EN CORTE
PRUEBAS ACÚSTICAS EN PROTOTIPO SIN TECHO

MURO CON 15% DE INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO

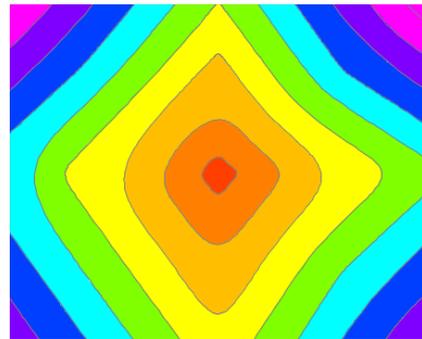
PARED INTERIOR

A	B	C
CARA EXTERIOR		
57.00 db ①	63.33 db ②	57.20 db ③
61.36 db ④	66.47 db ⑤	61.31 db ⑥
57.35 db ⑦	63.27 db ⑧	57.28 db ⑨
A	B	C



PARED EXTERIOR

A	B	C
CARA INTERIOR		
95.75 db ①	99.17 db ②	95.42 db ③
98.41 db ④	101.43 db ⑤	98.72 db ⑥
96.67 db ⑦	99.66 db ⑧	96.47 db ⑨
A	B	C



VISTA EN CORTE

A-A		B-B		C-C	
EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR
DISMINUYE		DISMINUYE		DISMINUYE	
57.00 db	95.75 db	63.33 db	99.17 db	57.20 db	95.42 db
38.75 db 40.5%		35.84 db 36.1%		38.22 db 40.1%	
61.36 db	98.41 db	66.47 db	101.43 db	61.31 db	98.72 db
37.05 db 37.7%		34.95 db 34.5%		37.41 db 37.9%	
57.35 db	96.67 db	63.27 db	99.66 db	57.28 db	96.47 db
39.32 db 40.7%		36.39 db 36.5%		39.19 db 40.6%	

Promedio de disminución del sonido con respecto de la pared interior con la pared exterior
 38.28 %.

PRUEBAS ACÚSTICAS EN PROTOTIPO CON TECHO

MURO CON 20 % DE INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO

VALORES PARED INTERIOR DE LOS MUROS (20% DE FIBRAS DE CAUCHO)																	
Punto	TIEMPO (seg)															Promedio	Desviación Estándar
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150		
1	95.7	95.6	95.5	95.6	95.3	95.5	95.6	95.7	95.7	95.9	95.7	95.8	95.6	95.6	95.8	95.64 db	0.145
2	98.8	98.4	98.7	98.4	98.6	99.1	99.2	99.4	99.6	99.8	99.7	99.8	99.9	99.8	99.7	99.26 db	0.553
3	95.1	94.9	95.2	95.5	95.8	95.7	95.7	95.5	96.0	95.5	95.7	95.9	95.5	95.4	95.5	95.53 db	0.296
4	98.5	98.4	98.3	98.5	98.5	98.6	98.8	98.6	98.4	98.7	98.6	98.8	98.7	98.4	98.3	98.54 db	0.164
5	100.9	101.2	101.1	101.1	101.2	101.3	101.4	101.3	101.5	101.8	101.4	101.7	101.6	101.8	101.6	101.39 db	0.271
6	98.9	98.8	98.6	98.5	98.3	98.5	98.4	98.5	98.4	98.6	98.6	98.9	98.7	98.6	98.9	98.61 db	0.192
7	96.7	96.8	96.8	96.6	96.7	96.5	96.4	96.5	96.3	96.4	96.5	96.4	96.3	96.3	96.9	96.54 db	0.199
8	99.8	99.5	99.6	99.4	99.5	99.6	99.4	99.4	99.6	99.6	99.8	99.5	99.5	99.7	99.9	99.59 db	0.155
9	96.6	96.7	96.4	96.6	96.4	96.3	96.6	96.3	95.5	95.6	96.3	96.4	96.4	96.5	96.9	96.37 db	0.372
															Promedio	97.94 db	0.261

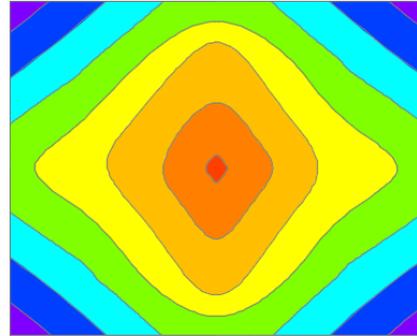
VALORES PARED EXTERIOR DE LOS MUROS (20% DE FIBRAS DE CAUCHO)																	
Punto	TIEMPO (seg)															Promedio	Desviación Estándar
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150		
1	52.9	53.1	53.2	52.9	53.1	53.2	53.1	53.6	53.2	53.4	53.6	53.4	53.2	53.4	53.6	53.26 db	0.232
2	59.2	59.5	59.1	59.3	59.5	59.2	59.4	59.4	59.7	59.2	59.4	59.6	59.6	59.4	59.2	59.38 db	0.178
3	53.1	53.2	53.4	53.3	53.2	53.4	53.4	53.4	53.5	53.5	53.6	53.4	53.4	53.6	53.4	53.39 db	0.141
4	57.2	57.5	57.3	57.2	57.1	57.4	57.6	57.4	57.2	57.6	57.2	57.6	57.4	57.8	57.2	57.38 db	0.204
5	62.5	62.5	62.1	62.7	62.6	62.5	62.5	62.3	62.4	62.4	62.7	62.6	62.5	62.4	62.6	62.49 db	0.155
6	57.2	57.5	57.3	57.2	57.1	57.4	57.4	57.6	57.3	57.1	57.6	57.8	57.4	57.6	57.1	57.37 db	0.215
7	52.9	53.1	53.2	52.9	53.1	53.2	52.9	53.1	53.2	53.3	53.4	53.2	53.2	53.4	53.5	53.17 db	0.183
8	59.2	59.5	59.1	59.3	59.5	59.2	59.2	59.6	59.4	59.8	59.8	59.7	59.4	59.6	59.2	59.43 db	0.232
9	53.0	53.1	53.3	53.4	53.5	53.2	53.2	53.1	53.6	53.4	53.4	53.7	53.6	53.4	53.1	53.33 db	0.213
															Promedio	56.58 db	0.195

VISTAS FRONTALES Y VISTAS EN CORTE
PRUEBAS ACUSTICAS EN PROTOTIPO SIN TECHO

MURO CON 20 % DE INCORPORACION DE FIBRAS DE CAUCHO

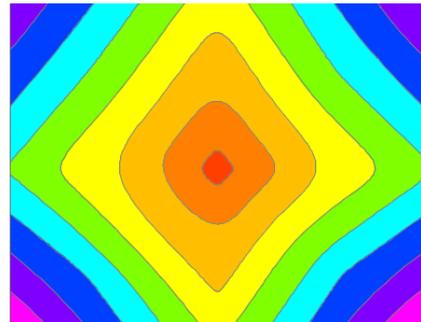
PARED INTERIOR

A	B	C
53.26 db ①	59.38 db ②	53.39 db ③
57.38 db ④	62.49 db ⑤	57.37 db ⑥
53.17 db ⑦	59.43 db ⑧	53.33 db ⑨
A	B	C



PARED EXTERIOR

A	B	C
95.64 db ①	99.26 db ②	95.53 db ③
98.54 db ④	101.39 db ⑤	98.61 db ⑥
96.54 db ⑦	99.59 db ⑧	96.37 db ⑨
A	B	C

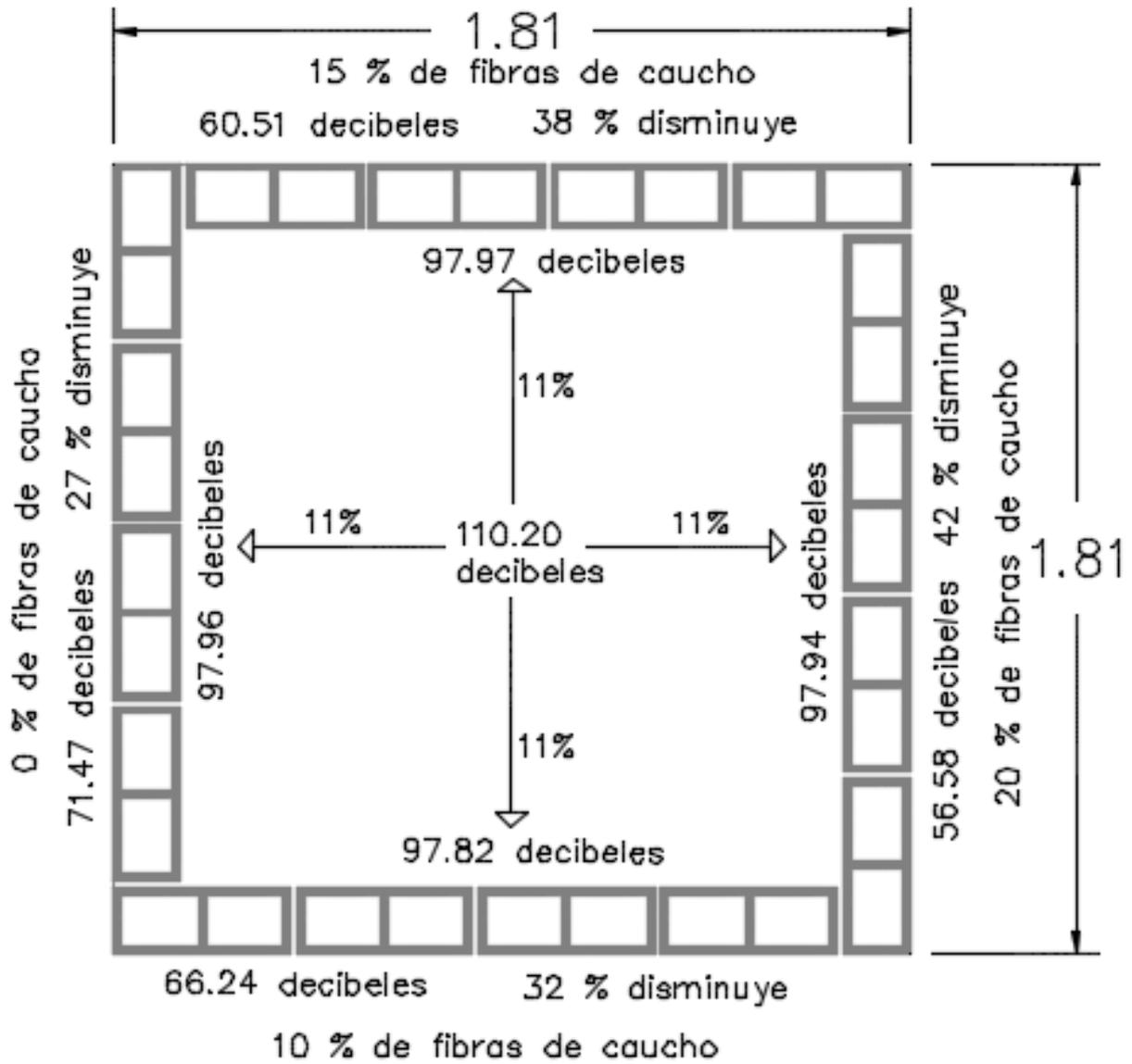


VISTA EN CORTE

A-A		B-B		C-C	
EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR
53.26 db	95.64 db	59.38 db	99.26 db	53.39 db	95.53 db
42.38 db 44.3%		39.88 db 40.2%		42.14 db 44.1%	
57.38 db	98.54 db	62.49 db	101.39 db	57.37 db	98.61 db
41.16 db 41.8%		38.91 db 38.4%		41.24 db 41.8%	
53.17 db	96.54 db	59.43 db	99.59 db	53.33 db	96.37 db
43.37 db 44.9%		40.15 db 40.3%		43.03 db 44.7%	

Promedio de disminuci3n del sonido con respecto de la pared interior con la pared exterior
 42.20 %.

EN LA GRAFICA SE MUESTRAN LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ESTUDIO DE DISMINUCIÓN ACÚSTICA, CONSIDERANDO TECHO.



PANEL FOTOGRAFICO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS



Selección del material.



Secado del material.



Tamizado del agregado grueso y fino en las respectivas mallas.



Peso retenido en cada tamiz.



Granulometria culminada.



PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO Y FINO



Selección del material.



Elección y peso del molde.



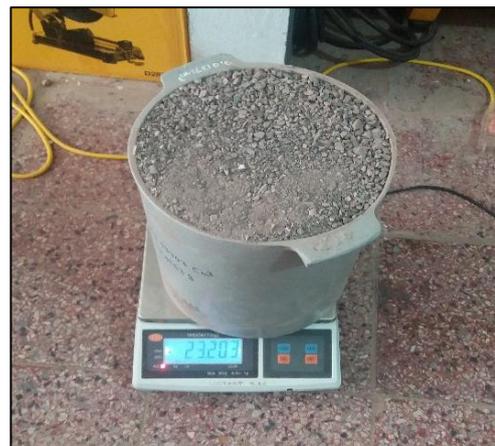
Vertido y compactado del material.



Enrasado del material.



Enrasado del material.



Peso del agregado más molde.

PESO ESPECÍFICO DE AGREGADO GRUESO Y FINO



Elección de la muestra.



Saturado de muestra.



Peso de muestra sumergida.



Desmoronamiento del agregado fino.



Peso de material.



Peso de agua +
picnómetro.
Peso de agua +
muestra +
picnómetro.



Eliminación mecánica de aire
atrapado, dentro del Picnómetro.

ELABORACIÓN Y CURADO DE LOS BLOQUES DE CONCRETO HUECO CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE CAUCHO



Selección de agregado.



Mezclado de agregado.



Mezclado con agua.



Moldeado de bloques.



Desmoldado de bloques.



Traslado de bloques.



Curado de bloques.



Apilado de bloques.

ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL, ALABEO, ABSORCIÓN DE LOS BLOQUES DE CONCRETO HUECO



Medición de las dimensiones largo, ancho y alto.



Bloques sumergidos en agua 24 horas.



Secado de los bloques 24 horas.



Peso de bloques secos.

ENSAYO A COMPRESIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO HUECO CON
INCORPORACIÓN DE CAUCHO



Selección de muestras.



Muestras listas para ser ensayadas.



Refrentado de base con capping.



Muestras refrentas en proceso de curado.



Ensayo de compresión con los diferentes diseños.



Ensayo de compresión con los diferentes diseños.



Verificación de ensayo a compresion de los bloques.



Verificación de ensayo a compresion de los bloques.

TIPO DE FALLAS EN BLOQUES DE CONCRETO HUECO



Desmoronamiento lateral.



Descascaramiento parte central.



Descascaramiento parte central.



Presencia de fisura lateral.

Desmoronamiento interno.



Fisuras diagonales.



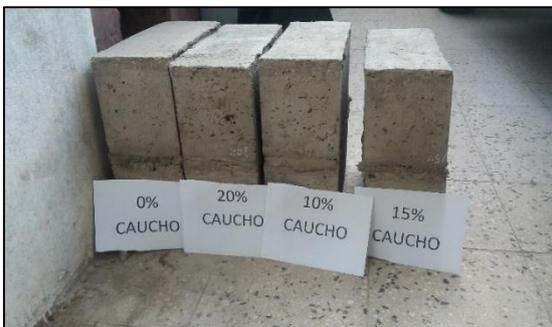
ENSAYO A COMPRESIÓN DE PILAS DE BLOQUES DE CONCRETO HUECO
CON INCORPORACIÓN DE CAUCHO



Refrentado de bloques con caping.



construccion de pilas.



Pilas en proceso de curado.



pilas listas para compresion.



Ensayo a compresion axial de pilas de albañileria

TIPO DE FALLAS EN PILAS BLOQUES DE CONCRETO HUECO



Grieta vertical.



Trituración de base.



Grieta vertical con desmoronamiento en la base, exactamente en la parte central.



Desprendimiento lateral.

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO PARA AISLAMIENTO ACÚSTICO



Selección de los bloques.



Trazo para asentado de bloques.



Trazo para asentado de bloques.



Proceso de asentado de bloques.



Proceso de asentado de bloques.



Proceso de asentado de bloques.



Prototipo concluido.



Proceso de curado de prototipo.



Prototipo techado.

PROCEDIMIENTO DE TOMA DE DATOS



Ubicado de parlante de sonido.



Ubicado de parlante de sonido.



Lectura del sonido patron en el punto medio del prototipo.



Lectura de sonido en las paredes interiores, con sonometro digital.

SUPERVISIÓN DE LECTURAS DE DATOS



Lectura de datos en paredes exteriores 0 y 10%, prototipo sin techo.



Lectura de datos en paredes exteriores 15 y 20%, prototipo sin techo.



Lectura de datos en paredes exteriores 0 y 10%, prototipo con techo.



Lectura de datos en paredes exteriores 15 y 20%, prototipo con techo.