



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE ARQUITECTURA
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
ARQUITECTO**

TEMA:

**MORTERO TRADICIONAL CON CAUCHO RECICLADO
PARA RECUBRIMIENTO DE MAMPOSTERÍA.**

TUTOR:

MGS.ARQ. GENARO RAYMUNDO GAIBOR ESPIN

AUTORES:

JOHANN ALAIN MARTÍNEZ GÓMEZ

JORDY ASBHY MARTILLO GARCÍA

GUAYAQUIL

2020

REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO: “Mortero tradicional con caucho reciclado para recubrimiento de mampostería”	
AUTOR/ES: Johann Alain Martínez Gómez Jordy Asbhy Martillo García	REVISORES O TUTORES: Mgs.Arq. Genaro Raymundo Gaibor Espin
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	Grado obtenido: ARQUITECTO
FACULTAD: Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción	CARRERA: Arquitectura
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2020	N. DE PAGS: 227
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción	
PALABRAS CLAVE: Contaminación, cemento, temperatura, retención, polímero, consumo, gasto, arena, acústica y calor.	
RESUMEN: <p>La investigación se enfoca en la necesidad de cooperar en la búsqueda de una solución viable al gran problema de la contaminación ambiental generada por la acumulación neumáticos usados en la ciudad de Guayaquil, por tal motivo, utilizando la técnica del reciclado se ha tomado el caucho proveniente de las llantas (grano de cucho) para que junto con cemento y arena, crear un mortero tradicional para recubrimiento de mamposterías. El mortero con caucho, también permite aportar, debido a las características de este material, a mitigar el problema de la contaminación acústica que cada vez es más creciente y que deriva en problemas graves de salud, en ciudades donde existe una gran concentración de automotores. Por otro lado el mortero posee propiedades como la atenuación térmica, misma que se traduce directamente en confort de los espacios donde se de uso a este material.</p>	
ii	

<p>Asimismo, en comparación con productos para aislación acústica existentes en el mercado, el mortero con caucho es más barato y no necesita de conocimientos técnicos profundos para ser aplicado y cumple con las exigencias de las diferentes normas en cuanto a materiales de esta índole, lo cual fue comprado en las diferentes pruebas de laboratorio realizadas.</p>		
<p>N. DE REGISTRO (en base de datos):</p>	<p>N. DE CLASIFICACIÓN:</p>	
<p>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</p>		
<p>ADJUNTO PDF:</p>	<p>SI <input checked="" type="checkbox"/></p>	<p>NO <input type="checkbox"/></p>
<p>CONTACTO CON AUTOR/ES: Martínez Gómez Johann Alain Martillo García Jordy Asbhy</p>	<p>Teléfono: 0990222808 0995982762</p>	<p>E-mail: jmartinezgom@ulvr.edu.ec jmartillog@ulvr.edu.ec</p>
<p>CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:</p>	<p>Nombre: MAE. Ing. Alex Bolívar Salvatierra Espinoza, Decano de la Facultad de Ingeniería Teléfono: 2596500 Ext. 241 E-mail: asalvatierrae@ulvr.edu.ec</p> <p>Nombre: Mg. María Eugenia Dueñas Barbéran, Directora de Carrera de Arquitectura Teléfono: 2596500 Ext. 241 E-mail: mduenasb@ulvr.edu.ec</p>	

Tesis final

por Johann - Jordy Martínez - Martillo

Fecha de entrega: 04-mar-2020 12:34p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1269237766

Nombre del archivo: TESIS_TERMINADA_03_marzo_2020_PARA_URKUND.docx (24,08M)

Total de palabras: 31350

Total de caracteres: 162664

Tesis final

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%	5%	0%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.scribd.com Fuente de Internet	2%
2	www.taringa.net Fuente de Internet	2%
3	docplayer.es Fuente de Internet	2%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 1%

Excluir bibliografía

Activo



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los estudiantes egresados JOHANN ALAIN MARTÍNEZ GÓMEZ Y JORDY ASBHY MARTILLO GARCÍA, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente trabajo de investigación, corresponde totalmente a los suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.


De la misma forma, cedemos nuestros derechos patrimoniales y de titularidad a la UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL, según lo establece la normativa vigente.

Este proyecto se ha ejecutado con el propósito de estudiar MORTERO TRADICIONAL CON CAUCHO RECICLADO PARA RECUBRIMIENTO DE MAMPOSTERÍA

Autores

Firma: 
JOHANN ALAIN MARTÍNEZ GÓMEZ

C.I. 0916268063

Firma: 
JORDY ASBHY MARTILLO GARCÍA

C.I. 0951700467

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación MORTERO TRADICIONAL CON CAUCHO RECICLADO PARA RECUBRIMIENTO DE MAMPOSTERÍA, designado por el Consejo Directivo de la Facultad de INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN de la Universidad LAICA VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: “MORTERO TRADICIONAL CON CAUCHO RECICLADO PARA RECUBRIMIENTO DE MAMPOSTERÍA” presentado por los estudiantes JOHANN ALAIN MARTÍNEZ GÓMEZ Y JORDY ASBHY MARTILLO GARCÍA como requisito previo, para optar al Título de ARQUITECTO encontrándose apto para su sustentación.

Firma: -----



MGS.ARQ. GENARO RAYMUNDO GAIBOR ESPIN

C.I. 0910498229

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios, y a toda mi familia por estar siempre presentes.

Mi profundo agradecimiento, a mi tutor Arq. Genaro Gaibor Espín, por estar siempre presto a colaborar y a disipar nuestras inquietudes, que sin su ayuda y guía no hubiese sido posible realizar este proyecto.

Quiero dar gracias también a mi compañero de tesis Jordy Martillo García con quien he compartido situaciones y momentos muy difíciles, pero también logros en todo este tiempo, gracias por el apoyo y cooperación.

Mis agradecimientos a todas las autoridades y personal que forman la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, a mis profesores en especial a la Arq. Isabel Murillo Sevillano y al Ing. Milton Andrade Laborde, quienes con el aporte de sus valiosos conocimientos me ayudaron a encontrar el camino idóneo para el desarrollo de este trabajo

JOHANN ALAIN MARTÍNEZ GÓMEZ

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, le doy gracias a Dios que me ha prestado salud para presenciar esta etapa de los estudios universitarios, doy gracias a mis padres, hermanos y familiares que siempre han estado presentes en el apoyo incondicional tanto económico y moral en lo que se ha presentado en mi carrera universitaria.

También doy gracias a mi compañero de tesis por haber hecho un buen trabajo en la realización de la misma reafirmando que el trabajo en grupo es primordial en la elaboración de un proyecto, por último, doy gracias a las autoridades y docentes de la universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil siendo excelentes profesionales y personas en este campo de estudio, siempre dispuestos a colaborar y prestar una ayuda cuando el estudiante lo necesita.

JORDY ASBHY MARTILLO GARCÍA

DEDICATORIA

El presente trabajo de tesis se lo dedico con todo mi cariño y amor a las dos personas más importantes de mi vida, mi amada esposa Erika Rivadeneira Armanza a mi adorado hijo Dicken Martínez Rivadeneira, por darme su apoyo incondicional en esta etapa de mi vida y por creer en mis capacidades y acompañarme por todo el recorrido de mi carrera universitaria, brindándome sus consejos y aliento en los momentos más difíciles de este proceso.

A mis padres, Fausto Martínez González y Margarita Gómez Arreaga, por estar conmigo en todo momento, sin nunca dejar de darme otra oportunidad, gracias porque con sus oraciones, cariño y complicidad hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

JOHANN ALAIN MARTÍNEZ GÓMEZ

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a toda persona que están por iniciar una carrera universitaria, especialmente a los jóvenes que nunca han tenido experiencia y que a pesar de esto escogen la carrera por factores ya sean de gusto o de intereses. Cualquiera que sea el motivo, solo les doy un consejo, ¡aprovéchenla!, acogiendo todo el conocimiento brindado por sus docentes, sean siempre perseverantes, humildes, responsables y sobre todo disciplinados. Nunca te des por vencido, ya que te vas a encontrar un sin número de situaciones como no conseguir la experiencia laboral o tal vez un medio poco acogedor. Sin embargo, solo escucha y continua con tu camino adaptándote a toda situación que se presente siempre llevando un respeto mutuo.

A Dios: Por brindarme la salud suficiente para lograr una meta más en mi vida y sobre todo por haberme guiado y protegido en el camino.

A mis padres y familiares: Siempre ayudándome en todo momento, siempre esperándome hasta el arribo a casa, gracias también al sacrificio cubriendo parte de las necesidades de mi carrera como el transporte y otras cosas.

A instituciones; departamentos administrativos, las autoridades y docentes de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte

Gracias al esfuerzo y preparación para rendir el examen de la senescyt, también a los departamentos administrativos que conforman la universidad Laica Vicente Rocafuerte en especial al de admisiones ya que con esto empezó mi carrera por medio del examen de la senescyt y de la universidad, que al aprobarlos fueron los que cubrieron la mayoría de mis gastos, realmente estoy muy agradecido con esto.

Gracias a las autoridades y docentes de la universidad especialmente a los que conforman la facultad de Ingeniería, industria y construcción, también un agradecimiento especial a los que siguieron nuestros pasos muy atentamente para alcanzar este grandioso logro como el de ser un profesional en el sector de la construcción.

JORDY ASBHY MARTILLO GARCÍA

ÍNDICE GENERAL

REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES.....	vi
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
DEDICATORIA.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1 Tema.....	3
1.2 Planteamiento del problema.....	3
1.3 Formulación del problema.....	5
1.4 Sistematización del problema.....	5
1.5 Objetivo general.....	6
1.6 Objetivos específicos.....	6
1.7 Justificación.....	6
1.8 Delimitación o alcance de la investigación.....	8
1.9 Hipótesis.....	8
1.9.1 Variable Independiente.....	8
1.9.2 Variable Dependiente.....	8
1.10 Línea de investigación Universidad/Facultad.....	9
2 CAPÍTULO II.....	10
2.1 MARCO TEORICO.....	10
2.1.1 Antecedentes.....	10
2.1.2 Localización.....	21
2.1.3 Referencias de tesis internacionales y nacionales.....	23
2.1.4 Referencias de modelos análogos.....	24
2.2 Marco Conceptual.....	31
2.2.1 Mortero.....	31
2.2.2 Caucho.....	40
2.2.3 Neumáticos:.....	43
2.2.4 El reciclaje.....	43

2.2.5	Acústica	45
2.2.6	Aislamiento acústico:	46
2.2.7	Absorción acústica	46
2.2.8	Sonido:	46
2.2.9	Onda:.....	46
2.2.10	Frecuencia de onda:	46
2.2.11	Intensidad:	47
2.2.12	La reverberación:.....	47
2.2.13	Reflexión del sonido:	47
2.2.14	Ruido:.....	47
2.2.15	Definición de decibel:.....	48
2.2.16	El calor	48
2.2.17	Temperatura:	48
2.2.18	Aislamiento térmico:.....	48
2.2.19	Conducción térmica:.....	48
2.2.20	Palabras claves	49
2.3	Marco legal	49
2.3.1	Leyes.....	49
3	CAPÍTULO III	53
	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	53
3.1	Metodología	53
3.2	Tipo de investigación	53
3.2.1	Investigación descriptiva:.....	54
3.2.2	Investigación de Campo:	54
3.2.3	Investigación bibliográfica:	54
3.2.4	Investigación experimental:	55
3.3	Enfoque	55
3.3.1	“Enfoque Cuantitativo:	56
3.3.2	“Enfoque Cualitativo:.....	56
3.4	Técnicas e instrumentos.....	56
3.4.1	Observación directa	57
3.4.2	Observación indirecta.....	57

3.4.3	Instrumentos.....	58
3.5	Población y muestra.....	59
3.5.1	Población.....	59
3.5.2	Muestra	60
3.6	Análisis y resultados de la encuesta.....	61
4	CAPITULO IV.....	71
	LA PROPUESTA.....	71
4.1	Prueba de granulometría (proceso de tamizado del caucho reciclado).....	71
4.1.1	Esquema del proceso de tamizado	72
4.1.2	Proceso de tamizado.....	72
4.1.3	Análisis	78
4.2	Pruebas de dosificación de agregados para mortero tradicional con caucho reciclado.....	78
4.2.1	Arena:.....	78
4.2.2	Agua:	79
4.2.3	Cemento:.....	79
4.2.4	Caucho:	79
4.2.5	Elaboración de prototipos de prueba	80
4.3	Pruebas técnicas de laboratorio.....	83
4.4	Prueba de densidad del cemento:	84
4.5	Prueba de consistencia y fraguado del cemento.....	85
4.6	Prueba de mortero tradicional con caucho (1 parte de cemento; 2 partes de arena; 2 partes de caucho)	86
4.6.1	1) Preparación de dosificación	88
4.6.2	2) Elaboración de argamasa para los cilindros con la dosificación (1cemento:2arena:2caucho)	88
4.6.3	Pesos iniciales de los cilindros realizados con caucho de 6 mm con dosificación (1cemento:2arena:2caucho):.....	88
4.6.4	Proceso de curado:.....	89
4.6.5	Peso seco (sacado del horno):.....	90
4.6.6	Prueba de absorción y densidad del mortero con caucho reciclado de 6mm con dosificación (1cemento:2arena:2caucho):.....	91
4.6.7	Prueba de resistencia a la compresión (cilindros de caucho de 6mm con dosificación 1cemento:2arena:2caucho):	97

4.7	Prueba de mortero tradicional con caucho (1cemento; 2arena; 1caucho)	98
4.7.1	1) Preparación de dosificación	99
4.7.2	2) Elaboración de argamasa para los cilindros con la dosificación (1cemento:2arena:1caucho)	100
4.7.3	Pesos iniciales de los cilindros realizados con caucho de 6 mm con dosificación (1cemento:2arena:1caucho):	100
4.7.4	Proceso de curado:	101
4.7.5	Peso seco (sacado del horno):	101
4.7.6	Prueba de absorción y densidad del mortero con caucho reciclado de 6 mm con dosificación (1cemento:2arena:1caucho):	102
4.7.7	Prueba de resistencia a la compresión (cilindros de caucho de 6mm con dosificación 1cemento:2arena:1caucho):	108
4.8	Prueba de mortero tradicional (1 parte de cemento; 2 partes de arena)	109
4.8.1	1) Preparación de dosificación	110
4.8.2	2) Elaboración de argamasa para los cilindros con la dosificación (1cemento:2arena).....	110
4.8.3	Pesos iniciales de los cilindros de mortero tradicional con dosificación (1cemento:2arena):	111
4.8.4	Proceso de curado:	112
4.8.5	Peso seco (sacado del horno):	112
4.8.6	Prueba de absorción y densidad del mortero tradicional:	113
4.8.7	Prueba de resistencia a la compresión (mortero tradicional):	118
4.9	Cuadro comparativo de resultados de absorción y densidad: dosificaciones; (1cemento:2arena:2caucho - mortero con caucho); (1cemento:2arena:1caucho - mortero con caucho); (1cemento:2caucho - mortero tradicional).	119
4.10	Análisis de resultados (prueba de absorción y densidad)	120
4.11	Cuadro comparativo de resultados de resistencia a la compresión: dosificación; (1cemento:2arena:2caucho - mortero con caucho); (1cemento:2arena:1caucho - mortero con caucho); (1cemento:2arena - mortero tradicional).	121
4.12	Análisis de resultados (prueba de resistencia a la compresión):	121
4.13	(1cemento:2arena:1caucho) Dosificación escogida para introducción a siguientes pruebas.	123
4.14	Prueba de adherencia (resistencia a la tracción) mortero con caucho (1cemento:2arena:1caucho) y mortero tradicional (1cemento:2arena)	123
4.14.1	Elaboración de vigas:	123
4.14.2	Acondicionamiento de superficies de vigas para proceso de enlucido:	124

4.14.3	Enlucido de las vigas:.....	124
4.14.4	Aislado del área de la muestra:.....	125
4.14.5	Pegado de pastillas metálicas:.....	125
4.14.6	Extracción de muestras	126
4.14.7	Tabla de resultados de la prueba adherencia (resistencia a la tracción) mortero con caucho (1cemento:2arena:1caucho)	127
4.14.8	Tabla de resultados de la prueba adherencia (resistencia a la tracción) mortero tradicional (1cemento:2arena)	128
4.14.9	Cuadro comparativo de resultados de la prueba adherencia (resistencia a la tracción) mortero con caucho (1cemento:2arena:1caucho) y mortero tradicional (1cemento:2arena).....	129
4.15	Prueba de aislamiento (absorción) acústico mortero con caucho (1cemento:2arena:1caucho) y mortero tradicional (1cemento:2arena).....	131
4.15.1	Elaboración de cajas de madera (Plywood):	131
4.15.2	Acondicionamiento de interior de la caja con el enlucido de dosificación con caucho (1cemento:2arena:1caucho) y tradicional (1cemento:2arena):.....	132
4.15.3	Toma de muestras:.....	132
4.15.4	Digitalización de resultados:	133
4.15.5	Imágenes del software (Sound Level Meter software) tomadas por el sonómetro del registro de las mayores atenuaciones en la prueba de aislamiento acústico. 134	
4.15.6	Cuadro comparativo de resultados de la prueba de aislamiento acústico mortero con caucho (1cemento:2arena:1caucho) y mortero tradicional (1cemento:2arena).....	137
4.15.7	Análisis de resultados prueba de aislamiento acústico	138
4.16	Prueba de aislamiento térmico mortero con caucho (1:2:1) y mortero tradicional (1:2) 140	
4.16.1	Marcación de puntos de toma	140
4.16.2	Toma de muestras:.....	141
4.16.3	Digitalización de resultados:	143
4.16.4	Cuadro comparativo de resultados de la prueba de aislamiento térmico mortero con caucho (1cemento:2arena:1caucho) y mortero tradicional (1cemento:2arena).....	144
4.16.5	Análisis de resultados prueba de aislamiento térmico	150
4.17	Rendimientos del material experimental: mortero con caucho (1cemento:2arena:1caucho)	152
4.17.1	Cálculo de volumen de un cilindro	153

4.17.2	Cálculo de cemento, arena, caucho y agua en 1m ³ del mortero con caucho 1cemento:2arena:1caucho	153
4.17.3	Materiales por m ³	155
4.17.4	Ejemplo de cómo se calculan los materiales por m ³ de mortero con caucho con dosificación 1cemento:2arena:1caucho.....	157
4.18	Presupuesto del material experimental: mortero con caucho (1cemento:2arena:1caucho)	157
4.18.1	Otros productos para aislamiento acústico existentes en el mercado.....	160
4.19	Aplicación del mortero con caucho 1cemento:2arena:1caucho en un espacio arquitectónico (sala de ensayos para música); ejemplo virtual.	162
4.19.1	Planta arquitectónica (sala de ensayos para música).....	163
4.19.2	Cortes (sala de ensayos para música)	164
4.19.3	Perspectivas (sala de ensayos para música)	165
4.20	Aplicación del mortero tradicional con caucho reciclado en obra:	166
	Conclusiones	167
	Recomendaciones	169
	Glosario:	170
	Bibliografía	173
	Anexos	183

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Aumento del parque automotriz	3
Figura 2:	Llantas botadas en la vía perimetral	4
Figura 3:	Desechos de llantas en las calles Febres cordero y la 12	5
Figura 4:	Perímetro parroquia Rocafuerte	22
Figura 5:	Coordenadas (perímetro de la parroquia Rocafuerte)	22
Figura 6:	Panel elaborado con textura	25
Figura 7:	Mortero impermeable a base de plástico reciclado (PET).	26
Figura 8:	Molde plástico.	27
Figura 9:	Elaboración de baldosa con caucho reciclado.....	29
Figura 10:	Colocación de tejas obtenidas por el caucho.....	30
Figura 11:	Detalle de unión de tejas con caucho reciclado.....	30
Figura 12:	Piso anti golpes Playtime en el colegio Misericordia de Flores.....	31
Figura 13:	Composición química del caucho.	41
Figura 14:	Proceso de tamizado	72
Figura 15:	materia prima “caucho”	72

Figura 16 llenado de tamices	73
Figura 17 toma de peso inicial	73
Figura 18 Selección y colocación de tamices en maquina zarandeadora.....	73
Figura 19 ejecución del zarandeado.....	74
Figura 20 Retiro de tamices de maquina zarandeadora	74
Figura 21 Toma de peso resultante	74
Figura 22 Cálculos de porcentajes	75
Figura 23 Preparación de superficies y dosificaciones	80
Figura 24 Elaboración de enlucido etapa inicial	80
Figura 25 Elaboración de enlucido etapa final.....	80
Figura 26 Pruebas que no cumplen los requerimientos	81
Figura 27 Prueba dosificación 1cemento:2arena:2caucho.....	82
Figura 28: Prueba dosificación 1cemento:2arena:1caucho	82
Figura 29: Proceso de prueba densidad del cemento	85
Figura 30: Proceso de consistencia y fraguado del cemento	86
Figura 31: Dosificación (1cemento:2arena:2caucho).....	87
Figura 32: Proceso de preparación de dosificación (1cemento:2arena:2caucho).....	88
Figura 33: Proceso de elaboración de cilindros con caucho (1cemento:2arena:2caucho).....	88
Figura 34: Toma de pesos iniciales de cilindros con caucho (1cemento:2arena:2caucho)	89
Figura 35: Proceso de curado de cilindros con caucho (1cemento:2arena:2caucho)	90
Figura 36: Toma de pesos secos al horno de cilindros con caucho (1cemento:2arena:2caucho).....	91
Figura 37: Toma de pesos superficialmente seco de cilindros con caucho (1cemento:2arena:2caucho)	92
Figura 38: Toma de pesos de cilindros con caucho (1cemento:2arena:2caucho) suspendidos en el aire.....	93
Figura 39: Toma de pesos de cilindros con caucho (1cemento:2arena:2caucho) sumergido en el agua.....	94
Figura 40: Roturas de cilindros con caucho 1cemento:2arena:2caucho	98
Figura 41: Dosificación (1cemento:2arena:1caucho).....	98
Figura 42 Proceso de preparación de dosificación (1cemento:2arena:1caucho)	99
Figura 43: Proceso de elaboración de cilindros con caucho (1cemento:2arena:1caucho).....	100
Figura 44: Toma de pesos iniciales de cilindros con caucho (1cemento:2arena:1caucho)	101
Figura 45: Proceso de curado de cilindros con caucho (1cemento:2arena:1caucho)	101
Figura 46: Toma de pesos secos al horno de cilindros con caucho (1cemento:2arena:1caucho)	102
Figura 47: Toma de pesos superficialmente seco de cilindros con caucho (1:2:1)	103
Figura 48: Toma de pesos de cilindros con caucho (1cemento:2arena:1caucho) suspendidos en el aire.....	104
Figura 49: Toma de pesos de cilindros con caucho (1cemento:2arena:1caucho) sumergido en el agua.....	105
Figura 50: Roturas de cilindros con caucho 1cemento:2arena:1caucho	109
Figura 51: Dosificación (1cemento:2arena)	109
Figura 52: Proceso de preparación de dosificación (1cemento:2arena)	110
Figura 53: Proceso de elaboración de cilindros con mortero tradicional (1cemento:2arena)... ..	110

Figura 54: Toma de pesos iniciales de cilindros con mortero tradicional (1cemento:2arena) .	111
Figura 55: Proceso de curado de cilindros con mortero tradicional (1cemento:2arena)	112
Figura 56: Toma de pesos secos al horno de cilindros con mortero tradicional (1cemento:2arena).....	113
Figura 57: Toma de pesos superficialmente seco de cilindros con mortero tradicional (1cemento:2arena).....	114
Figura 58. Toma de pesos de cilindros con caucho (1cemento:2arena) suspendidos en el aire	114
Figura 59: Toma de pesos de cilindros (1cemento:2arena) sumergido en el agua	115
Figura 60: Dosificaciones (1:2; 1:2:2; 1:2:1).....	122
Figura 61 Elaboración de vigas.....	123
Figura 62: Preparación de superficies de viga.....	124
Figura 63: Enlucido de vigas con dosificación (1cemento:2arena:1caucho) y (1cemnto:2caucho)	124
Figura 64: Enlucido de vigas con dosificación (1cemento:2arena:1caucho) y (1cemento:2caucho).....	125
Figura 65: Aislado de áreas de muestra.....	125
Figura 66: Pegado de pastillas en vigas enlucidas.....	125
Figura 67: Pegado de pastillas en vigas enlucidas.....	126
Figura 68: Extracción de muestra.....	126
Figura 69: Elaboración de cajas.....	131
Figura 70: Enlucido interior de cajas.....	132
Figura 71: Toma de muestras	133
Figura 72: Digitalización	133
Figura 73: Digitalización (caja con M. caucho a 50cm de fuente sonora)	134
Figura 74: Digitalización (caja con M. caucho a 100cm de fuente sonora)	134
Figura 75: Digitalización (caja con M. tradicional a 50cm de fuente sonora).....	135
Figura 76: Digitalización (caja con M. tradicional a 100cm de fuente sonora).....	135
Figura 77: Digitalización (caja sin revestimiento a 50cm de fuente sonora).....	136
Figura 78: Digitalización (caja sin revestimiento a 100cm de fuente sonora).....	136
Figura 79: Digitalización (caja sin revestimiento a 100cm de fuente sonora).....	138
Figura 80 Efectos de la absorción acústica.	139
Figura 81: Cajas para pruebas térmicas.	140
Figura 82: Cajas marcadas.....	141
Figura 83. Tomas de temperaturas.....	142
Figura 84: Tomas de temperaturas.	142
Figura 85: Pistola térmica laser.	143
Figura 86: Caja para prueba térmica.....	144
Figura 87: Atenuación del mortero con caucho (1:2:1) y mortero tradicional (1:2).....	148
Figura 88: Atenuación del mortero con caucho (1:2:1) y mortero tradicional (1:2).....	151
Figura 89: Cilindro de dosificación 1:2:1	154
Figura 90: 1m3 de dosificación (1:2:1)	156
Figura 91: Aislantes termo-acústico aluminizado 8mm.	160
Figura 92: Esponja perfilada acústica.....	161
Figura 93: Paneles acústicos.....	162

Figura 94: Planta arquitectónica sala de ensayos para música.	163
Figura 95: Cortes de sala de ensayos para música.....	164
Figura 96: Sala musical con el mortero 1:2:1	165
Figura 97: Mortero tradicional con caucho reciclado aplicado en obra.....	166
Figura 98	183
Figura 99	183
Figura 100	184
Figura 101	204
Figura 102	204

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Análisis de encuesta pregunta 1.....	61
Gráfico 2 Análisis de encuesta pregunta 2.....	62
Gráfico 3 Análisis de encuesta pregunta 3.....	63
Gráfico 4 Análisis de encuesta pregunta 4.....	64
Gráfico 5 Análisis de encuesta pregunta 5	65
Gráfico 6 Análisis de encuesta pregunta 6.....	66
Gráfico 7 Análisis de encuesta pregunta 7.....	67
Gráfico 8 Análisis de encuesta pregunta 8.....	68
Gráfico 9 Análisis de encuesta pregunta 9.....	69
Gráfico 10 Análisis de encuesta pregunta 10.....	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Delimitación o alcance de la investigación.....	8
Tabla 2 Línea de investigación Universidad/Facultad	9
Tabla 3 Descripción de coordenadas perimétrales a la parroquia Rocafuerte.	22
Tabla 4 Estudio de propiedades físico mecánica y de durabilidad del hormigón con caucho. ...	28
Tabla 5 Límites granulométricos del árido para uso en mampostería.....	33
Tabla 6 Morteros de cal y arena.....	36
Tabla 7 Tipos de mortero de cemento y cal	36
Tabla 8 Morteros de cemento y arena	37
Tabla 9 Especificación por propiedades requisitos	39
Tabla 10 Mortero de relleno.....	39
Tabla 11 Propiedades del caucho natural y sintético.	42
Tabla 12 Carga muerta: Pesos de los materiales	51
Tabla 13 Niveles de ruido	52

Tabla 14 Tabla de nomenclaturas de la ecuación de tamaño de la muestra	60
Tabla 15 (pregunta 1)	61
Tabla 16 (pregunta 2)	62
Tabla 17 (pregunta 3)	63
Tabla 18 (pregunta 4)	64
Tabla 19 (pregunta 5)	65
Tabla 20 (pregunta 6)	66
Tabla 21 (pregunta 7)	67
Tabla 22 (pregunta 8)	68
Tabla 23 (pregunta 9)	69
Tabla 24 (pregunta 10)	70
Tabla 25 resultado de prueba de tamizado 1	75
Tabla 26 Resultados de prueba de tamizado 2	76
Tabla 27 Resultados de prueba de tamizado 3	77
Tabla 28 Prototipos de dosificaciones con el agregado caucho	79
Tabla 29 Lecturas tomadas (prueba de densidad del cemento).....	85
Tabla 30 Lecturas tomadas (prueba de consistencia y fraguado del cemento)	86
Tabla 31 (Gramajes de dosificación 1cemento:2arena:2caucho).....	87
Tabla 32 (Peso inicial de los cilindros (mortero con caucho 6mm dosificación (1cemento:2arena:2caucho)).....	89
Tabla 33 Peso seco de los cilindros después del horno (mortero con caucho 6mm dosificación (1cemento:2arena:2caucho)).....	90
Tabla 34 Peso superficialmente seco (mortero con caucho 6 mm dosificación (1cemento:2arena:2caucho)	92
Tabla 35 Peso suspendido en el aire (mortero con caucho 6 mm dosificación (1cemento:2arena:2caucho)	93
Tabla 36 Peso sumergido (mortero con caucho 6 mm dosificación (1cemeneto:2arena:2caucho)	94
Tabla 37 Simbología de variables en ecuaciones.....	95
Tabla 38 Tabla general mortero con dosificación 1cemento:2arena:2caucho	96
Tabla 39 Resistencia a la compresión mortero con caucho 1cemento:2arena:2caucho.....	97
Tabla 40 Gramajes de dosificación (1cemento:2arena:1caucho).....	99
Tabla 41 Peso inicial de los cilindros (mortero con caucho 6 mm con dosificación (1cemento:2arena:1caucho)	100
Tabla 42 Peso seco de los cilindros después del horno (mortero con caucho 6 mm dosificación (1cemento:2arena:1caucho)	102
Tabla 43 Peso superficialmente seco (mortero con caucho 6 mm dosificación (1cemento:2arena:1caucho)	103
Tabla 44 Peso suspendido en el aire (mortero con caucho 6 mm dosificación (1cemento:2arena:1caucho)).....	104
Tabla 45 Peso sumergido (mortero con caucho 6mm dosificación (1cemento:2arena:1caucho)	105
Tabla 46 Simbología de variables en ecuaciones.....	106
Tabla 47 Tabla general mortero con dosificación 1cemento:2arena:1caucho	107

Tabla 48 Resistencia a la compresión mortero con caucho 1cemento:2arena:1caucho.....	108
Tabla 49 Gramajes de dosificación 1cemento:2arena.....	110
Tabla 50 Peso inicial de los cilindros (mortero tradicional)	111
Tabla 51 Peso seco de los cilindros después del horno (mortero tradicional)	112
Tabla 52 Peso superficialmente seco (mortero tradicional)	113
Tabla 53 Peso suspendido en el aire (mortero tradicional)	114
Tabla 54 Peso sumergido (mortero tradicional).....	115
Tabla 55 Simbología de variables en ecuaciones	116
Tabla 56 Tabla general mortero con dosificación (1cemento:2arena)	117
Tabla 57 Resistencia a la compresión mortero tradicional (1cemento:2arena).....	118
Tabla 58 (Cuadro comparativo de absorción y densidad de las dosificaciones).....	119
Tabla 59 Norma Básica de la Edificación (NBE-CT-79)	120
Tabla 60 Cuadro comparativo de resistencia a la compresión de las diferentes dosificaciones	121
Tabla 61 Especificaciones de resistencia a la compresión del mortero.....	122
Tabla 62 Resultados de adherencia mortero con caucho 1cemento:2arena:1caucho.....	127
Tabla 63 Resultado de adherencia mortero tradicional 1cemento:2arena.....	128
Tabla 64 Cuadro comparativo de resultados de adherencia a la tracción	129
Tabla 65 Cuadro comparativo (prueba de aislamiento acústico)	137
Tabla 66 Tabla de porcentajes de atenuaciones totales.....	139
Tabla 67 Datos generales de muestras	145
Tabla 68 Promedios externos e internos y porcentajes de atenuación individuales.....	147
Tabla 69 Tabla de promedios / atenuación total	148
Tabla 70 (propagación de caras laterales).....	149
Tabla 71 Gramajes de los diferentes agregados del mortero con caucho de dosificación 1cemento:2arena:1caucho.....	152
Tabla 72 Porcentajes de materiales del mortero con caucho 1:2:1	153
Tabla 73 Volumen del cilindro: 1 cilindro.....	153
Tabla 74 Cálculo de kilogramos de cemento, arena, caucho y agua por m ³	154
Tabla 75 Tabla para conversiones de Kg a m ³ por elemento	155
Tabla 76 Factores del mortero con caucho 1cemento:2arena:1caucho.....	155
Tabla 77 Dosificación para morteros tradicionales sin caucho.....	156
Tabla 78. Ejercicio de cálculo de materiales por m ³ :	157
Tabla 79 Presupuesto del mortero con caucho (1cemento:2arena:1caucho) en un m ³	158
Tabla 80 Cuadro de presupuesto de mano de obra – mortero tradicional con caucho.....	158
Tabla 81 Cuadro de presupuesto de transporte – mortero tradicional con caucho.....	158
Tabla 82 Presupuesto del mortero tradicional (1cemento:2) en un m ³	159
Tabla 83 Cuadro comparativo de costos del mortero tradicional con caucho con otros materiales con características similares existentes en el mercado.....	159
Tabla 84: <i>Digitalización prueba 1 aislamiento acústico (caja con M. tradicional a 50 cm de fuente sonora)</i>	185
Tabla 85: <i>Digitalización prueba 2 aislamiento acústico (caja con M. tradicional a 100 cm de fuente sonora)</i>	186
Tabla 86: <i>Digitalización prueba 1 aislamiento acústico (caja con M. tradicional a 50 cm de fuente sonora)</i>	187

Tabla 87: Digitalización prueba 4 aislamiento acústico (caja con M. con caucho a 100 cm de fuente sonora).....	188
Tabla 88: Digitalización prueba 5 aislamiento acústico (caja con M. tradicional a 50 cm de fuente sonora).....	189
Tabla 89: Digitalización prueba 6 aislamiento acústico (caja con M. tradicional a 100 cm de fuente sonora).....	190
Tabla 90: Digitalización prueba 7 aislamiento acústico (caja con M. tradicional a 50 cm de fuente sonora).....	191
Tabla 91: Digitalización prueba 8 aislamiento acústico (caja con M. con caucho a 100 cm de fuente sonora).....	192
Tabla 92: Digitalización prueba 1 aislamiento acústico (caja sin revestimiento a 50 cm de fuente sonora)	193
Tabla 93: Digitalización prueba 2 aislamiento acústico (caja sin revestimiento a 100 cm de fuente sonora).....	194
Tabla 94: Prueba de aislamiento térmico del mortero tradicional (1:2) a los 10 minutos.	195
Tabla 95: Prueba de aislamiento térmico del mortero tradicional (1:2) a los 20 minutos.	195
Tabla 96: Prueba de aislamiento térmico del mortero tradicional (1:2) a los 30 minutos.	196
Tabla 97: Prueba de aislamiento térmico del mortero tradicional (1:2) a los 40 minutos.	196
Tabla 98: Prueba de aislamiento térmico del mortero tradicional (1:2) a los 50 minutos.....	197
Tabla 99: Prueba de aislamiento térmico del mortero tradicional (1:2) a los 60 minutos.	197
Tabla 100: Prueba de aislamiento térmico del mortero tradicional (1:2:1) a los 10 minutos. .	198
Tabla 101: Prueba de aislamiento térmico del mortero tradicional (1:2:1) a los 20 minutos. .	198
Tabla 102: Prueba de aislamiento térmico del mortero tradicional (1:2:1) a los 30 minutos. .	199
Tabla 103: Prueba de aislamiento térmico del mortero tradicional (1:2:1) a los 40 minutos. .	199
Tabla 104: Prueba de aislamiento térmico del mortero tradicional (1:2:1) a los 50 minutos. .	200
Tabla 105: Prueba de aislamiento térmico del mortero tradicional (1:2:1) a los 60 minutos. .	200
Tabla 106: Prueba de aislamiento térmico caja de plywood a los 10 minutos.	201
Tabla 107: Prueba de aislamiento térmico caja de plywood a los 20 minutos.	201
Tabla 108: Prueba de aislamiento térmico caja de plywood a los 30 minutos.	202
Tabla 109: Prueba de aislamiento térmico caja de plywood a los 40 minutos.	202
Tabla 110: Prueba de aislamiento térmico caja de plywood a los 50 minutos.	203
Tabla 111: Prueba de aislamiento térmico caja de plywood a los 60 minutos.	203

INTRODUCCIÓN

Hoy en día a nivel mundial se están generando cada vez y con mayor frecuencia, nuevas tecnologías en cuanto a la elaboración de materiales de construcción, que tienen como enfoque “la no contaminación del medio ambiente y el cuidado riguroso del hábitat de agentes contaminantes de diferentes tipos”.

Por otro lado, la alarmante producción de neumáticos de caucho que son considerados desechos especiales según el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), informa que la combustión de los mismos produce gases peligrosos (como los hidrocarburos aromáticos poli cíclicos). (EL COMERCIO, 2016)

El Ecuador al año produce e importa alrededor de 3'000.000 de neumáticos. Entre el 2014 y el 2015, el MAE informó que se recuperaron 1'500.000 neumáticos. Esta cantidad incluye las llantas de los botaderos y los que han sido reciclados y reencauchados (EL COMERCIO, 2016); partiendo de la premisa que los neumáticos son un problema latente de contaminación ambiental, el presente proyecto propone la utilización de técnicas de reciclado para así dar una solución viable a esta problemática.

Este proyecto se desarrolla con técnicas y procedimientos que comprenden el reciclado de caucho de neumáticos usados (NFU) mezclados con cemento, arena y agua, obteniendo una argamasa que puede ser aplicada a paredes de recintos de diferente índole, como: salas de viviendas, salas de ensayo de instrumentos musicales, teatros, etc.

En el capítulo 1 se introdujo como idea rectora el tema de mortero tradicional con caucho reciclado para recubrimiento de mampostería, planteando y formulando el problema de la contaminación de diferentes índoles, tomando como base la contaminación ambiental sistematizando el problema e investigando por ejemplo los niveles de contaminación generado por el caucho NFU; para luego hallar el objetivo general y específicos de la presente investigación.

Dentro de la justificación se expresa el porqué de la necesidad de crear el mortero de caucho reciclado para recubrimiento de mampostería, posterior a esto se hace la delimitación y alcance de la investigación que comprenden aspectos como: campo, área,

aspecto, tema, delimitación espacial, delimitación temporal, a continuación, se encuentra la hipótesis con su variable independiente y dependiente y finalmente la línea de investigación de la universidad y facultad.

El capítulo 2 comprende el marco teórico con sus antecedentes que es una breve historia de los conceptos fundamentales que rigen en la investigación como el reciclaje, morteros, caucho. Con respecto al ítem Localización, es donde se precisa el sector donde va a ser utilizado el mortero de estudio, para ello, se incluyen datos demográficos, densidad, ubicación, etc., luego a continuación, las referencias de tesis internacionales y nacionales haciendo mención y citando varios trabajos en los cuales yace información útil para la presente investigación, posterior a esto se incluyen referencias de modelos análogos al material.

En el marco conceptual están las definiciones y conceptos generales en torno a la investigación, por último, tenemos el marco legal comprendiendo leyes, normas y ordenanzas que atañen a nuestro proyecto.

CAPÍTULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Tema

Mortero tradicional con caucho reciclado para recubrimiento de mampostería.

1.2 Planteamiento del problema

En la actualidad la sociedad se encuentra inmersa en problemas de diferente índole, a los cuales se ha enfrentado de formas muy diversas, generando soluciones que no siempre conllevan a un arreglo total de los mismos, como lo son, los diferentes tipos de contaminación ambiental; afectando a todas las personas por igual, en ciudades como Guayaquil se puede apreciar que se produce cada vez más desperdicios que no es posible reutilizar.

La expansión descontrolada del parque automotor, es el resultado del aumento significativo en la venta de los mismos, según la Autoridad de Tránsito Municipal (ATM), para el 2018, la cifra de vehículos es de 484.049 unidades y que, en comparación con el año 2017 supuso un aumento de 62.248 automóviles. (Última Hora Ecuador, 2018)

Además, el diario uso de vehículos en el transporte ya sea público o privado genera un alto consumo de neumáticos, que al finalizar su vida útil no son desechados de forma correcta.



Figura 1: Aumento del parque automotriz
Fuente: EL expreso. (2019)

Adicional a esto el grave problema producido por la acumulación de los neumáticos fuera de uso (NFU) situados en diferentes espacios y predios urbanos de la ciudad causando problemas de insalubridad, sirviendo de criaderos de insectos y plagas que derivan en focos infecciosos y virales que atacan de forma directa a la comunidad.

Los pocos sistemas de reutilización de los neumáticos fuera de uso, como materia prima para la elaboración de nuevos y diferentes tipos de materiales para el sector de la construcción y que puedan ser utilizados en múltiples mercados de una manera ordenada y con cobertura nacional a corto y largo plazo, se traduce en índices ascendentes de acumulación de llantas agravando progresivamente este problema.



Figura 2: Llantas botadas en la vía perimetral
Fuente: El universo. (2019)

En resumen, los neumáticos fuera de uso se han transformado en un verdadero atentado contra el medio ambiente y el entorno urbanístico, y teniendo en cuenta que un neumático tarda en degradarse en la naturaleza más de 500 años (Chuquimarca, 2019), sumado a costumbres como la combustión de los mismos emitiendo gran cantidad de CO₂ a la atmosfera lo cual no está controlado por ninguna entidad privada o pública, la producción en masa de las llantas genera un detrimento de primer orden en la salud pública.



Figura 3: Desechos de llantas en las calles Febres cordero y la 12
Fuente: El expreso. (2019)

Esto reduce la calidad de vida de los habitantes debido a que se contamina el aire que respiramos con suciedad y bacterias que dañan el organismo, causando enfermedades, por la presencia de altos grados de plomo, acero y cadmio en su composición química, además que también la acumulación de llantas en diferentes sectores da un mal aspecto estético a la ciudad de Guayaquil.

1.3 Formulación del problema

¿De qué manera se pueden reutilizar los neumáticos fuera de uso para la elaboración de un mortero tradicional con caucho reciclado para recubrimiento de mampostería para el sector de la construcción, evitando un daño permanente en el medio ambiente?

1.4 Sistematización del problema

¿Qué utilidades se le puede dar al caucho en el sector de la construcción luego de ser desechado?

¿Cuál será la dosificación apropiada del nuevo mortero para que cumpla con los niveles óptimos normados en mampostería?

¿Cómo se verán afectadas las características del mortero cuando se utilice como uno de sus componentes el caucho reciclado?

¿Qué estándares técnicos debe cumplir el nuevo producto una vez realizado los ensayos físicos, químicos y mecánicos?

1.5 Objetivo general

Desarrollar un mortero con caucho de neumático fuera de uso (NFU) reciclado para paredes de edificaciones, mediante una dosificación apropiada que cumpla con los niveles óptimos normados para mampostería.

1.6 Objetivos específicos

- Determinar las propiedades del caucho y de los otros agregados del mortero tradicional.
- Experimentar con diferentes dosificaciones del caucho y agregado del concreto para la obtención de niveles óptimos normados de mampostería.
- Analizar las características del mortero cuando se incluya como uno de sus componentes el caucho reciclado.
- Definir los estándares técnicos del nuevo producto a través de ensayos químicos, físicos y mecánicos.

1.7 Justificación

La razón de realizar esta investigación “*Mortero tradicional con caucho reciclado para recubrimiento de mampostería*” es la óptima reutilización y aprovechamiento del caucho de los neumáticos fuera de uso (NFU), como agregado para dosificar un mortero innovador de recubrimiento de mampostería, dado que la problemática existente de descomposición de los mismos tarda alrededor de 500 años. (Chuquimarca, 2019) Por ello, es la meta que se desea alcanzar para ofrecer el producto, objeto de estudio del presente trabajo.

Se contribuirá a solucionar el problema de la contaminación ambiental que generan estos desperdicios, lo cual tendrá una repercusión efectiva en el aspecto económico, social y en la calidad de vida de los habitantes de la ciudad de Guayaquil, debido a que se reducirán considerablemente los gastos en el área salud, en lo referente a las

enfermedades provocadas por la contaminación ambiental y a la vez se crearán nuevas fuentes de trabajo en el proceso de reciclaje del caucho de las llantas fuera de uso pues el material experimental (mortero tradicional con caucho reciclado para recubrimiento de mampostería) está dirigido a las clases socio económicas media y baja.

Los neumáticos fuera de uso (NFU) afectan de múltiples maneras al entorno de la ciudad como por ejemplo el gasto de energía de un automóvil depende de gran medida de la fricción de neumático con el asfalto, entre mayor sea el nivel de rozamiento o resistencia a la rodadura más consumo habrá de energía por tanto mayor emisión de CO₂ y el desgaste masivo de neumáticos derivando en un impacto ambiental de proporciones graves.

Es de suma importancia la reutilización sistemática de los neumáticos fuera de uso (NFU) debido a que si no fomentamos técnicas de reciclado tendremos a corto y largo plazo un problema de contaminación imposible de controlar en una forma óptima, asumiendo la obligación social de plantear modelos serios de reutilización de los materiales contaminantes que causan problemas ambientales, sociales, de salud pública en el entorno.

La utilización del caucho reciclado, que tiene excelentes propiedades mecánicas de elasticidad, resistencia, aislante acústico y aislamiento eléctrico, etc. (Materiales Conductores, s.f.), y que, sumado a los agregados de un mortero tradicional, tales como arena, cemento y agua, forman un material idóneo, innovador y de vanguardia para ser usado como elemento constructivo, permitiendo de esta manera aportar un beneficio significativo en lo referente al cuidado del medio ambiental.

1.8 Delimitación o alcance de la investigación.

Tabla 1 Delimitación o alcance de la investigación

Campo:	Educación Superior. Tercer nivel de grado.
Área:	Arquitectura.
Aspecto:	Investigación experimental.
Tema:	Mortero tradicional con caucho reciclado para recubrimiento de mampostería.
Delimitación espacial:	Guayaquil – Ecuador.
Delimitación temporal	6 meses

Fuente: FIIC (2019)

1.9 Hipótesis

El mortero tradicional con caucho reciclado será técnicamente factible para su uso en revestimiento de paredes de edificaciones, protegiendo la salud, mejorando el acondicionamiento y confort de los usuarios, protegiendo el medio ambiente.

1.9.1 Variable Independiente

Contaminación ambiental producto de la acumulación de los neumáticos fuera de uso.

1.9.2 Variable Dependiente

El mortero tradicional con caucho reciclado será técnicamente factible para su uso en revestimiento de paredes de edificaciones.

1.10 Línea de investigación Universidad/Facultad.

Tabla 2 Línea de investigación Universidad/Facultad

Línea de investigación de FIIC

Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables	LÍNEA: Materiales de Construcción	SUBLÍNEA: Materiales innovadores en la construcción
---	---	---

Fuente: FIIC (2019)

CAPÍTULO II

2.1 MARCO TEORICO

2.1.1 Antecedentes

2.1.1.1 Reciclaje

El consumo de un material o producto específico y el hecho de generar residuos es motivo del inicio de un ciclo de acumulación de desperdicios, desde las primeras civilizaciones hasta las grandes ciudades del mundo; en la actualidad ha resultado ser los desechos un gran problema, generador de insalubridades y malos aspectos estéticos para el sitio en donde se acumula.

Con la evolución y desarrollo de la industria que trae consigo nuevos materiales o productos que si bien es cierto ayudan al avance de una civilización, pero que al mismo tiempo lamentablemente trae consigo efectos secundarios, derivados de la composición de dichos materiales, que al someterse por ejemplo a un elemento como el fuego se obtienen resultados beneficiosos en el caso de un material no contaminante pero que por otro lado aplicado a un material con propiedades contaminantes puede ser destructivo para nuestro medio haciéndolos altamente peligrosos afectando a nuestra salud y medio ambiente. (Yáñez & Rodríguez, 2015)

El hecho de que la humanidad no ha tenido consciencia del trato que se le está dando al planeta desde sus inicios por falta de conocimientos o por falta de consideración, pero que al transcurrir del tiempo se evidencia una gran problemática, donde el hombre se vio obligado a poner soluciones para contrarrestar el impacto que causa el desarrollo de nuevos elementos creando de esta manera múltiples técnicas para salvaguardar su entorno, siendo una de las más versátiles en su aplicación el reciclaje de elementos fuera de uso.

Se tiene en duda la fecha exacta de cuándo se empezó a utilizar la palabra reciclaje, pero a grandes rasgos se puede realizar una línea de tiempo secuencial indicando el desarrollo de la técnica del reciclaje, empezando desde el tipo de reciclaje más primitivo, que es el reciclaje natural realizado por la misma naturaleza y de forma espontánea usando como fuente de materia prima los desechos orgánicos producto de la extinción de grandes animales (Dinosaurios) que habitaron la tierra hace más de 65 millones de años

que mediante de un proceso de millones de años reciclarlos y transformarlos en los diferentes minerales que conocemos en la actualidad como por ejemplo el gas y el petróleo. (Yáñez & Rodríguez, 2015)

Desde la aparición de las primeras comunidades humanas nómadas que luego se asentaron en determinadas regiones, desde los 10000 a.C., formando pequeños poblados con una vida sedentaria ya tenían problemas para deshacerse de los desechos mismos que con la aparición del fuego empezaron a acumularse para ser incinerados generando de esta manera lo que hoy podemos llamar como contaminación. En los 500 años a.C., Los atenienses organizan los primeros vertederos municipales del mundo occidental. Las leyes locales exigían que la basura debía estar a más de un kilómetro y medio de las ciudades. (Yáñez & Rodríguez, 2015)

En los años 400 a.C., época del filósofo Griego Platón donde ya se reciclaba, esto se conoce por medio de estudios de arqueólogos en donde se mencionan que cantidades de basura generada por el consumo en los hogares era reciclada y luego procesada con la finalidad de fabricar otros utensilios que eran necesarios, debido a que la materia prima escaseaba. En 1031 d.C., los japoneses empiezan a almacenar el papel usado para reciclarlo. Por lo tanto, todos los documentos o papiros antiguos de Japón están hechos con papel reciclado. (Yáñez & Rodríguez, 2015)

En 1348 d.C., una epidemia arrasó Europa y Asia. El hacinamiento en las ciudades y la carencia de servicios de recolección de basura, contribuía a extender los casos de tifus, disentería y gripe; y posteriormente llegó la temible “Peste Negra”, que mató cerca de un tercio de la población del continente. En 1690 d.C., se introdujo por primera vez el reciclaje en la industria manufacturera y fue en EEUU, en la histórica ciudad de Rittenhouse Mill, cerca de Philadelphia, se fabricó fibra de papel proveniente de trapos y telas de algodón y lino reciclados. (Yáñez & Rodríguez, 2015)

En cuanto al reciclaje de caucho este empezó casi al mismo tiempo que la producción de las llantas, pues el control y tratamiento de los desechos de estos neumáticos fuera de uso se convirtió en un problema grave desde los inicios de la utilización del caucho vulcanizado.

La contaminación por el uso de las llantas se ha convertido en un foco imparable que de una u otra forma se extiende por todo nuestro planeta, su fabricación tiene un costo

muy alto ya que para una sola llanta de camión se necesita medio barril de petróleo crudo y su elaboración genera emisiones de CO₂ (óxido de carbono) a la atmósfera, al igual su posterior desaparición genera productos muy perjudiciales para la salud como son el monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, dióxido de carbono, óxidos de zinc, benceno, fenoles, óxidos de plomo o tolueno, que se dispersan en el aire y causan enfermedades respiratorias que se pueden agudizar y llevarlo a la muerte. (Fonseca, 2014)

La falta de interés y en muchas ocasiones afán de lucro, que impiden una correcta gestión del reciclaje de los neumáticos, en base a los resultados desfavorables de la contaminación ambiental, efecto directo de la acumulación de neumáticos fuera de uso, lo cual se ha transformado en un problema que afecta a casi a todos los países del mundo entero; se han creado normas y legislaciones ambientales donde se ha implementado técnicas de reciclados dándoles usos diferentes a los neumáticos desechados. (Fonseca, 2014)

Se toman como ejemplo los casos de: México donde se han implementado plantas trituradoras de neumáticos fuera de uso para luego vender la materia prima (caucho en polvo por separado). Mientras que en EEUU e Inglaterra casi la totalidad de los neumáticos fueron reciclados en los últimos 2 años, en contraste a estos países avanzados tenemos a Argentina con el 20% y Chile con el 33% del total de neumáticos reciclados

En el Ecuador se busca reforzar la política de responsabilidad extendida del productor que exige el tratamiento y aprovechamiento de los residuos. Actualmente esta normativa exige que los importadores y productores reciclen hasta el 35% de sus llantas. El material procesado servirá para obtener combustibles, caucho para parques, canchas, gimnasios, asfalto y para productos artesanales, etc. (El Universo, 2018), se usan alrededor de tres millones de neumáticos al año, de los que solo se reciclan 1,5 millones. (EL TELÉGRAFO, 2018)

Castro Vera Vanessa de Lourdes (Ecuador, 2015 en su tesis titulada “Estudio de factibilidad de creación de una empresa recicladora de neumáticos desechados, para la producción de caucho modificador de asfalto, en la provincia de Guayas”), nos dice que

en la península del Guayas se recicla solo el 40% de la totalidad de las llantas usadas dentro de la provincia. (Castro Vera, 2015)

Por lo anteriormente expuesto, el reciclado de neumáticos fuera de uso, para la creación de nuevos materiales de construcción es una de las alternativas más idóneas para ayudar a detener la contaminación Ambiental, y otros tipos de contaminación que aquejan a la Ciudad de Guayaquil.

2.1.1.2 Mortero

Al hablar de la historia de los morteros nos referimos a los inicios de esta sabiendo que el concepto de este es un conglomerado con la finalidad de unir elementos, rellenar espacios entre bloques y revestimientos de paredes y otros. Dándose mediante el descubrimiento de nuevos materiales que de por si se encuentran en la naturaleza y luego se van transformando o aliándose con otros para ir aumentando o mejorando sus características técnicas, físicas y químicas.

En sus inicios el mortero, el Sr. Malinowski en 1982 y 1991 hace referencia que algunas civilizaciones avanzadas situadas en el cercano oriente y Mesopotamia usaron el mortero de cal siendo el primer empleo de este en la máscara de Jericó la más antigua de la ciudad neolítica fortificada, igual que algunas casas hechas con ladrillos y suelos hechos de un mortero de cal. (Alvarez J. I., 2015)

Según Furlan en el 1975 en Europa el uso de la cal era nulo, no se conocía por lo que empleaban la arcilla cruda como material que cubrían suelos y paredes de sus construcciones, en algunos lugares se encontraron decorados grabados con una sustancia blanquecina que al analizarla seria polvo de huesos, yeso o arcilla más sin embargo no había sido posible determinar si se trataba de una caliza finamente triturada la cual era usada como ligante del mortero. (Alvarez J. I., 2015)

La primera cultura en usar el yeso fueron los egipcios los cuales emplearon diferentes composiciones de yeso como los yesos de colocación elaborados bajo una temperatura de 300°C en la que predomina la anhidrita insoluble como constituyente esencial, y que tenía una fase insoluble no ligante, un fraguado extremadamente lento que impedían una unión rápida entre los bloques de piedra. (Alvarez J. I., 2015)

Los morteros de giza con una composición de yeso, sílice y calcita y los yesos de acabados elaborados bajo una temperatura entre 120° y 160°C y este yeso estando presente el hemihidrato y no estando presente de por medio la anhidrita insoluble otorgaba un fraguado rápido y buena adherencia al soporte. El verdadero empleo del mortero de cal como ligante corresponde exactamente a los griegos y romanos los cuales dieron lugar a los morteros helénicos que están compuesto en base de cal y arena fina y los morteros estucos cuya composición es cal, yeso y polvo de mármol. (Alvarez J. I., 2015)

Estas civilizaciones trajeron varias técnicas de paso una de ellas fue el pulimentado implementada por los griegos la cual consistía en la trituración de la cal, del carbonato o de la puzolana del mortero y así crear una estructura superficial más densa, resistente e impermeable. También se solía agregar en la mezcla de cal-arena polvo volcánico o tierra lográndose morteros más estables al agua considerándose un origen en los morteros hidráulicos siendo de gran utilidad en las obras romanas como cisternas y acueductos. (Alvarez J. I., 2015)

En los siglos IX, X, XI los morteros medievales de esta época en Francia representaron un decrecimiento en su calidad debido a una merma de los procedimientos romanos en la fabricación de la cal indicando todo lo que asociaba esto como su cocción, extinción, homogeneidad y proporción de los elementos, mientras que en el siglo XII nuevamente el mortero empezó a mejorar su calidad de ligantes. (Alvarez J. I., 2015)

Sin embargo en el siglo XIII por cuestiones económicas hubieron restricciones obligando a forzarse la composición como una baja proporción en la cal y la arena mezclada con tierra siendo esta nuevamente un decrecimiento en su calidad .La piedra como agregado fue reservado en esta época especialmente para la creación de edificios religiosos y militares por razones económicas mientras tanto debido a catástrofes de usos de materiales combustibles en la construcción la piedra fue recomendada para la construcción a finales del siglo XIV. (Alvarez J. I., 2015)

2.1.1.2.1 Morteros modernos

En el año 1756 se realizó un descubrimiento de los ligantes hidráulicos siendo esta una cal resistente a la acción del agua que al evaluar una caliza se llegó a observar que la presencia arcilla es uno de los principales factores que determina la hidraulicidad. En 1812 Vicat realizó un estudio la mezcla de calizas puras y de arcillas que, mediante la cocción de la cal y los constituyentes de las arcillas, mismas que por la acción del calor, se presenta primero deshidratación de la arcilla, luego la descomposición de la caliza y por último la combinación entre la cal, sílice y los óxidos de hierro y aluminio.

La combinación antes mencionada origina algunos silicatos de calcio hidratados (CSH) resultando ser uno de los ligantes más rápidos en el fraguado y no por desecación del mortero y carbonatación de la cal, fue por la reacción de los aluminatos y silicatos con el agua. Sirviendo como base científica para la elaboración y usos de la cal hidráulica. (Alvarez J. I., 2015)

Si bien es cierto a inicios del siglo XIX se registraron muchos experimentos por parte de virat, pero en el 21 de octubre de 1824 Joseph Apsdin un albañil de Wakefield (Inglaterra) y James Parker elaboran un cemento tan duro llamado Portland logrado mediante la piedra caliza arcillosa y carbón, calcinados a alta temperatura y su nombre debido a la semejanza del color entre el producto y las rocas de la isla de Pórtland en el Reino Unido. (360 EN CONCRETO, 2018)

Apsdin lo preparaba desmenuzando y calcinando la caliza, mezclando la cal resultante con arcilla y tierra y luego hidratando la mezcla cuidadosamente. A continuación, calcinaba la mezcla, la desmenuzaba y la calcinaba por segunda vez, con lo que se desprendía el ácido carbónico residual. Como se empleaban temperaturas bajas, la calidad del cemento no podía ser alta (Furlan, 1975; Ashurst, 1983). (Alvarez J. I., 2015)

En 1838, el hijo de Apsdin, William, fabricó cemento en Gateshead, para la construcción de un túnel bajo el Támesis con resultados más satisfactorios. Quizás fue que la calcinación se llevó a cabo a temperaturas más altas (Ashurst, 1983). A partir del trabajo de Johnson en Rochester, se obtuvo el cemento Johnson. El descubrimiento de Johnson consistió en que el clinker obtenido por fusión parcial de los elementos

constitutivos de la primera materia sobrecalentada, y que hasta entonces se había tirado siempre como desecho inutilizable, da resultados mucho mejores que el cemento habitual, a condición de ser finamente triturado. (Alvarez J. I., 2015)

En 1845 Issac Johnson mejoró el producto con la obtención del Clinker quemando una mezcla de caliza y arcilla llevando temperaturas al máximo para su obtención donde más adelante con el avance del tiempo Thjomas Alba Edison con la creación de los hornos rotatorios de calcinación, que junto con el molino tubular que daría una producción en gran cantidad del producto. (Alvarez J. I., 2015)

El cemento Pórtland que se produce desde el año 1850 hasta la actualidad se obtiene al calcinar una mezcla de calizas y arcillas, que se preparan de forma artificial a más de 1500 °C, dando lugar a lo que se conoce como Clinker. Este último es molido y generalmente se le agrega piedra de yeso natural que actúa como un regulador de fraguado. Por otro lado, Vicat, Le Chatelier y Michaelis produjeron un mortero más homogéneo impulsando el siglo XX a la era del portland en la construcción.

En el siglo XX la industria cementera permitiría evolucionar y desarrollar obras civiles y viales en la construcción mejorando la calidad y movilidad del ser humano. (Alvarez J. I., 2015)

En el Ecuador el cemento portland componente primordial de los morteros se introdujo al país en el año 1934 con la empresa multinacional Holcim, bajo el nombre de compañía “La Cemento Nacional C.A”, luego en 1974 se llamó “La Cemento Nacional Compañía de Economía Mixta” y finalmente en 2004, paso a denominarse “Holcim Ecuador S.A” En el 2015, Holcim obtuvo el 59% de la participación del mercado ecuatoriano en la comercialización de cemento, siendo la empresa número uno en este sector. (Cisneros Gómez, 2017)

2.1.1.3 El Caucho

Es un compuesto químico llamado polímero de textura viscosa y conocido con el nombre de látex, es una sabia vegetal de un árbol que solo existía en Suramérica y que cuyas semillas fueron llevadas a Europa desde Brasil por el Biólogo inglés Henry Wickham un aventurero extravagante, quien llevara 70 mil semillas a su país natal del árbol de caucho. Ya en 1826, Michael Faraday, luego de arduas investigaciones

comprobó que el caucho estaba formado por cadenas de hidrocarburo dejando así, abierta la posibilidad de generar caucho sintético. (ABC pedia, 2015)

Los nativos y las civilizaciones que habitaban Sur América, recolectaban y utilizaban el caucho en múltiples formas, incluso jugaban juegos de pelota donde esta estaba elaborada de caucho. Cuando los conquistadores españoles llegaron a Mesoamérica en el siglo XVI, se encontraron con una civilización muy avanzada que tenía muchas cosas por las cuales asombrarse, entre ellas, algo que jamás habían visto antes: balones de goma que rebotaban muy alto mismas que usaban en un juego ritual llamado Pock-a-tok. El material elástico con el que estaban hechos simplemente no existía en el Viejo Mundo, y por eso les costó hallar palabras para describirlo era para ellos simplemente increíble y diferente.

Los españoles al no encontrar explicación por lo alto del rebote de las pelotas llegaron a pensar que estaban encantadas por espíritus malignos, por otro lado, los Mayas elaboraban sandalias y zapatos de caucho para lo cual sumergían los pies en una mezcla de látex, otro uso era el acolchonado de mangos de diferentes instrumentos metálicos o de piedra, creando sus propias técnicas para elaborar pegamentos, prendas con resistencias al agua, de hecho en un estudio científico publicado en el año 2010, por el Massachusetts Institute of Technology (MIT) de los Estados Unidos se llega a la conclusión de que las culturas mesoamericanas fueron los primeros científicos que estudiaron, y crearon formas útiles de usar los polímeros, variando y probando los distintos materiales que mezclaban con el caucho, llegando a modificar sus características y propiedades según sus usos.

Es posible extraer la savia que produce el látex de variedades de árboles en el caso de los mesoamericanos la extraían del árbol de goma de Panamá (Castilla elástica) y luego la mezclaban con una enredadera llamada Gloria de la mañana que contiene un líquido que es un aminoácido de azufre que vulcaniza el caucho. Al mismo tiempo los indígenas de la cuenca del río Amazonas se protegían de la humedad sumergiendo sus rudimentarios calzados en savia de otro árbol, el *Hevea brasiliensis*, también realizaban el mismo proceso con rudimentarias bolsas y telas para guardar sus pertenencias protegiéndolos de esta manera de la lluvia. (Myster Planet, 2016)

El año 1700 A.C. es señalado por los estudios arqueológicos como la fecha de aparición de la cultura indígena mesoamericana Olmeca, descubridores del látex, la palabra Olmeca es un epónimo de origen Náhuatl cuyo significado es “habitante del país del hule”, en México se le llama Hule al caucho debido a que viene de la planta olin u ollin y que luego los españoles denominaron como hule, por otro lado el origen de la palabra caucho se cree que deriva de Cachutcho nombre que le daban los indígenas Mainas a la resina de este árbol a lo largo del Amazonas. (Cihul, 2018)

Los españoles con el paso del tiempo trataron reiteradamente de crear un material para hacer productos resistentes al agua, pero sus intentos no tenían éxito alguno. En 1731 Francia delegó al Geógrafo matemático Charles Marie de la Condamine en una expedición y como parte de la Misión Geodésica hasta América del Sur para determinar con precisión el centro de la Tierra y pudiendo establecer el sistema métrico decimal, Marie durante su estadía en América observó el uso que los nativos le daban al caucho para luego después de 5 años en 1736 envió a Francia rollos de caucho crudo con su respectiva explicación del material y un listado de los productos elaborados con el mismo por los nativos. (Relieve contemporáneo, 2017)

Luego en 1770, Joseph Priestley químico de profesión descubrió que se puede borrar con goma frotándola sobre las marcas de lápiz, encontrando de esta manera que la fuerza de adhesión del caucho es mayor que la del papel razón por la cual el grafito del lápiz se pasa a la goma y deja su anterior localización, finalmente se debe mencionar que la goma se pudría en determinado tiempo lo cual lo solucionó después con el proceso de vulcanización. (El siglo de Torreón, 2015)

En 1791 comenzó la primera aplicación comercial de caucho cuando un fabricante inglés, Samuel Repica, patentó un método de tela "waterproofing" (a prueba de agua) para tratarlo con una solución de caucho en trementina luego el inventor británico y químico Charles Macintosh, en 1823, estableció una planta en Glasgow para la fábrica de tela impermeable y vestidos "rainproof" (a prueba de lluvia) que le han dado ese prestigioso nombre de marca. (Hernández Serrano, Temis Esparza, & Castañeda Peña, 2017)

En 1839 por Charles Goodyear descubre el proceso de vulcanización cuando por accidente mezcló azufre y caucho sobre una estufa prendida, el caucho natural se lo

puede vulcanizar mejorando sus características, la vulcanización consiste en calentar el caucho para luego agregarle azufre y selenio con lo que se logra el enlazamiento de las cadenas elastoméricas, aumentando la elasticidad, resistencia, durabilidad y utilidad del caucho. (KYENYKE, 2017)

En 1846 Alexander Parkes patenta el proceso de curado en frío de hule vulcanizado, en la cual se sumerge el caucho en una solución de monocloruro de azufre (Cl_2S_2), luego en 1856 Parkes patentó la parkesina, que es el primer termoplástico basado en la química de la celulosa, Después de probar propiedades interesantes de hule natural, Parkes comenzó a idear como desarrollar una fórmula totalmente sintética para un material de construcción que podría ser moldeado fácilmente en caliente.

En 1841 recibió la primera patente para un método de impermeabilización de telas mediante capas delgadas de hule. Durante los siguientes 10 años siguió trabajando con hule, logrando varias patentes más, no sólo por la combinación de galvanoplastia y ahulado, sino también por trabajar en el reciclado del hule. En 1885, Parkes creó el primer plástico hecho por el hombre mediante la disolución de nitrato de celulosa en alcohol y alcanfor con éter. La sustancia resultante era transparente y de fácil moldeo en caliente, pero conservaba su dureza en frío y la llamó parkesina. (Todo en polimeros, 2017)

En el año de 1909 Fritz Hofman cuando trabajaba en los laboratorios de la compañía alemana Bayer en la ciudad de Elberfeld, polimerizó el un nuevo material llamado metil isopreno, el primer caucho sintético para luego poder patentarlo, este fue un avance significativo para la industria pues de aquí en adelante el caucho sintético se transformaría en uno de los materiales más cotizados del mercado. (Goma Sintética, 2019)

Luego en 1940 el científico americano Waldo Semon encontró una forma económica de caucho sintético conocida como ameripol lo cual creando una industria que colaboro en gran medida con los Estados Unidos en la segunda Guerra mundial, debido que para entonces potencias enemigas tenían el control total del mercado del caucho natural, de esta forma se aseguró el abastecimiento de este material a los países aliados. (Goma Sintética, 2019)

En el año 1945 comenzó progresivamente la sustitución del caucho natural por el sintético, tomando en referencia que en los Estados Unidos en 1941 el caucho sintético en cuanto a su producción paso de 60 mil toneladas a 1 millón de toneladas en 1945, en la actualidad más de la mitad del caucho usado es sintético, pero también se utiliza varios millones de toneladas caucho natural anualmente, sobre todo en las estaciones bajas de petróleo. (Exordio, 2019)

En la actualidad se elaboran y manufacturan cientos de productos de caucho con muy variadas aplicaciones, pero es en la industria de la fabricación de neumáticos el sector donde su demanda es abundante e imprescindible como materia prima, por sus diversas características como elasticidad, resistencia, impermeabilidad, aislante de temperatura, electricidad, etc.

Por lo expuesto el caucho se ha convertido en uno de los materiales más adaptables y fáciles de usar en múltiples áreas de la industria de variadas índoles y aplicaciones, como por ejemplo en lo experimental uniéndose a técnicas en el sector del reciclaje, siendo este un elemento importante en la creación de nuevos materiales.

2.1.1.4 Historia del Neumático

El año 1888, Jhon Boyd Dunlop montó unos tubos de caucho inflados sobre las ruedas de madera de un triciclo y luego los cubrió con una lona creando de esta manera los neumáticos con cámara de aire, esto se convirtió en un éxito comercial rotundo, pasando de una rueda maciza de goma a una altanamente suave, obteniendo de esta manera un avance muy importante en la tecnología de este artículo. (Aranguren, 2017)

A continuación C.K. Welch en el año de 1884, inventó el neumático con talón que consistía en agregar alambres de acero trenzado para fijar el neumático a la llanta obteniendo una cinta, esto fue un gran progreso al dar solución a este problema, que ya tenía mucho tiempo y en el cual se había utilizado diferentes técnicas sin llegar al éxito. (SlidePlayer, 2019)

Después en 1891 los hermanos Edouard y Andrés Michelin industriales franceses que patentaron y perfeccionaron los neumáticos desmontables sobre la base de una bicicleta, cambiando para siempre la Industria de la manufacturación de los neumáticos, esto hizo

que tres años después Michelin replique este proceso en el sector de los neumáticos para autos. (Linares, 2019)

La segunda década del siglo XX fue de vital importancia en la historia del neumático, ya que se desarrolla la estructura de capas radiales que sustituía a la estructura de capas diagonales. Es decir, los materiales se colocan en capas, unas sobre otras en línea recta, lo que permite mayor estabilidad y resistencia a la cubierta. Hoy en día forma parte del método de producción habitual pero lo curioso es que, a pesar de que este método se inventó en 1916, no se puso en marcha hasta los años 50. (SlidePlayer, 2019)

Independientemente de quién, cómo y de qué manera empezó la historia del neumático a finales del siglo XIX y principios del siglo XX, lo cierto es que sin él no sólo no se podría entender el automóvil sino la movilidad en sí misma. El neumático hizo que los viajes dejaran de ser tortuosos para convertirse en placenteros y contribuyó al desarrollo de muchos negocios dependientes de la movilidad. (SlidePlayer, 2019)

2.1.2 Localización

En la ciudad de Guayaquil se encuentra con una población aproximada de 2'350.915 habitantes, de los cuales 2'278.691 habitantes son urbanos y 72.624 habitantes son rurales, mencionados por la Secretaria Nacional De Planificación y Desarrollo, en la cual destacando la parroquia Rocafuerte como sector a explorar principalmente en la implementación del proyecto investigación se menciona que en dicha parroquia Rocafuerte se cuenta con una población aproximada de 6.100 habitantes referenciados por el centro de estudio e investigaciones estadísticas ICM-Espol.

La parroquia Rocafuerte se encuentran limitada por la Catedral de la ciudad, las iglesias de San Francisco y el Sagrario, los parques Centenario, Seminario, Sucre, La Victoria, la parte sur del Hemiciclo de La Rotonda, la Municipalidad, la Gobernación del Guayas, la Torre del Reloj en el Malecón Simón Bolívar y la Oficina de Correos del Ecuador. En esta parroquia se concentra la actividad administrativa y financiera de la ciudad.



Figura 4: Perímetro parroquia Rocafuerte
Fuente: Google Maps (2019)

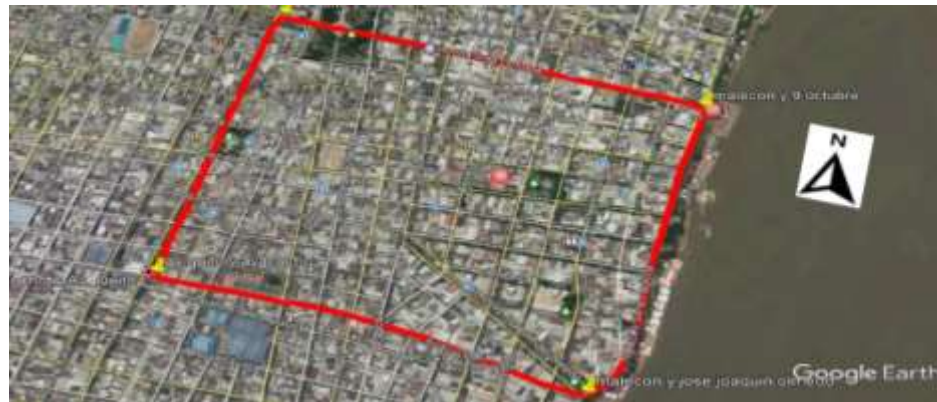


Figura 5: Coordenadas (perímetro de la parroquia Rocafuerte)
Fuente: Google Earth Pro (2019)

Tabla 3 Descripción de coordenadas perimetrales a la parroquia Rocafuerte.

Direcciones	Coordenada(la titud)	Coordenada(lo ngitud)
Av. Quito y Ayacucho	2°11'50.62"S	79°53'29.24"W
Av. Quito y Av.9 de octubre	2°11'22.20"S	79°53'20.36"W
Malecón y Av.9 de octubre	2°11'33.12"S	79°52'47.21"W
Malecón y Av. José Joaquín de Olmedo	2°12'2.76"S	79°52'56.82"W

Fuente: Google Earth (2019)

2.1.3 Referencias de tesis internacionales y nacionales

Zulay Beatriz Robinson Veliz (Ecuador, 2018 en su tesis titulada “Paneles texturizados en base al caucho reciclado para paredes interiores de edificaciones”), expone que la elaboración de paneles texturizados el caucho reciclado de los neumáticos en desuso, llamado también arena plástica o polvo de neumáticos se convierte en el principal componente que otorgará la característica acústica necesaria para agudizar los ruidos del exterior a cualquier ambiente. (Robinson Veliz, 2018)

Jesy Yolanda Méndez Vulgarín (Ecuador, 2019 en su tesis titulada “Elaboración de moldes de tejas, para techos con caucho reciclado para viviendas de interés social”) indica que la intención de su proyecto es innovar y alentar a la construcción de viviendas para personas de bajos recursos y luego persuadir a todo un país de que se olviden de los métodos tradicionales y sustituyan sus techos por una teja de caucho reciclado, con la única intención de mostrar un material con características tan espectaculares, inculcando más valores y respetando al medio ambiente. (Méndez Vulgarin, 2019)

Ing. Robert Steven Muñoz Andrade (Ecuador, 2016 en su tesis titulada “Análisis y propuesta del proceso de la cadena logística inversa de neumáticos fuera de uso, para la gestión integral de residuos en la estación de transferencia norte del DMQ”), expresa en base a su investigación la recomendación de crear convenios interinstitucionales de cooperación con gobiernos autónomos descentralizados, con el objetivo de aprovechar los (NFU) generados en las zonas bajo su jurisdicción e incrementar el flujo de materia prima para el proceso productivo. (Muñoz Andrade, 2016)

Eraso Valencia Herwin Felipe (Colombia, 2016 en su tesis titulada “Estudio del comportamiento mecánico del concreto, sustituyendo parcialmente el agregado fino por caucho molido recubierto con polvo calcáreo”), opina que en futuros estudios relacionados con este tema se debe ajustar las cantidades de agua en los materiales utilizados especialmente cuando el caucho es tratado con otras adicciones y que con esto se lograría una mayor calidad en la pasta y mejor control en la fluidez de esta. (Valencia, Eraso, & Ramos, 2015)

Juan Carlos Estrada Rivera (España, 2016 en su tesis titulada “Estudio de propiedades físico mecánicas y de durabilidad del hormigón con caucho”) manifiesta

que la sustitución de partículas de caucho provenientes de neumáticos fuera de uso (NFU) por el 5%, 10% y 15% del volumen del agregado fino (arena) en el hormigón, provocan una disminución en sus propiedades mecánicas y físicas, por lo tanto, se concluye que la utilización de polvo de neumático fuera de uso (NFU) en el hormigón debe limitarse a funciones no estructurales como: (barreras de sonido, anti choque, andenes y demás obras menores.) (Estrada Rivera, academia.edu, 2016)

Bach.Guzman Rojas Yheyson Jhon; Bach.Guzman Rojas Esthefany Lisset (Perú, 2015 en su tesis titulada “Sustitución de los áridos por fibras de caucho de neumáticos reciclados en la elaboración de concreto estructural en Chimbote- 2015” agrega que la trabajabilidad y consistencia del concreto fue poco afectado por la adición del caucho reciclado a un 5%, pero para valores superiores al 15% de inclusión de caucho en la mezcla, sí se produjo una variación considerable en el valor del asentamiento. (Guzman Rojas & Guzman Rojas, 2015)

La densidad seca del concreto con FCR-F y FCR-G disminuye, ya que el caucho tiene una densidad mucho menor que la densidad de los áridos y, en el caso de la absorción y porosidad, aumenta progresivamente conforme se le aumente la sustitución del caucho por los áridos, entonces se deduce que, mientras más caucho reciclado se le añade a la mezcla de concreto, este tiene la propiedad de crear espacios intersticiales, por lo que aumenta la capacidad de retención de agua, además que permiten atrapar el agua y evitar la pérdida de la misma en el proceso de curado. (Guzman Rojas & Guzman Rojas, 2015)

2.1.4 Referencias de modelos análogos

Los siguientes modelos análogos tanto nacionales e internacionales que se presentan a continuación, están dirigidos al tema de investigación planteado ya que son de gran ayuda al contener el caucho como material en su composición, sin embargo, en el medio no existe información sobre materiales exactamente iguales o parecidos al mortero tradicional con caucho reciclado para recubrimiento de mampostería debido a que es un tema totalmente nuevo planteado en esta área de investigación.

Todos los ejemplos de modelos análogos nacionales e internacionales que se han usado en esta investigación contienen información útil para el desarrollo de la misma.

2.1.4.1 Modelos nacionales

2.1.4.1.1 Modelo 1:

“Paneles texturizados en base al caucho reciclado para paredes interiores de edificaciones”.



Figura 6: Panel elaborado con textura
Fuente: Robinson (2018)

El panel se elaboró con gránulos de goma de 2.5 milímetros vulcanizados con alta densidad formando así un producto de alta calidad, con una densidad 700 Kg/m, resistente de goma vulcanizada a las altas y bajas temperaturas (- 60°C +200°C). Esta combinación especial permite que este producto tenga una resistencia mecánica, termal y química extraordinaria a la humedad y a los aceites; conjuntamente no forma ni crea el polvo, en este modelo se puede apreciar un producto al cual se le puede dar formas muy versátiles, útiles y que a la vez es atractivo para el mercado de la construcción, sin dejar de lado los beneficios ambientales.

2.1.4.1.2 Modelo 2:

“Mortero impermeable a base de plástico reciclado PET para revestimientos de edificaciones de la ciudad de Zamora”



Figura 7: Mortero impermeable a base de plástico reciclado (PET).
Fuente: Zaruma (2018)

Este material fue elaborado con arena de Río, por otra parte, el PET es producido en el molino artesanal por la empresa Ferro Comercial Vera e Hijos de la ciudad de Yantzaza, emplazada a 32 Km de la ciudad de Zamora, debido a la baja densidad del PET el mortero es más liviano, en cuanto a la resistencia a la compresión esta disminuye al tener mayor cantidad de PET; por otro lado en lo referente a la resistencia a la tracción los datos no son nada alentadores, ya que, todos los morteros probados bajan considerablemente.

2.1.4.1.3 Modelo 3:

“Elaboración de moldes de tejas, para techos con caucho reciclado para viviendas de interés social”



Figura 8: Molde plástico.

Fuente: Méndez (2019)

La teja a base de caucho reciclado propone una amplia innovación en el diseño y en la producción de los diferentes elementos que se utilizaran para la elaboración de los moldes para las tejas, aporta al mundo de la construcción un proceso de reciclaje y es una opción viable desde el punto de vista económico, técnico y ecológico aplicando doble beneficio ambiental porque reciclamos un material para su uso y evitamos la fabricación de una nueva teja con productos que no ayudan en su totalidad con los beneficios que tiene un material reciclable, como el caucho.

2.1.4.2 Modelos internacionales

2.1.4.2.1 Modelo 1:

Tabla 4 Estudio de propiedades físico mecánica y de durabilidad del hormigón con caucho.

Tipo de hormigón	Cemento Kg/m ³	Filler Kg/m ³	Áridos convencionales		Tipo de caucho		Agua kg/m ³	Aditivo
			Arena Kg/m ³	Gravilla Kg/m ³	Fino	Grueso		
HP	330	70	802	1132	-	-	132	4
NFU 5% FINO	330	70	761,9	1132	17,9	-	132	4
NFU 10 % FINO	330	70	721,8	1132	35,9	-	132	4
NFU 15 % FINO	330	70	681,7	1132	53,8	-	132	4
NFU 5% GRUESO	330	70	761,9	1132	-	17,9	132	4
NFU 10% GRUESO	330	70	721,8	1132	-	35,9	132	4
NFU 15% GRUESO	330	70	681,7	1132	-	53,8	132	4

Fuente: Estrada (2016)

En Barcelona -España en el mes de enero del 2016, el autor Juan Carlos Estrada Rivera realizo una investigación nombrada “Estudio de propiedades físico mecánica y de durabilidad del hormigón con caucho” la cual misma seria aplicada a la construcción en general con la utilización del caucho como agregado del hormigón estudiando las propiedades físicas, mecánicas y durabilidad del hormigón con caucho. Para ello se sustituyó el 5%, 10% y 15% del volumen del agregado fino (arena) con el mismo porcentaje de polvo de neumáticos fuera de uso (PNFU) fino (0-0.6mm) y grueso (0.5-2.5mm). Planteándose estas dosificaciones propuestas referentes a su proyecto. (Estrada, 2016)

2.1.4.2.2 Modelo 2:

“Elaboración de baldosas con caucho reciclado”



Figura 9: Elaboración de baldosa con caucho reciclado
Fuente: ComunicarSe (2015)

Bridgestone y estudiantes de la Escuela de Educación Técnica N°4 de Lavallol en Buenos Aires - Argentina realizaron un proyecto para convertir el scrap del proceso productivo de neumáticos en baldosas, mismas que conforman un elemento liviano y antideslizantes, gracias a la incrustación de pequeños trozos de caucho en su cara visible. Las mismas, por decisión del instituto, se utilizarán para beneficiar a los vecinos linderos a las plantas de Bridgestone y Loma Negra que tengan veredas en mal estado. (ComunicarSe, 2015)

2.1.4.2.3 Modelo 3:

“Elaboración de tejas con caucho reciclado”



Figura 10: Colocación de tejas obtenidas por el caucho
Fuente: Construir tv (2017)



Figura 11: Detalle de unión de tejas con caucho reciclado
Fuente: Construir tv (2017)

Investigadores del Centro Experimental de la Vivienda Económica (CEVE-CONICET) Córdoba – Argentina desarrollan un proyecto que está en fase de experimentación para su posterior comercialización, donde una teja obtenida a partir de un procedimiento que consiste en el triturado de los materiales provenientes de desechos industriales plásticos y de neumáticos fuera de uso, la extrusión de los mismos, y el moldeado en una prensa, llegando esta teja a ser más resistente a la flexión y además es más liviana. Cabe mencionar que el CEVE-CONICET-AVE ha construido un prototipo de vivienda con estas tejas, que ha permitido iniciar el trámite para lograr el certificado de aptitud técnica en la Subsecretaría de Vivienda y Desarrollo Urbano de la Nación. (Construir tv, 2017).

2.1.4.2.4 Modelo 4:

“Piso anti golpes Play time realizado con caucho reciclado”



Figura 12: Piso anti golpes Playtime en el colegio Misericordia de Flores
Fuente: Escobar. (2017)

En Buenos aires – Argentina los pisos anti golpes Playtime desarrollados por MAT-Pro en el colegio Misericordia de Flores, estos pisos son fabricados reutilizando los residuos de llantas como materia prima para la elaboración de pisos decorativos otorgando diferentes características como durabilidad, absorción de sonido, aislante eléctrico, antideslizante, bajo mantenimiento, confortable. (Escobar Pelaez, 2017)

2.2 Marco Conceptual

2.2.1 Mortero

2.2.1.1 Definición

Dentro del ámbito de la construcción se llama mortero a la mezcla entre diferentes componentes como: agua, arena y algún otro conglomerante como cemento, yeso, cal, etc. Generando una pasta capaz de unir piedras o ladrillos, revestir paredes o rellenar espacios. (Pérez Porto J. , 2019)

Debido a que las normas presentes por el instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización NTE INEN 2518 (2010) que tienen de referencia a las normas internacionales ASTM C 270 indicando el cumplimiento técnico que se debe llevar en torno al mortero para mampostería, sin embargo la Norma Ecuatoriana de construcción

NEC-SE-MP (2015) misma que define al mortero como “Mezcla de conglomerantes inorgánicos, áridos y agua y en algunos casos adiciones y aditivos”. (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015)

2.2.1.2 Componentes del mortero

Son algunos los componentes que hacen posible la preparación de un mortero donde cada material es un determinante para la caracterización de la pasta resultante cabe recalcar que a esto también se les pueden adicionar otros componentes a diferencias de los naturalmente usados mejorando algunas de sus propiedades. (Cabrera Rodriguez, 2017)

Conglomerantes : Entre los componentes del mortero tenemos los conglomerados que junto a los áridos se transforma en uno de los componentes más importantes, debido a que es capaz de unir uno o varios elementos mediante una transformación química con la adición de agua forman una pasta denominada mortero originando compuestos sólidos, entre estos conglomerantes podemos mencionar el yeso obtenido mediante la deshidratación de un mineral llamado yeso o aljez, también tenemos la cal extraída de la calcinación de las rocas calizas y por último el cemento obtenido de la calcinación de mezclar calizas y arcillas. (Jové Sandoval, 2018)

Conglomerados: Son los materiales que se adhieren al conglomerante explicado anteriormente y que debido al proceso de fraguado estos pasan a adquirir características diferentes como resistencia y rigidez entre estos podemos mencionar los conglomerados, los áridos finos (arenas) o gruesos (piedras), y el agua dicho elemento es vital para que el conglomerante se ligue con los áridos mediante su composición química. (Jové Sandoval, 2018)

Según la Norma Ecuatoriana de construcción NEC-SE-MP (2015) hace referencia a algunos componentes del mortero con su respectiva función en primer lugar tenemos: el literal 3.2.2. Uso de la cal indicando lo siguiente “La cal utilizada en la preparación del mortero de pega, será cal hidratada y se verificará que ésta no sea perjudicial a ninguna de las propiedades del mortero” y el literal 3.3.3. Agregados menciona que: “Los agregados para el mortero de pega, deben cumplir con la norma NTE INEN 2536

(ASTM C144) y estar libres de materiales contaminantes que puedan deteriorar las propiedades del mortero”. (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015)

Por otro lado, la norma (NTE INEN 2536 (2010) menciona que los áridos como la arena para mampostería pueden ser adquiridas mediante forma natural extraídas de ríos y por procesos de trituración mecánica de rocas. Esta norma también indica los reglamentos técnicos requeridos para la elaboración de un mortero de pega indicados en la siguiente tabla, donde no debe haber entre 2 tamices consecutivos una retención del 50% y ni más del 25% de retención entre el tamiz 300 y 150 respectivamente.

Caso contrario si un árido no cumple con los límites de graduación se podrán usar siempre y cuando el mortero sea preparado y cumpla con la relación de áridos y requisitos de resistencia a la compresión especificados por propiedades de la (NTE INEN 2518). (Saldarriaga Velasco E. D., 2016)

Tabla 5 Límites granulométricos del árido para uso en mampostería.

TAMIZ	PORCENTAJE PASANTE	
	ARENA NATURAL	ARENA ELABORADA
4,75 mm (No.4)	100	100
2,36 mm (No.8)	95 a 100	95 a 100
1,18 mm(No.16)	70 a 100	70 a 100
600 µm (No. 30)	40 a 75	40 a 75
300 µm(No. 50)	10 a 35	20 a 40
150 µm (No. 100)	2 a 15	10 a 25
75 µm (No. 200)	0 a 5	0 a 10

Fuente: NTE INEN 2536 (2010)

El literal 3.2.4. Agua define que: “El agua utilizada para el mortero de pega debe estar libre de elementos perjudiciales tales como aceites, ácidos, alcoholes, sales, materias orgánicas u otras substancias que puedan ser dañinas para el mortero o el refuerzo embebido”. (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015)

2.2.1.3 Aplicaciones del mortero:

Mortero de cemento o albañilería: Este mortero está compuesto de cemento, arena (áridos finos) y agua que con este último elemento reacciona químicamente transformándose en un material maleable y plástico usado para pegar materiales de construcción como ladrillos, piedras, azulejos, etc. (Jové Sandoval, 2018)

Morteros de acabado: El mortero de acabados permite desarrollar grandes trabajos especialmente desde el punto de vista estético de la construcción sin embargo el desarrollo e implementación del mortero para acabados ornamentales deberá contar con una gran resistencia a la movilidad y factores ambientales; Debido a este uso del mortero estético se ha logrado adaptar y crear nuevas formas en lo largo del tiempo que se creían imposible hacerlas. (Arquitectura pura, 2018)

2.2.1.4 Propiedades del mortero

Dentro de las propiedades del mortero se pueden encontrar dos estados: 1) el estado plástico en donde se encuentran la trabajabilidad de la mezcla, la retención del agua y la velocidad de endurecimiento. 2) el estado endurecido donde se puede encontrar la resistencia a la compresión, la adherencia, la durabilidad, la retracción elasticidad y la apariencia. (Saldarriaga Velasco E. D., 2016)

2.2.1.4.1 Propiedades del mortero en estado plástico

Manejabilidad: Es la fluidez del mortero caracterizada por la facilidad que brinda al momento del amasado e implementación de la misma esto está directamente relacionado con la consistencia de la mezcla ya sea dura o blanda.

Retención de agua: Cuando el mortero entra en contacto con una superficie la retención de agua de la mezcla es un factor importante porque de esto dependerá la velocidad de endurecimiento y resistencia a la compresión final.

Velocidad de endurecimiento: Es el fraguado en sus etapas inicial y final que, dependiendo de una serie de factores como la temperatura, relación agua- cemento generan calor que dan origen al endurecimiento de la argamasa. (Rey C., 2019)

2.2.1.4.2 Propiedades del mortero en estado endurecido

Retracción: Se denomina al fenómeno causado por las reacciones químicas de hidratación de la pasta donde la arena evita los cambios de volumen siendo recomendable usar cementos de baja retracción al secado y arenas con pocos finos.

Adherencia: Es la capacidad del mortero en absorber tensiones que junto a la estructura se determinará si podrá resistir cargas transversales, excéntricas y pandeo para esto la superficie deberá ser rugosa. (Rey, 2019)

La norma técnica ecuatoriana INEN 2538 indica que la adherencia es la más variable e impredecible. La adherencia presenta 3 aspectos que son la resistencia, extensión y durabilidad. Las variables que afectan la adherencia son: el contenido de aire, cohesión del mortero, tiempo entre aplicación del mortero y la colocación a la unidad de mampostería, absorción de la unidad de mampostería, capacidad de retención de agua del mortero, presión aplicada a la junta de mampostería durante la colocación, rugosidad de las superficies y condiciones de curado.

Resistencia: Dentro de la resistencia del mortero se manejan dos leyes como que a mayor porcentaje de cemento en el volumen va a ser más resistente, por otro lado, con el mismo porcentaje de cemento en el volumen va a ser más resistente aquel que tenga la mayor densidad. El efecto del agua en la resistencia del mortero dependerá de la densidad del mortero resultante es decir morteros secos son más resistentes que los húmedos.

Durabilidad: “Es la resistencia del mortero a los agentes externos, como lo son la temperatura, el agua, abrasión, retracción, eflorescencias, agentes corrosivos, choques térmicos, sin deterioro de las condiciones físico-químicas.” (Rey, 2019)

2.2.1.5 Tipos de morteros

2.2.1.5.1 Tipos de morteros según su forma de endurecer

“**Morteros aéreos:** son aquellos en que el aglutinante es la cal aérea. (Recordemos que la cal aérea es la que necesita la presencia de aire para fraguar y endurecer).”

“**Morteros Hidráulicos:** El aglutinante es la cal hidráulica. (Cal hidráulicas aquella que puede fraguar y endurecer con o sin presencia de aire, incluso bajo el agua).” (Academia, 2019)

2.2.1.5.2 Tipos de morteros según sus materiales:

Morteros calcáreos: En los morteros calcáreos interviene la cal como aglomerante distinguiéndose por el origen de la misma aéreo e hidráulico. Mortero de lima: En este mortero se distinguen dos tipos de condicionantes por un lado está el uso del mortero con la cal gruesa en proporciones 1:3 que requiere de 2 a 3 veces de arena y es usado para trabajos en seco, mientras que el mortero con la cal hidráulica en proporciones 1: 2 se obtienen buenos resultados bajo condiciones de humedad.

Tabla 6 Morteros de cal y arena

PROPORCIÓN EN VOLUMEN		EMPLEO PREFERENTE
PASTA DE CAL	ARENA	
1	1	Enlucidos
1	2	Revocados
1	3	Muros de ladrillo
1	4	Muros de mampostería

Fuente: Pico (2020)

Mortero de cal y cemento: Este mortero es usado ya que por medio de la implementación de la cal y la arena ofrece una gran trabajabilidad, una buena retención de agua y alta resistencia a diferencia de los morteros solamente de cal, cabe mencionar las siguientes consideraciones como: a mayor cantidad de cemento mayor será su resistencia, a mayor cantidad de cal menor resistencia, mayor retracción y mayor cantidad de agua en el conglomerado, a mayor cantidad de arena menor será la resistencia y menor retracción. (Pinos Coronel, 2015)

Tabla 7 Tipos de mortero de cemento y cal

PROPORCIÓN EN VOLUMEN			EMPLEO PREFERENTE
CEMENTO	PASTA DE CAL	AGUA	
1	1	6	Muros cargados, impermeables.
1	1	8	muros poco cargados
1	1	10	cimientos
4	1	12	Revoquetes impermeables

Fuente: Vaca (2019)

Morteros de cemento: En este mortero actúan los componentes como el cemento siendo este mismo material de unión y la arena que es empleada como agregado, las propiedades de este mortero se van a definir por la proporción usada dependiendo la función a la que se le quiera dar como la durabilidad, resistencia y condiciones de trabajos específicas. La función de trabajabilidad variará a la proporción de cemento y agua; mientras menos cemento menos trabajable será. La proporción de cemento a arena puede variar de 1: 2 a 1: 6 según la necesidad. (Arquitectura pura, 2018)

Tabla 8 Morteros de cemento y arena

TIPO DE MORTERO	PROPORCIÓN EN VOLUMEN		Kg. CEMENTO POR m3 MORTERO	EMPLEO DE PREFERENTE	RESISTENCIA Kg/cm2
	CEMENTO	ARENA			
RICOS	1	1	800	Bruñidos y revoquetes impermeables.	160
	1	2	600	Enlucidos revoquete de zócalo, corrido de cornisas.	
	1	3	450	Bóvedas tabicadas, muros muy cargados, enlucidos de pavimento, enfoscado.	
ORDINARIOS	1	4	380	Bóvedas de escalera, tabiques de rasilla.	130
	1	5	300	Muros cargados, fábrica de ladrillos, enfoscados.	98
POBRES	1	6	250	Fábricas cargadas.	75
	1	8	200	Muros sin carga.	50
	1	10	170	Rellenos para solado.	30

Fuente: Pico (2020)

Mortero de yeso: Este mortero solo requiere la implementación de agua generando un yeso hidratado, la cantidad de agua va depender de la clase de trabajo que sea necesario pues el mismo comienza a fraguar en muy poco tiempo. (Pinos Coronel, 2015)

El mortero de yeso al fraguar aumenta su volumen en 1% mismo que con la aplicación de agua de cal en su amasado puede reducirse, para paredes se usa 1:3:1 (yeso: cal: arena) y para techos se usa 2:3:1 (yeso: cal: arena). (Rey C., 2019)

Mortero de surkhi: Es un mortero que usa como aglutinante la cal y el surki proveniente de arcilla quemada finamente pulverizada proporcionándole este proceso una resistencia mucho mayor a la arena tradicional. (Arquitectura pura, 2018)

Mortero de barro: Estos morteros se caracterizan por tener como material aglutinante el lodo que agregando otros materiales como la cascara de arroz, la paja, algún material fibroso u orgánico o el estiércol de vaca siendo este último usado para repeler insectos, resulta la creación de una masa denominada mortero de barro (Arquitectura pura, 2018)

En Ecuador estos morteros de barro son denominados adobe mismo que para producirlo deberá contener 15% de arcilla, 10-30% limo y 55 a 75% de arena fina. Otra forma también es con el 15-25% de arcilla y la arena restante y las partículas más gruesas. (Torres Barrera, 2015)

2.2.1.5.3 Tipos de morteros según su utilización

En la norma internacional ASTM C270 menciona y clasifica los morteros por su resistencia a los 28 días de alcanzar su máximo desarrollo. Los morteros se denominan con letras M, S, N, O; indicándonos sus respectivas cantidades en torno a su capacidad de resistencia y sus óptimos usos y aplicaciones. (Navas Carro & Arias Barrantes, 2015)

Morteros tipo M: Este mortero es aplicado en lugares donde se ejerzan cargas de importancia de bajo grado con una resistencia de 17.2 MPa (2500 psi; 175Kg/cm²) como por ejemplo para trabajos de albañilería exterior o muros de contención. (Arquitectura pura, 2018)

Mortero tipo S: Tiene una resistencia de 12.4 MPa (1800psi; 126Kg/cm²), este mortero es aplicado en grados con carga normal o moderada como pavimentos o muros de contención pocos profundos. (Arquitectura pura, 2018)

Mortero tipo N: Este mortero con su resistencia de 5.2 MPa (750 psi; 53Kg/cm²) es el más común debido a que el uso de este en muros de carga reforzados exteriores e interiores se imponen cargas normales. (Arquitectura pura, 2018)

Morteros tipo O: Debido a su baja resistencia de 2.5 Mpa (350 psi; 25Kg/cm²) es usado normalmente en paredes interiores sin carga con un uso muy limitado. (Arquitectura pura, 2018)

Tabla 9 Especificación por propiedades requisitos

Mortero	Tipo	Resistencia promedio a la compresión a 28 días min (Mpa)	Resistencia de agua, % Max	Contenido de aire % Max ^B	Relación de áridos (medidos en condición húmeda, suelta)
Cemento y cal	M	17.2	75	12	No menos que 2 ^{1/4} y no más que 3 ^{1/2} veces de volúmenes separados de materiales cementantes
	S	12.4	75	12	
	N	5.2	75	14 ^c	
	O	2.4	75	14 ^c	
Cemento para mortero	M	17.2	75	12	
	S	12.4	75	12	
	N	5.2	75	14 ^c	
	O	2.4	75	14 ^c	
Cemento para mampostería	M	17.2	75	18	
	S	12.4	75	18	
	N	5.2	75	20 ^D	
	O	2.4	75	20 ^D	

Fuente: NTE INEN 2518 (2010)

2.2.1.5.4 Morteros de relleno

Estos morteros permiten aumentar la sección neta resistente del muro y permitiendo servir de unión entre la mampostería y refuerzo utilizado; según el agregado usado en la mezcla se mencionará como mortero de relleno fino o mortero de relleno grueso. (Rey C., 2019)

Tabla 10 Mortero de relleno

Tipo de relleno	Cemento portland	cal	Agregado fino	Agregado grueso
Relleno fino	1	0 a 0.1	2.25 a 3.0	--
Relleno grueso	1	0 a 0.1	2.25 a 3.0	1 a 2

Fuente: Rey C & German A. (2019)

2.2.2 Caucho

2.2.2.1 Definición

El caucho se puede definir como una sustancia que posee características tales como elasticidad, impermeabilidad y resistencia a la electricidad, la cual se obtiene a partir del jugo lechoso de ciertas plantas tropicales, también se puede obtener a partir del látex del árbol llamado Castilla elástica el cual es nativo de centro América y sur de México, de un arbusto leñoso que se puede encontrar en el suroeste de Estados Unidos y el norte de México y que recibe el nombre de *Kalule patenium argentatum* y de la *Gutta-percha palaquium gutta* que es un árbol del archipiélago malayo, entre otros árboles. (El caucho en la química, 2016)

2.2.2.2 Caucho natural

2.2.2.2.1 Definición

El caucho es el producto que se obtiene de las emulsiones lechosas de algunas plantas como la *Hevea brasiliensis* o árbol del caucho. El látex es el producto que se obtiene al inicio de la planta y que luego se somete a un proceso químico y que da como resultado el caucho. (Definición ABC, 2019)

El látex que es una suspensión que contiene partículas pequeñas de caucho, que se diluye y coagula formando el ácido fórmico, el cual se deshidrata y lamina. (Universitat politècnica de València, 2017)

2.2.2.2.2 Composición química del Caucho natural

El componente estructural de la goma natural es el *cis*-1,4 poliisopropeno. Las cadenas de polímero son largas, enredadas y en espiral y a temperatura ambiente están en estado de agitación térmica, quedando la disposición como se refleja en la siguiente imagen. (Universitat politècnica de València, 2017)

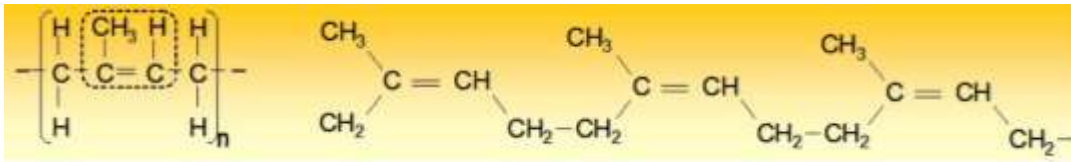


Figura 13: Composición química del caucho.
Fuente: Bekkedahl (1946)

2.2.2.3 Caucho sintético:

2.2.2.3.1 Definición:

Se puede producir el caucho de manera artificial o sintética, mediante elastómeros que se obtienen del procesamiento de hidrocarburos y que dan como resultados materiales que pueden soportar deformaciones elásticas y luego regresar a su forma original. (Definición ABC, 2019)

2.2.2.3.2 Composición química del Caucho sintético:

Se obtiene a través del butadieno y el isopreno por polimerización. Butadieno, deshidrogenación del butano. Los cauchos sintéticos proporcionan el 70% de todo el caucho existente en el mundo. Los más extendidos son el estireno-butadieno, cauchos de nitrilo y policloroprenos. (Universitat politècnica de València, 2017)

Uno de los primeros cauchos sintéticos logrados gracias a la investigación de Carothers fue el neopreno, el polímero del monómero cloropreno, de fórmula química $\text{CH}_2\text{-C}(\text{Cl})\text{-CH=CH}_2$. Las materias primas del cloropreno son el etino y el ácido clorhídrico. El neopreno fue desarrollado en 1931 y es resistente al calor y a productos químicos como aceites y petróleo. Se emplea en tuberías de conducción de petróleo y como aislante para cables y maquinaria. (Cruzeiro minería, 2015)

2.2.2.3.3 Tipos de cauchos sintéticos:

El caucho de estireno-butadieno, SBR: b (75% de butadieno en peso) se usa principalmente en cubiertas de automóviles livianos, puro o mezclado con goma natural. Los cauchos de nitrilo: Un copolímero de butadieno/acrilonitrilo (75% de butadieno en peso) se usa especialmente por su excelente resistencia a aceites y solventes aromáticos. Sin embargo, su procesado es difícil. Los elastómeros de neopreno y policloropreno: Se

usa en una amplia variedad de aplicaciones relacionadas con su resistencia a los aceites y solventes. (SlideShare, 2019)

2.2.2.4 Comparación entre el caucho sintético (SBR) y el caucho natural:

- El caucho sintético (SBR), es inferior a la goma natural para su procesado, resistencia a la tracción y a la rotura, adherencia y calentamiento interno.
- El caucho sintético (SBR), posee más permeabilidad, envejecimiento, y resistencia al calor y desgaste.
- El caucho sintético (SBR), en la vulcanización necesita menos azufre, pero más acelerador.
- El caucho sintético (SBR), tiene un efecto reforzador del negro de carbón mucho más pronunciado que sobre caucho natural.
- Los cauchos sintéticos (SBR), extendidos con aceite se usan principalmente para fabricación de neumáticos, correas cintas transportadoras y suelas de zapatos. (SlideShare, 2019)

2.2.2.5 Propiedades de caucho natural y sintético:

Tabla 11 Propiedades del caucho natural y sintético.

Propiedades	Caucho natural	Caucho sintético
Rango de Dureza	20 - 90	40 - 90
Resistencia a la rotura	Buena	Regular
Resistencia abrasiva	Excelente	Buena
Resistencia a la compresión	Buena	Excelente
Permeabilidad a los gases	Regular	Regular

Fuente: Martínez & Martillo (2019)

2.2.2.6 Aplicaciones del caucho:

La gran versatilidad del caucho ha hecho que se elaboren muchísimos artículos alrededor del mundo usando este material con las más variadas aplicaciones, pero sin lugar a dudas en el sector donde su demanda rompe todas las expectativas es en la

fabricación de neumáticos, también tiene un gran volumen de utilidad en la elaboración de materiales impermeables y o aislantes, también puede disolverse con mucha facilidad ante petróleos, bencenos y algunos hidrocarburos, siendo el caucho sintético el más usado en estas industrias. (SlideShare, 2019)

2.2.3 Neumáticos:

La complejidad estructural de los neumáticos es altamente elevada y posee más de doscientos componentes siendo el más importante el caucho, que asume aproximadamente la mitad de su peso, el caucho utilizado para los neumáticos puede ser sintético o natural, el caucho sintético mantiene estable en cuanto a lo térmico al neumático y el caucho natural le proporciona elasticidad. (Daniel, 2016)

Dentro de los componentes importantes también tenemos al negro de humo este se obtiene por combustión o descomposición térmica parcial de gases naturales o hidrocarburos pesados, este componente le da a la mezcla una mayor resistencia a la rotura y a la abrasión y es quien le aporta color negro al neumático. (Daniel, 2016)

La calidad del producto más los kilómetros recorridos son factores que determinan la vida útil de un neumático, se puede agregar otros factores, pero estos son los determinantes en promedio el recambio de neumáticos se debe hacer dentro de los siguientes periodos: (Daniel, 2016)

- Vehículos livianos: 50.000 km o 1 neumático cada 3 a 4 años
- Vehículos de carga: 70.000 a 75.000 km o 2 neumáticos/año
- Vehículos de minería: 2 neumáticos/año.

2.2.4 El reciclaje

2.2.4.1 Definición:

El reciclaje es un proceso o técnica que nos permite el aprovechamiento de los residuos sólidos que se generan en diferentes industrias y logra obtener a partir de estos residuos, una materia prima de características renovadas que pueda ser incorporada y sumada de manera directa a un ciclo de producción o de consumo. El proceso de

reciclaje es una actividad que conlleva a la utilización de energía para obtener nuevos productos en una planta recicladora (Coreaga, 1993) (Sanmartin Ramon, Zhige luna, & Alaña Castillo, 2017).

2.2.4.2 Reciclaje de caucho (NFU):

La recuperación de caucho corresponde a una técnica o método de reciclaje que permite la valorización de los NFU y puede lograrse utilizando una o varias de las tecnologías de recuperación; dependiendo principalmente del uso o destino que pretenda darse al material. Destacan entre ellas aquellas destinadas a la obtención de granos y polvo de caucho. (Pérez Díaz, 2018)

2.2.4.3 Métodos de reciclaje del caucho

Algunos métodos del reciclaje con respecto al residuo de caucho (NFU) se clasifican en procesos mecánicos, crio mecánicos, termo mecánico, químicos mecánicos, proceso criogénico, procesos químicos, térmicos, biotecnológicos, procesos con microondas y con ultrasonidos. A continuación, se describen los procesos más usados en el reciclaje de caucho (NFU). (Peláez Arroyave, Velásquez Restrepo, & Giraldo Vásquez, 2017)

Termólisis: Este se desarrolla bajo un proceso de calentamiento en un ambiente sin oxígeno doblengando a materiales de residuos de neumáticos (NFU) provocándoles un efecto de destrucción entre sus enlaces químicos originándose cadenas de hidrocarburos en su composición, obteniendo de esta manera una recuperación total de los compuestos originales del neumático. (Estrada Rivera, 2016)

Trituración mecánica: La mayoría de procesos de recuperación y reutilización de neumáticos fuera de uso se usa este proceso de trituración mecánica generando productos limpios de impurezas dando facilidades de ultimación, también de esta manera ayuda a que los aditivos químicos y agentes de expansión reaccionen adecuadamente con la estructura vulcanizada separando a la vez fibras de acero, textiles y aditamentos metálicos. (Estrada Rivera, 2016)

Estos procesos de trituración generan una variedad de gránulos de caucho que se comercializan en diferentes tamaños para que el cliente final seleccione el que sea más adecuado a sus necesidades. (Pelález Arroyave, Velásquez Restrepo, & Giraldo Vásquez, 2017)

Trituración Criogénica: Esta técnica consiste en enfriar el neumático fuera de uso con temperaturas que van desde los 100 °C y -150 °C transformando al caucho muy frágil pudiéndose de esta forma triturar de una forma más sencilla cuyo resultado final son partículas o polvo de diferentes dimensiones según la necesidad del usuario. (Estrada Rivera, 2016)

2.2.4.4 Aplicaciones del caucho reciclado

El uso del caucho representa grandes ventajas ambientales y económicas empleadas en diferentes situaciones como el caso de pavimentos y concretos para la construcción de vías y edificaciones donde dicho proceso presenta mejoras técnicas en este tipo de productos, como el incremento de la resistencia al impacto y la resistencia a la fatiga, lo que acarrea, sin embargo, algunas pérdidas en propiedades como el módulo elástico y la resistencia a la compresión. (Pelález Arroyave, Velásquez Restrepo, & Giraldo Vásquez, 2017)

En el sector de la construcción también se utiliza el caucho reciclado para la fabricación de pisos antideslizantes, bases de tapetes, compuestos impermeables para techos y paredes. (Pelález Arroyave, Velásquez Restrepo, & Giraldo Vásquez, 2017)

2.2.5 Acústica

La Acústica es una línea de la física la cual estudia las ondas sonoras por medio del análisis de la producción, transmisión, percepción, almacenamiento y reproducción del sonido el cual se propaga en el vacío, el sonido son ondas sonoras producidas por las oscilaciones del aire y su presión transformándose en ondas mecánicas. (ConceptoDefinición, 2019)

2.2.6 Aislamiento acústico:

Son las diferentes técnicas o procedimientos evitar o reducir la transmisión de ruido ya sean estructurales o aéreos, la propagación del ruido puede ser de un recinto a otro, del exterior al interior del recinto o viceversa. El aislamiento acústico puede trabajar aislando ruidos de diferentes procedencias: (Knauf GmbH, 2019)

- **Ruido interior:** aéreo y de impactos entre recintos del edificio.
- **Ruido procedente del exterior.**
- **Ruido procedente de otros edificios.**

2.2.7 Absorción acústica

Es facultad de una superficie u objeto de absorber una señal sonora cuando esta entra en contacto con la misma al propagarse pudiendo evitar la refracción, cuando el material con que se encuentra elaborada una superficie es permeable al aire entonces es absorbente acústico. (Cc3 musiki , 2019)

2.2.8 Sonido:

El sonido son vibraciones que producen los cuerpos materiales al entrar en contacto con otro y que se transmiten en forma de ondas por el espacio y al ser receptados por el oído se produce la llamada sensación sonora. (ConceptoDefinición, 2019)

2.2.9 Onda:

Es la propagación de energía a través del espacio perturbando alguna de sus propiedades físicas, como campo electromagnético, densidad, presión, etc., producida por las oscilaciones y vibraciones de la materia (Raffino M. E., concepto.de/onda-2/, 2019)

2.2.10 Frecuencia de onda:

Es la cantidad de veces que se repite un proceso en determinado lapso de tiempo, es decir el número de veces que se repite una onda y que está vinculado a la longitud de

onda que es la distancia recorrida por una oscilación en un tiempo determinado, teniendo que a mayor longitud de onda menor frecuencia y viceversa. La unidad de medida de la frecuencia es el hercio (Hz), entonces tenemos que 1HZ es igual a un ciclo o una repetición del suceso por segundo. (Pérez Porto & Merino, definicion.de/frecuencia-de-onda/, 2017)

2.2.11 Intensidad:

Es la fuerza con que es percibido el sonido y puede ser fuerte u débil. (Conceptodefinicion.de, Redacción. , 2019)

2.2.12 La reverberación:

Es cuando el sonido choca con algún obstáculo y cuyo efecto es cuando el sonido se sigue escuchando durante unos instantes aun cuando se haya terminado su emisión es decir el sonido se mezcla con su reflejo aparentado ser uno solo y se siente prolongado, es diferente al eco por cuanto en estos ambos sonidos tienen una diferencia marcada y se van alejando por el fenómeno de persistencia acústica. (De Conceptos.com , 2020)

2.2.13 Reflexión del sonido:

Es el fenómeno que se produce cuando desde la fuente del sonido las ondas de propagación a todas direcciones en línea recta y chocan con algún obstáculo cambiando de trayectoria, la reflexión del sonido da origen la resonancia y al eco. (Conceptodefinicion.de, Redacción., 2019)

2.2.14 Ruido:

Sonido confuso e inarticulado y es desagradable al oído, en las telecomunicaciones el ruido es una perturbación o señal anómala que perjudica la transmisión. (Significados.com., 2019)

2.2.15 Definición de decibel:

Es una unidad de intensidad acústica, 1 decibelio es igual a 0.1 belios (la unidad que surge del cociente entre la presión que produce una onda y una presión tomada como referencia).

Su símbolo es **dB**, un decibel no denota cantidad sino a una razón entre cantidades: se trata de una expresión logarítmica. (Definicion.de, 2017)

2.2.16 El calor

El Calor es una forma de la energía producida por la vibración de las moléculas y que causa el aumento de la temperatura. (Significados, 2019)

2.2.17 Temperatura:

La temperatura es un medio para medir el calor es decir es una magnitud física que nos puede indicar la energía interna de un objeto, cuerpo o del medio ambiente y se puede medir por medio de un termómetro. (Significados, 2019)

Las unidades de medidas de la temperatura son los grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$), los grados kelvin (0 K) que corresponde a -273.15°C y los grados Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) (Significados, 2019)

2.2.18 Aislamiento térmico:

Es la reducción de la transferencia de calor y los intercambios térmicos de un ambiente a otro mediante barreras que no permitan el flujo de calor desde el interior al exterior o de forma contraria. (César Baquerizo Arosemena, .s.f)

2.2.19 Conducción térmica:

Es cuando el calor pasa de un lado a otro generalmente excitando las moléculas es decir va de donde hay más calor a donde hay menos calor. (César Baquerizo Arosemena, .s.f)

2.2.20 Palabras claves

Contaminación, cemento, temperatura, retención, polímero, consumo, gasto, arena, acústica y calor.

2.3 Marco legal

2.3.1 Leyes

2.3.1.1 Constitución

Art. 4.- Disposiciones comunes. Las disposiciones del presente Código promoverán el efectivo goce de los derechos de la naturaleza y de las personas, comunas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, de conformidad con la Constitución y los instrumentos internacionales ratificados por el Estado, los cuales son inalienables, irrenunciables, indivisibles, de igual jerarquía, interdependientes, progresivos y no se excluyen entre sí. (Asamblea Nacional, 2017)

Art. 1.- Objeto. Este Código tiene por objeto garantizar el derecho de las personas a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, así como proteger los derechos de la naturaleza para la realización del buen vivir o sumak kawsay. (Asamblea Nacional, 2017)

2.3.1.2 Normas ambientales

Que, el artículo 232 del Código Orgánico de la Producción, Comercio e inversiones, establece, que se entenderán como procesos productivos eficientes el uso de tecnologías ambientales limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto; adoptadas para reducir los efectos negativos y los daños en la salud de los seres humanos y del medio ambiente. Estas medidas comprenderán aquellas cuyo diseño e implementación permitan mejorar la producción, considerando el ciclo de vida de los productos, así como el uso sustentable de los recursos naturales. (Ministerio del Ambiente, 2015)

3.4 Promover buenas prácticas que aporten a la reducción de la contaminación, la conservación, la mitigación y la adaptación a los efectos del cambio climático, e impulsar las mismas en el ámbito global. (Republica del Ecuador, 2017)

3.7 Incentivar la producción y consumo ambientalmente responsable, con base en los principios de la economía circular y bio-economía, fomentando el reciclaje y combatiendo la obsolescencia programada. (Republica del Ecuador, 2017)

3.9 Liderar una diplomacia verde y una voz propositiva por la justicia ambiental, en defensa de los derechos de la naturaleza. (Republica del Ecuador, 2017)

2.3.1.3 Ordenanzas municipales de la ciudad de Guayaquil

El M.I concejo cantonal de Guayaquil en la sección de ordenanza contra ruidos establece por medio del Art. 1º.- Se prohíbe, bajo las prevenciones que esta ordenanza establece, toda producción de ruidos en lugares públicos, sea cual fuere la forma en que se los provoque y que, de algún modo, sean capaces de alterar la tranquilidad de los vecinos del Cantón. (El M.I concejo cantonal de Guayaquil, n.d.)

Art. 2º. - Queda igualmente prohibido el uso de radios, rocolas, o cualquier otro aparato o dispositivo similar, aún dentro de locales privados, cuando el volumen empleado en tales aparatos perturbe la tranquilidad o el descanso colectivos, en las zonas correspondientes. (El M.I concejo cantonal de Guayaquil, n.d.)

Art. 3º. - Las mencionadas rocolas, altavoces, etc., no podrán ser colocadas en las puertas de salones, restaurantes y más lugares públicos, sino en el fondo del local y utilizando un volumen moderado; y no podrán funcionar después de las doce de la noche, ni hacerlo en la misma cuadra donde existen establecimientos educacionales. (El M.I concejo cantonal de Guayaquil, n.d.)

Art. 4º. - Cuando, por circunstancias excepcionales, una entidad o un ciudadano requieran usar un instrumento que genere ruidos elevados, el interesado deberá solicitar el correspondiente permiso al Alcalde Municipal, quien lo concederá previos estudios de las razones que se aleguen como justificativas, por un lapso no mayor de tres días y en horas debidamente señaladas. (El M.I concejo cantonal de Guayaquil, n.d.)

El muy ilustre concejo nacional de Guayaquil expide la “ordenanza que regula la obligación de realizar estudios ambientales a las obras civiles, y a los establecimientos industriales, comerciales y de otros servicios, ubicados dentro del cantón Guayaquil”. Tomando en consideración para este trabajo de investigación el siguiente artículo de dicha ordenanza:

Art. 1.- Las Direcciones de Urbanismo y Medio Ambiente deberán mantener en forma permanente y obligatoria un catastro actualizado en todo el cantón, de obras civiles, por una parte; y, establecimientos industriales, comerciales y de otros servicios, por otra, con el objetivo de que puedan ser considerados dentro del programa de prevención y control de la contaminación industrial y otras fuentes que ejecuta la Municipalidad de Guayaquil. (El muy ilustre concejo cantonal de Guayaquil, n.d.)

2.3.1.4 Normas técnicas

Dentro de las normas ecuatorianas de la construcción podemos encontrar en el siguiente reglamento llevado a cabo en los diferentes tipos de construcciones realizadas en el Ecuador, donde la NEC-SE-CG: Cargas (no sísmicas) indica condiciones y características a seguir referente al tema tratado como por ejemplo los diferentes valores de la carga muerta de distintos materiales del medio como se aprecia en el siguiente cuadrado: (Norma Ecuatoriana de la construcción , 2019)

Tabla 12 Carga muerta: Pesos de los materiales

Material	Peso Unitario kN/m³
Hormigón simple	22.0
Mortero (cemento compuesto y arena 1:3 a 1:5)	20.0

Fuente: NEC (2015)

En Ecuador se aplica el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo Decreto 2393, establece que toda empresa debe garantizar a todos los trabajadores (permanentes y ocasionales), un medio ambiente de trabajo adecuado y propicio para el ejercicio de sus facultades físicas y mentales. La Norma Ecuatoriana Decreto 2393 "Ruido Ocupacional", establece que la

exposición ocupacional permisible para ruidos continuos o intermitente lo siguiente:
(REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD)

Tabla 13 Niveles de ruido

Nivel sonoro / dB (A - lento)	Tiempo de exposición por jornada / hora
85	8
90	4
95	2
100	1
110	0.25
115	0.125

Fuente: Reglamento de seguridad y salud (2012)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Metodología

La metodología de investigación es una disciplina encargada de orientar la manera de elaborar, definir, enfocar, recolectar y analizar las diversas indagaciones que se realicen entorno al objeto de estudio, siempre con la finalidad de que los resultados obtenidos cumplan con lo exigido en la investigación representando todos los factores logrados en dicho proceso metodológico. (Coelho, 2019)

La presente investigación empleara información que tenga contenido, para llevar a cabo el tema tratado como es el mortero tradicional en base al caucho reciclado. Realizando las búsquedas pertinentes al caso con su respectivo sustento teórico y tomas fotográficas en torno al desarrollo del proyecto, siendo esto evidencia de las pruebas realizadas en el campo o en laboratorios junto con esquemas explicativos, etc.

El proceso descrito anteriormente orienta la manera de enfocar una investigación y la forma de recolectar, clasificar y analizar datos con el objetivo de que los resultados tengan validez y pertinencia, y cumplan con los estándares de exigencia científica. (Coelho, 2019)

3.2 Tipo de investigación

La realización de este trabajo de titulación, dentro de la metodología para la adquisición de información y desarrollo, se manejarán diferentes métodos que establezcan la creación del producto y sus aplicaciones a través de las debidas interpretaciones y conclusiones sobre el tema a tratar, como materiales nuevos e innovadores aplicados en la construcción.

Este proceso es acogido especialmente por como el investigador tome las decisiones para llevar a cabo el proyecto por tanto se debe llevar un seguimiento de todos los experimentos que se realicen para verificar la aceptación y confiabilidad de la hipótesis, siendo toda esta serie de pruebas tratadas en un laboratorio o en el campo. Realizando

cada prueba en sus respectivos laboratorios como la universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, la universidad estatal de Guayaquil y Sika Ecuatoriana S.A donde se pudieron desarrollar las diferentes pruebas expuestas siendo factibles para comprobar los distintos resultados que puedan llegar a tener.

3.2.1 Investigación descriptiva:

Es la que se utiliza para la descripción de diferentes situaciones reales ya sea en eventos, personas, grupos o comunidades que se requiera investigar. Para los respectivos análisis, se desarrollará encuestas a usuarios que vayan a adquirir nuestro producto, para evidenciar en forma directa los beneficios del proyecto. (Universia, 2017).

Con la implementación de esta técnica de investigación podremos obtener datos reales y solidos que entre otras cosas nos darán una herramienta para configurar y corregir errores y enfocar de manera óptima la misma, información que también nos permitirá medir el grado de aceptación del material a experimentar (mortero tradicional con caucho reciclado para recubrimiento de mampostería) para y su utilidad práctica dentro del área de la construcción y el confort.

3.2.2 Investigación de Campo:

Es un tipo de investigación utilizada para entender y encontrar una solución a un problema de cualquier índole, en un contexto específico. Mediante esta investigación se podrán recabar datos más a fondo con el medio natural, si realmente se necesita, si es viable o no el producto a realizar. Dentro de este ámbito de investigación se realizarán las pruebas de aplicación del material mortero tradicional con cacho reciclado para recubrimiento de mampostería que posee propiedades diferentes a los materiales tradicionales ya existentes siendo el mismo una representación nueva como material innovador y ecológico. (Universia, 2017)

3.2.3 Investigación bibliográfica:

Mediante la investigación bibliográfica se puede obtener información de fuentes secundarias en relación al tema investigado, y esto basado en referentes nacionales e internacionales como son los modelos análogos respaldados con sus respectivas fuentes

de información de la misma forma considerando los documentos que tengan información sobre la construcción e implementación en el medio en relación con el sistema ecológico o ambiental. (Sánchez Adrian, 2018)

3.2.4 Investigación experimental:

La investigación se efectuará experimentado con diferentes tipos de dosificaciones de los agregados del mortero tradicional con caucho, los cuales una vez definidas se procederá a llevarlos al Laboratorio y comenzar con la etapa de realización de las diferentes pruebas, mismas que arrojarán información precisa y necesaria sobre las características físicas y químicas del mortero, obteniendo datos sobre la resistencia a la compresión del mortero, adherencia del mortero, absorción y densidad del mortero, aislación acústica, aislación térmica, granulometría del caucho (proceso de tamización de caucho), densidad del cemento, consistencia y fraguado del cemento.

La información que se ha recopilado mediante las pruebas de laboratorio será ordenada, analizada y contrastada de forma sistemática con los resultados del mortero tradicional sin caucho, respetando y siguiendo todos los estándares y normas requeridos para este tipo de investigación y de esta manera llegar a determinar la composición idónea del material experimental (mortero tradicional con caucho reciclado para recubrimiento de mampostería).

3.3 Enfoque

La presente investigación de este proyecto lleva una dirección hacia un enfoque mixto que básicamente está generado por la unión del enfoque cualitativo y cuantitativo, por lo que para dicho planteamiento se requiere describir en base a estos dos enfoques para determinar la forma de estudiar el problema y así explicar los motivos dentro del contexto, para luego encontrar una solución adecuada, rápida y lo más óptima y precisa posible.

3.3.1 “Enfoque Cuantitativo:

Parte del estudio del análisis de datos numéricos, a través de la estadística, para dar solución a preguntas de investigación o para refutar o verificar una hipótesis.” (Investigacion, 2014)

Para este caso se desarrolló y utilizo la herramienta de la encuesta en la parroquia Rocafuerte de la ciudad de Guayaquil, este proceso investigativo se toma muy en cuenta un número determinado de preguntas que tienen que ver con el tema tratado como eje principal del estudio.

3.3.2 “Enfoque Cualitativo:

Parte del estudio de métodos de recolección de datos de tipo descriptivo y de observaciones para descubrir de manera discursiva categorías conceptuales.” (Investigacion, 2014)

Siendo este enfoque factible en la ejecución de este proyecto, porque a través de fundamentos filosóficos, científicos y legales sirviendo de gran importancia para el manejo y entendimiento del mismo, debido a que la ciudad de Guayaquil se encuentra inmersa en problemas muy complejos como la contaminación ambiental siendo esta causante de muchas enfermedades afectando de forma severa la salud pública en general.

3.4 Técnicas e instrumentos

El proceso de compilación de la información necesita de diferentes procedimientos, técnicas y herramientas las cuales se utilizan según los requerimientos, características y necesidades de la investigación a ejecutarse, dichas herramientas tienen como fin en común marcar las rutas de guía para lograr objetivos y metas en la realización del proyecto a elaborarse.

Dentro de las técnicas más importantes a utilizarse tenemos la observación que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y

registrarla para su posterior análisis. La observación es un elemento fundamental de todo proceso de investigación; en ella se apoya el investigador para obtener el mayor número de datos. (monografias.com, s.f.)

3.4.1 Observación directa.

“Es directa cuando el investigador se pone en contacto personalmente con el hecho o fenómeno que trata de investigar.” (Loredo, 2018)

En primer lugar, se piensa en los habitantes de Guayaquil con la finalidad de tratar la problemática de la contaminación por combustión de las llantas fuera de uso, luego al conocer las diversas opiniones de sus habitantes con ayuda de herramientas como la encuesta, entrevistas u otro medio personal y directamente realizado con la finalidad de conocer si dicho problema afecta a la salud y actividades desarrolladas por los habitantes en forma regular. Por otro lado, también se logra conocer la recepción y acogida que tiene el desarrollo de nuevos materiales por parte de los ciudadanos y que están dispuestos a aceptar siempre y cuando mejore sus condiciones sociales de vida.

Desde el punto de vista del observador que levanta información de campo se pudo constatar en diferentes sectores de Guayaquil los desperdicios de llantas fuera de uso alojadas en senderos, callejones, predios abandonados, solares en donde las incineraban generando debido a su combustión gases tóxicos en el ambiente, también es común la presencia de llantas fuera de uso siendo criaderos de plagas y bacterias que afectan a la salud de la comunidad.

3.4.2 Observación indirecta.

“La indirecta es la que, al contrario, solo se limita a observar desde situaciones ya estudiadas, a través de otros medios, sin trasladarse al sitio en cuestión.” (Loredo, 2018)

El uso de sitios web, periódicos, revistas y otros donde se detallan todas las incidencias antes mencionadas. También es factible para el desarrollo de esta investigación la revisión y utilización de la información obtenida en trabajos realizados

por otros investigadores y que efectuaron pruebas y ensayos en laboratorios obteniendo datos que son de mucha ayuda para la ejecución del proyecto.

3.4.3 Instrumentos

3.4.3.1 La entrevista

Es un intercambio de ideas, opiniones mediante una conversación que se da entre una o más personas, sirviendo de gran ayuda en la recopilación de datos, a diferencia de la encuesta, nos ayuda a saber en una forma general la opinión de los participantes, debido a que en la conversación se descubren ideas e incógnitas, dando más puntos de vistas a analizar.

Una entrevista es un proceso de reciprocidad, entre el entrevistador y el entrevistado y que consiste en la recopilación mediante la aplicación de una o varias interrogantes o la interacción dentro del marco de una charla sin restricciones y en total libertad, en la entrevista se utilizan una estructura o guion para enfocar la charla que sirven y debido a esto se definen los roles de forma marcada: la del entrevistador y la del entrevistado o receptor. (Raffino M. E., concepto.de, 2019)

3.4.3.2 La encuesta

Mediante una serie de preguntas las cuales se encuentran impresas en una hoja de formato A4, se realiza la recopilación de datos de diferentes individuos de distintas clases sociales y de diferentes sectores, finalizada esta etapa se continua con la elaboración de los distintos gráficos y tablas donde se ordenará y analizará toda la información antes recopilada para luego llegar a conclusiones que nos permitan alcanzar un manejo óptimo de las necesidades de los habitantes. (Pérez Porto & María, 2017)

Para la recopilación de datos directos hablados anteriormente se procedió usar este instrumento mismo que facilito la recopilación de información de los problemas conociendo los diferentes puntos de vistas de las personas para esto se usó un formulario generado con la ayuda de software como Excel que a fin de cuenta permite introducir datos de manera rápida y precisa a la misma vez obteniendo los resultados de la encuesta.

Se utilizó para la elaboración de la encuesta alternativas cerradas de respuestas utilizando una escala que va en orden alfabético desde la letra (a) hasta la letra (e), en cada una de las 10 preguntas, en las cuales se ha planteado su análisis correspondiente.

3.4.3.3 Los ensayos

Los ensayos que se realizaran en este proyecto de investigación se tomaran como base los siguientes:

- Ensayo densidad del cemento
- Ensayo de consistencia y fraguado del cemento
- Ensayo de absorción y densidad de las diferentes dosificaciones (1cemento:2arena:1caucho) ;(1cemento:2arena:2caucho); (1cemento:2arena)
- Ensayo de resistencia a la compresión de las diferentes dosificaciones (1cemento:2arena:1caucho) ;(1cemento:2arena:2caucho); (1cemento:2arena)
- Ensayo de aislamiento acústico de dosificación (1cemento:2arena:1caucho) y (1cemento:2arena)
- Ensayo de aislamiento térmico de dosificación (1cemento:2arena:1caucho) y (1cemento:2arena)
- Tablas de rendimientos entre dosificación (1cemento:2arena:1caucho) y (1cemento:2arena)
- Tablas de presupuestos entre dosificación (1cemento:2arena:1caucho) y (1cemento:2caucho)

3.5 Población y muestra

3.5.1 Población

“Se origina del término latino ‘populatio’, y refiere a un grupo conformado de personas que viven en un determinado lugar o región. Vale aclarar que también puede referirse a aquellos espacios y edificaciones en una localidad o división política.”
(Raffino M. E., concepto.de (Poblacion), 2019).

Para este proyecto de investigación se escogió a la parroquia Rocafuerte de la ciudad de Guayaquil que tiene un número de habitantes de 6.100 personas, para implementar el mortero tradicional con caucho reciclado para recubrimiento de mampostería.

3.5.2 Muestra

El concepto de muestra generalmente enfoca a un conjunto de técnicas o procedimientos aplicados en un grupo poblacional con la finalidad de determinar la problemática siendo esta capaz de generar datos que caracterizan las diversas falencias dentro de un proceso y todo esto lográndose mediante la aplicación de medios matemáticos representados en la ecuación a continuación siendo dicho resultado representándose mediante datos estadísticos numéricos y gráficos dando a todo este desarrollo con la palabra denominada muestreo.

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z^2 \times p \times q}$$

$$n = \frac{6100 \times 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}{0.05^2 \times (6100 - 1) + 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5} = 361$$

En donde:

Tabla 14 Tabla de nomenclaturas de la ecuación de tamaño de la muestra

N	Tamaño de la población	6.100 habitantes. (Parroquia Rocafuerte de la ciudad Guayaquil).
Z	Nivel de confianza	1,96
p	Probabilidad de éxito o proporción esperada	0,5
q	Probabilidad de fracaso	0,5
d²	Precisión (error máximo admisible en términos de proporción.	5.00%

Fuente: Google (2018)

Modificado por: Martínez & Martillo (2019)

3.6 Análisis y resultados de la encuesta

1) ¿Dónde considera Usted que la contaminación generada por los restos de llantas fuera de uso tendría mayor impacto?

Tabla 15 (pregunta 1)

1 ¿Dónde considera Usted que la contaminación generada por los restos de llantas fuera de uso tendría mayor impacto?			
Alternativas		N°	%
a	En la flora y fauna	65	18
b	En las zonas urbanas	93	26
c	En las zonas rurales	56	16
d	En las zonas industriales	87	24
e	En los océanos	60	17
TOTAL		361	100,00

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

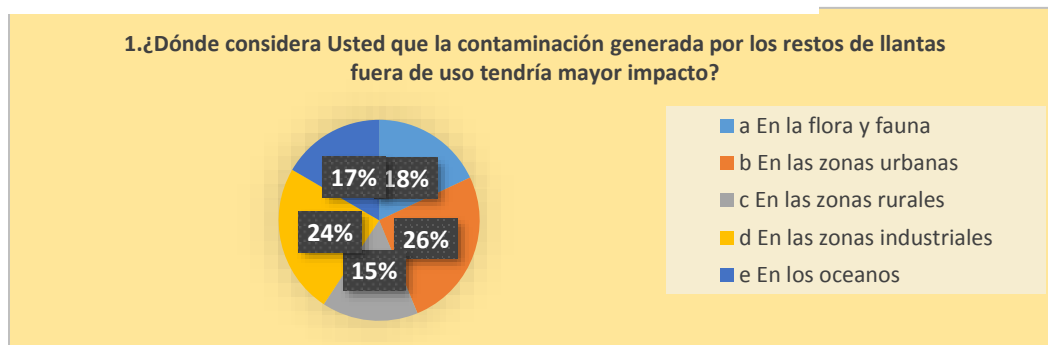


Gráfico 1 Análisis de encuesta pregunta 1
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Análisis:

En la pregunta No.1: 93 personas que equivalen al 26 % contestaron el literal (b. en las zonas urbanas) dando como resultado en base a esta información que la contaminación por el desperdicio de llantas fuera de uso es mayor en las zonas urbanas, por la concentración en las mismas de automotores.

2) ¿En que repercute para la salud la contaminación ambiental provocada por los neumáticos fuera de uso?

Tabla 16 (pregunta 2)

2		¿En que repercute para la salud la contaminación ambiental provocada por los neumáticos fuera de uso?	
	Alternativas	No	%
a	Enfermedades dermatológicas	105	29
b	Problemas respiratorios	123	34
c	Infecciones	50	14
d	Malestar general	83	23
e	Ninguna	0	0
TOTAL		361	100

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

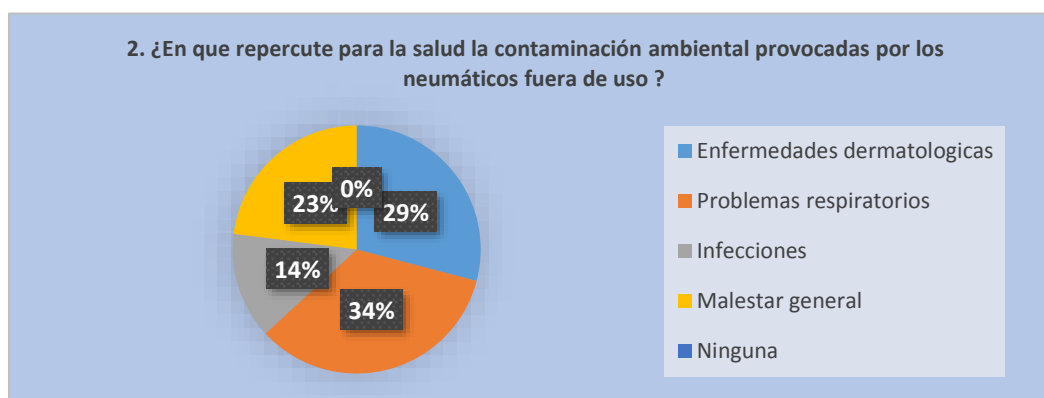


Gráfico 2 Análisis de encuesta pregunta 2

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Análisis:

En la pregunta No.2: 123 personas que equivalen al 34 % contestaron el literal (b. problemas respiratorios), llegando a la conclusión de que la mayoría de personas encuestadas opinan que hay una mayor incidencia en las enfermedades respiratorias.

3) ¿Qué molestias son causadas con mayor frecuencia por la contaminación acústica que se genera en las zonas urbanas e industriales?

Tabla 17 (pregunta 3)

3		¿Qué molestias son causadas con mayor frecuencia por la contaminación acústica que se genera en las zonas urbanas e industriales?	
Alternativas		No	%
a	Dolor de cabeza	80	22
b	Estrés	88	24
c	Insomnio	53	15
d	Problemas nerviosos	63	17
e	Perdidas de la capacidad auditiva	77	21
TOTAL		361	100

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

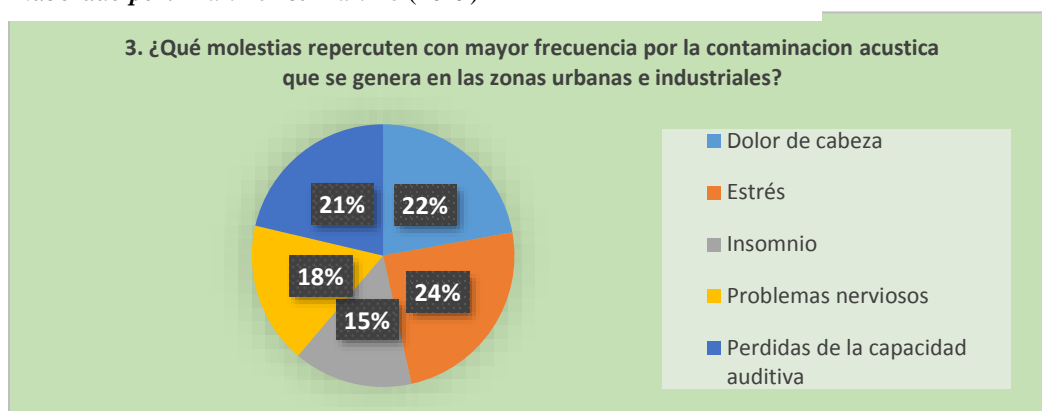


Gráfico 3 Análisis de encuesta pregunta 3
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Análisis:

En la pregunta No.3: 88 personas que es igual al 24 % contestando el literal (b. estrés), siendo el estrés el problema que repercute con mayor fuerza al estado de las personas.

4) ¿Cómo cree Usted que se deben organizar los ciudadanos para disminuir en su entorno la contaminación ambiental generada por los restos de NFU?

Tabla 18 (pregunta 4)

4		¿Cómo cree Usted que se deben organizar los ciudadanos para disminuir en su entorno la contaminación ambiental generada por los restos de NFU?	
Alternativas		No	%
a	De forma individual	58	16
b	De forma colectiva	69	19
c	Organizando mingas	79	22
d	Proyecto de reciclaje a gran escala	125	35
e	Todas las anteriores	30	8
TOTAL		361	100

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)



Gráfico 4 Análisis de encuesta pregunta 4
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Análisis:

En la pregunta No.4: 125 personas que equivalen al 35 % contestaron el literal (d. proyecto de reciclaje a gran escala).

5) ¿Apoya el uso de materiales reciclados como el caucho?

Tabla 19 (pregunta 5)

5		¿Apoya el uso de materiales reciclados como el caucho?	
	Alternativas	No	%
a	Totalmente de acuerdo	86	24
b	Muy de acuerdo	76	21
c	De acuerdo	95	26
d	Parcialmente de acuerdo	57	16
e	En desacuerdo	47	13
TOTAL		361	100

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

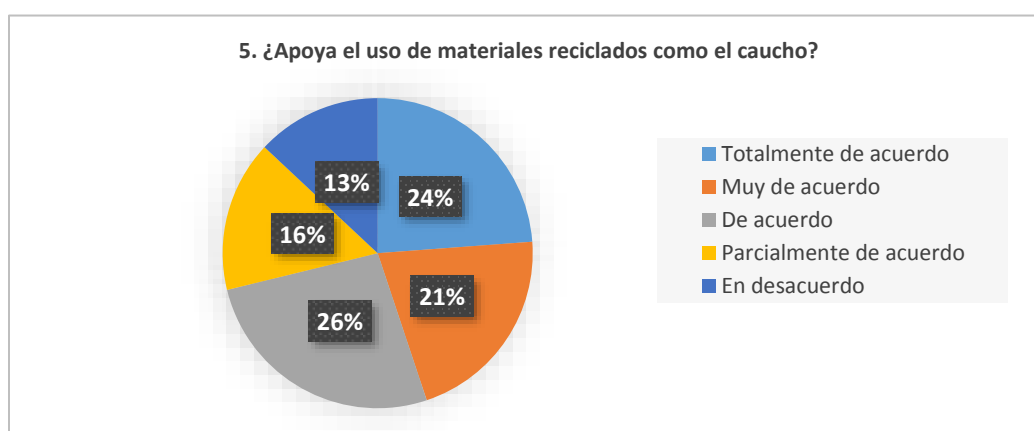


Gráfico 5 Análisis de encuesta pregunta 5

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Análisis:

En la pregunta No.5: 95 personas que equivalen al 26 % seleccionaron el literal (c. de acuerdo), en conclusión, la mayor parte de las personas encuestadas están de acuerdo en el uso de materiales reciclajes como el caucho.

6) ¿Cuál de las siguientes opciones cree Usted que es la idónea para dar solución al problema de la acumulación de neumáticos fuera de uso?

Tabla 20 (pregunta 6)

6		¿Cuál de las siguientes opciones cree Usted que es la idónea para dar solución al problema de la acumulación de neumáticos fuera de uso?	
Alternativas		No	%
a	Quema de llantas	65	18
b	Reencauchado de las llantas	82	23
c	Reciclaje de llantas	97	27
d	Descomposición de llantas de forma natural	61	17
e	otros	56	16
TOTAL		361	100

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

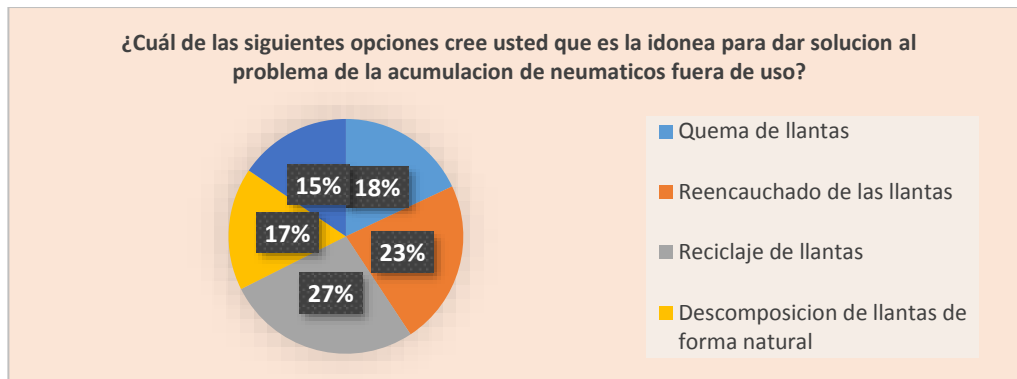


Gráfico 6 Análisis de encuesta pregunta 6

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Análisis:

En la pregunta No.6: 97 personas que equivalen al 27 % seleccionaron el literal (c. reciclaje de llantas), en conclusión, la mayor parte de las personas encuestadas piensan que el reciclaje de llantas es la solución a la problemática de la acumulación de neumáticos fuera de uso.

7 ¿Cree Usted que en el sector de la construcción se debe usar materiales elaborados con caucho reciclado de los neumáticos fuera de uso?

Tabla 21 (pregunta 7)

7		¿Cree Usted que en el sector de la construcción se debe usar materiales elaborados con caucho reciclado de los neumáticos fuera de uso?	
Alternativas		No	%
a	Totalmente de acuerdo	66	18
b	Muy de acuerdo	72	20
c	De acuerdo	90	25
d	Parcialmente de acuerdo	73	20
e	En desacuerdo	60	17
TOTAL		361	100

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

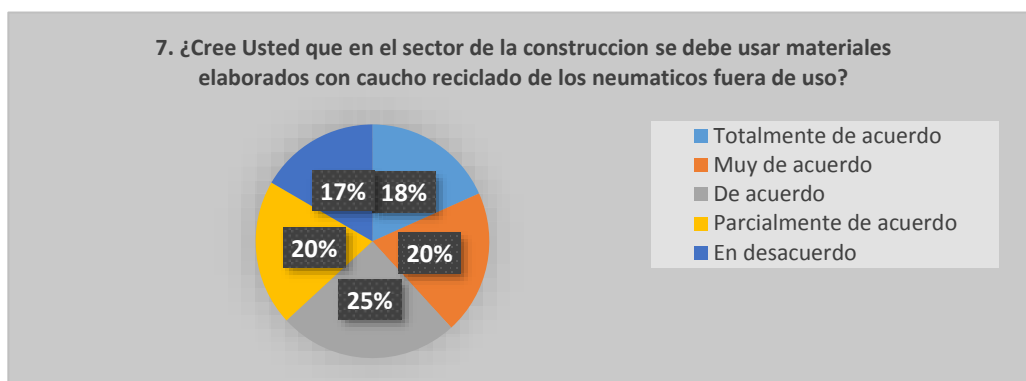


Gráfico 7 Análisis de encuesta pregunta 7

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Análisis:

En la pregunta No.7: 90 personas que equivalen al 25 % seleccionaron el literal (c. de acuerdo), dando como resultado que la mayoría de encuestados está de acuerdo en utilizar materiales elaborados con caucho reciclado de los neumáticos fuera de uso en el sector de la construcción.

8 ¿Tiene Usted conocimiento o le ha llegado información sobre el uso de materiales nuevos que usan como base caucho reciclado?

Tabla 22 (pregunta 8)

8		¿Tiene Usted conocimiento o le ha llegado información sobre la utilización de materiales nuevos que usan como base caucho reciclado?	
Alternativas		No	%
a	Alguna vez	75	21
b	Rara vez	79	22
c	Frecuentemente	92	25
d	Siempre	57	16
e	Nunca	58	16
TOTAL		361	100

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

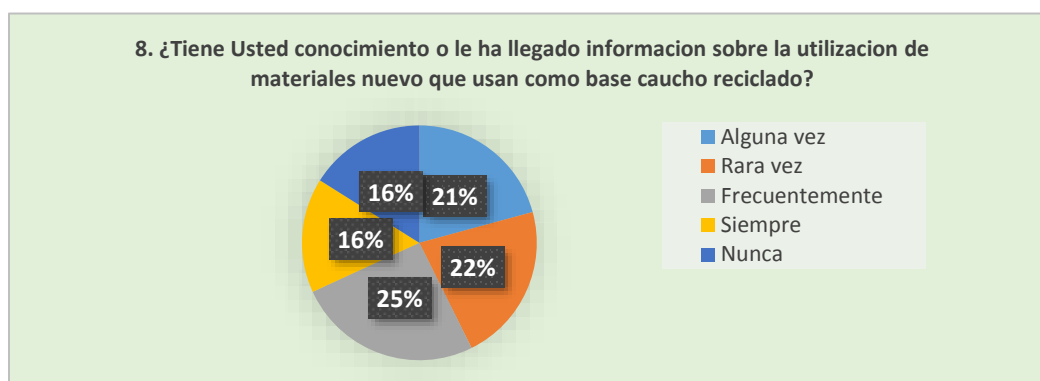


Gráfico 8 Análisis de encuesta pregunta 8

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Análisis:

En la pregunta No.8: 92 personas que equivalen al 25 % seleccionaron el literal (c. frecuentemente), los resultados informan que la mayoría de los encuestados frecuentemente tienen conocimiento sobre el uso de materiales nuevos que tienen como base el caucho reciclado.

9 ¿Qué características principales cree Usted que debe tener un mortero para enlucido de mampostería?

Tabla 23 (pregunta 9)

9		¿Qué características principales cree Usted que debe tener un mortero para enlucido de mampostería?	
Alternativas		No	%
a	Aislamiento acústico	77	21
b	Aislamiento térmico	53	15
c	Mejoramiento estético	99	27
d	Durabilidad	87	24
e	Ligereza	45	12
TOTAL		361	100

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

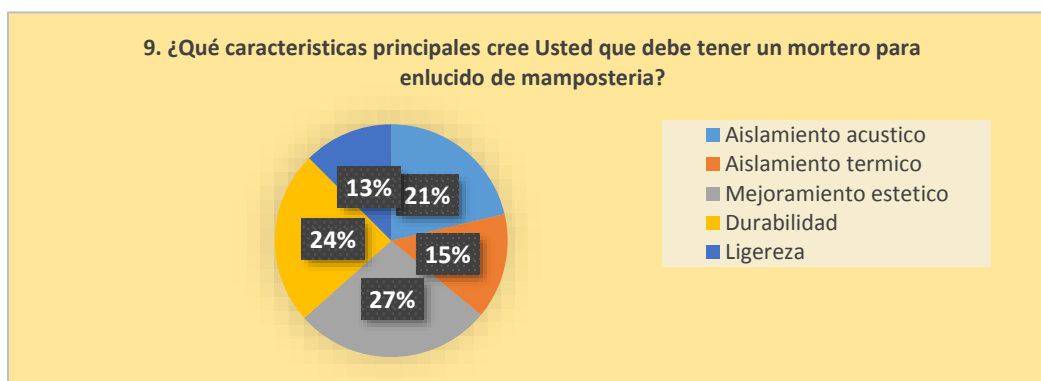


Gráfico 9 Análisis de encuesta pregunta 9

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Análisis:

En la pregunta No.9: 99 personas que equivalen al 27 % seleccionaron el literal (c. mejoramiento estético), como conclusión se le da una mayor importancia al factor estético, características como la durabilidad y aislamiento acústico se encuentran numéricamente muy cerca en su importancia a lo estético.

10 ¿Usaría Usted como enlucido en su vivienda un mortero tradicional con caucho reciclado, con característica de aislamiento acústico, térmico?

Tabla 24(pregunta 10)

10 ¿Usaría Usted como enlucido en su vivienda un mortero tradicional con caucho reciclado, con característica de aislamiento acústico, térmico?		No	%
Alternativas			
a	Totalmente de acuerdo	77	21
b	Muy de acuerdo	71	20
c	De acuerdo	89	25
d	Parcialmente de acuerdo	66	18
e	En desacuerdo	58	16
TOTAL		361	100

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

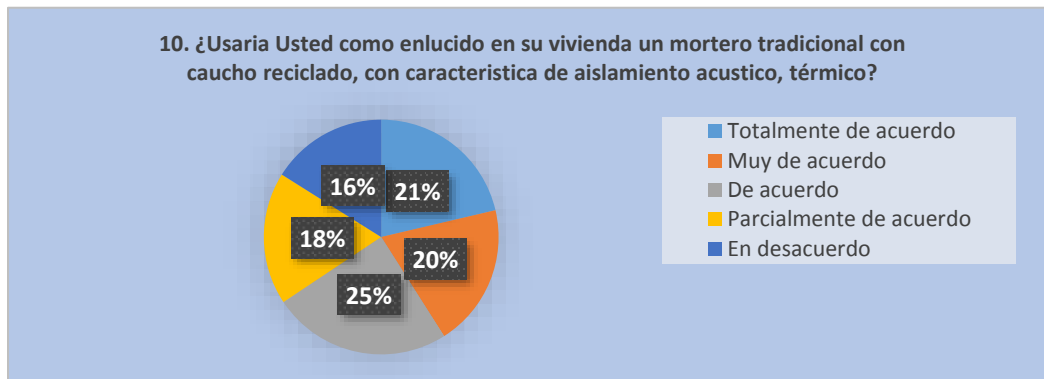


Gráfico 10 Análisis de encuesta pregunta 10

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Análisis:

En la pregunta No.10: 89 personas que equivalen al 25 % seleccionaron el literal (c. de acuerdo) una gran parte de los encuestados optan por un material que brinde nuevas y mejores condiciones, sin embargo, otros todavía no están dispuestos al cambio.

CAPITULO IV

LA PROPUESTA

El mortero tradicional con caucho reciclado para recubrimiento de mampostería, es un material elaborado con la finalidad de reutilizar el caucho de las llantas fuera de uso y que cumpla con los requerimientos y normas para morteros de mampostería en el sector de la construcción beneficiando el confort y acondicionamiento de los espacios en los cuales los usuarios realizan sus actividades.

Este material debido a sus características es sumamente versátil y puede ser utilizado para enlucir mamposterías de diferentes tipos de construcciones y espacios arquitectónicos como viviendas, salas de ensayos musicales, discotecas, salas de conferencia, etc.

Debido a que el mortero tiene dentro de sus componentes un material reciclado el cual permite que exista un aumento en el rendimiento del mismo, traduciéndose esto en un costo accesible para poder ser atractivo para la industria de la construcción.

Para el desarrollo de la propuesta se necesitó de la materia prima (caucho reciclado) que si bien es cierto se consigue en el mercado como material triturado y cuyas medidas granulométricas oscilan desde su estado en polvo hasta medidas milimétricas superiores, y el cual normalmente se vende mesclado en sus diversos tamaños y es muy difícil adquirirlo por separado. Para esto se realizó el proceso de tamización del material con lo cual se obtuvo como resultado la presencia de 2 medidas: 3 mm en un 10 % y 6 mm en un 90 %, debido a este resultado se utilizó para nuestro mortero el grano de 6 mm.

4.1 Prueba de granulometría (proceso de tamizado del caucho reciclado).

Se realizó el proceso de tamizado del caucho para diferenciar los granos según su granulometría, este proceso se dio en el laboratorio de suelos de la Facultad Ingeniería, Industria y Construcción de la “Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil” con la autorización del Ing. Milton Andrade y bajo supervisión de los docentes: Ing. Moscoso, Ing. Max Almeida y el Ing. Andrés Villao.

Se tamizó un saco de 50 Kg, para lo cual se usó los instrumentos que están conformados por una serie de tamices con sus respectivas medidas (tabla # 24, tabla # 25, tabla # 26), también se usó una máquina zarandeadora la cual junto a los tamices mencionados dio lugar al proceso mecánico de separación de granos, a esto se le dio un tiempo de 00h:02min:30s con la finalidad de obtener un mejor resultado en la distribución del grano.

4.1.1 Esquema del proceso de tamizado



Figura 14 Proceso de tamizado
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.1.2 Proceso de tamizado

Paso 1. Materia prima



Figura 15 materia prima “caucho”
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Paso 2. Llenado de tamices



Figura 16 llenado de tamices
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Paso 3. Pesado del material en balanza digital



Figura 17 toma de peso inicial
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Paso 4. Colocado de tamices en la zarandeadora



Figura 18 Selección y colocación de tamices en maquina zarandeadora
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Paso 5. Tiempo de zarandeado (00h:02min:30s)



Figura 19 ejecución del zarandeado
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Paso 6. Retiro de tamices de la maquina zarandeadora



Figura 20 Retiro de tamices de maquina zarandeadora
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Paso 7. Pesado resultante del material en tamices



Figura 21 Toma de peso resultante
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Paso 8. Cálculos en base a resultados



Figura 22 Cálculos de porcentajes
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Tabla 25 resultado de prueba de tamizado 1

Prueba # 1			
N° tamiz	Peso antes del tamizado	Peso después del tamizado	Porcentaje de retención (%)
#5	1086	1004	92,4493%
#10		82	7,5507%
#16	0	0	0
#20	0	0	0
#50	0	0	0
#60	0	0	0
#100	0	0	0
#200	0	0	0

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Se puede apreciar que en el tamizado del peso 1 que inicialmente tenía una cantidad de 1086 gramos y luego de los 00h:02min:30s en la máquina zarandeadora el peso disminuyó a 1004 gramos, y con la utilización de una ecuación matemática se halló el porcentaje de retención del tamiz #5 y de los demás tamices.

$$\text{porcentaje retenido} = \frac{\text{peso después del tamizado}}{\text{peso antes del tamizado}}$$

$$\text{porcentaje retenido} = \frac{1004 \text{ gramos}}{1086 \text{ gramos}} = 0,9244 \text{gramos} * 100 = 92,4493\%$$

Tabla 26 Resultados de prueba de tamizado 2

Prueba # 2			
N° tamiz	Peso antes del tamizado	Peso después del tamizado	Porcentaje de retención (%)
#5	1187	1004	87,9528%
#10		183	12,0472%
#16	0	0	0
#20	0	0	0
#50	0	0	0
#60	0	0	0
#100	0	0	0
#200	0	0	0

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

En la prueba # 2 el peso inicial tiene una cantidad de 1187 gramos y que después de los 00h:02min:30s dio lugar a un peso de 1004 gramos, que mediante una ecuación matemática encontramos el porcentaje de retención del tamiz #5 y los demás tamices.

$$\text{porcentaje retenido} = \frac{\text{peso despues del tamizado}}{\text{peso antes del tamizado}}$$

$$\text{porcentaje retenido} = \frac{1004 \text{ gramos}}{1187 \text{ gramos}} = 0,8795 \text{gramos} * 100 = 87,9528\%$$

Tabla 27 Resultados de prueba de tamizado 3

Prueba # 3			
N° tamiz	Peso antes del tamizado	Peso después del tamizado	Porcentaje de retención (%)
#5	1085	940	86,6359%
#10		145	13,3641%
#16	0	0	0
#20	0	0	0
#50	0	0	0
#60	0	0	0
#100	0	0	0
#200	0	0	0

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

En la prueba # 3 el peso inicial tiene una cantidad de 1085 gramos y que después de los 00h:02min:30s dio lugar a un peso de 940 gramos, que mediante una ecuación matemática obtenemos el porcentaje de retención del tamiz #5 y los demás tamices.

$$\text{porcentaje retenido} = \frac{\text{peso despues del tamizado}}{\text{peso antes del tamizado}}$$

$$\text{porcentaje retenido} = \frac{940 \text{ gramos}}{1085 \text{ gramos}} = 0.8663 \text{gramos} * 100 = 86,6359\%$$

4.1.3 Análisis

Cabe recalcar que la materia prima que se obtuvo para la realización de este proyecto trajo consigo granulometrías ya establecidas desde el proceso de trituración de la empresa encargada del mismo, como granos que van desde los 3 a 6 mm; para nuestras pruebas anteriormente explicadas se realizó un cálculo promedio entre los diferentes resultados, con la finalidad de sacar un porcentaje general con respecto a la materia prima obtenida.

De un saco de 50 kg de caucho reciclado adquirido en la empresa “Casa Guzmán” el cual tenía granulometrías de 3 a 6 mm ya establecidas, se constató por medio del proceso de tamizado la presencia de un 89,0127 % de material de 6 mm y el 10,9873 % de material de 3 mm; razón por la cual se eligió trabajar con el granulo de 6 mm para este proyecto de titulación como material experimental debido a que se va encontrar en el mercado con mayor facilidad y mayor proporción al momento de su adquisición.

4.2 Pruebas de dosificación de agregados para mortero tradicional con caucho reciclado

Estas pruebas se realizaron en el Departamento de Construcciones de la Dirección de Obras Públicas del Gobierno provincial del Guayas, bajo la supervisión del Arq. Luis Sánchez Alvarado. Una vez con el caucho preseleccionado (6 mm), se realizaron varias pruebas de dosificación tomando las siguientes consideraciones en cuanto a las características de los materiales a usarse:

4.2.1 Arena:

La norma (NTE INEN 2536 (2010) menciona que los áridos como la arena para mampostería pueden ser adquiridas mediante forma natural extraídas de ríos y por procesos de trituración mecánica de rocas.

4.2.2 Agua:

El agua utilizada para el mortero de pega debe estar libre de elementos perjudiciales tales como aceites, ácidos, alcoholes, sales, materias orgánicas u otras sustancias que puedan ser dañinas para el mortero o el refuerzo embebido”. (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015)

4.2.3 Cemento:

Cemento normal que se obtiene tras mezclar el Clinker con el yeso, es el que más se utiliza en la construcción y al ser un tipo de cemento hidráulico, su principal característica es la de fraguar y endurecerse al entrar en contacto con el agua. (UMACON, 2017)

4.2.4 Caucho:

Caucho de neumático fuera de uso (NFU) que pasa por un proceso de triturado mecánico y posterior tamizado con un grano de 6 mm.

Tabla 28 Prototipos de dosificaciones con el agregado caucho

Prototipos	Cemento	Arena	Caucho (6mm)	Agua	
Prueba 1	2	2	2	472,7 gramos	X
Prueba 2	1	2	2	472,7 gramos	√
Prueba 3	1	2	1	472,7 gramos	√
Prueba 4	1	1	1	472,7 gramos	X
Prueba 5	1	1	2	472,7 gramos	X
Prueba 6	1	1	3	472,7 gramos	X

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.2.5 Elaboración de prototipos de prueba

1). Preparación de superficie y dosificaciones



Figura 23 Preparación de superficies y dosificaciones
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

2) Elaboración del enlucido etapa inicial



Figura 24 Elaboración de enlucido etapa inicial
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

3) Elaboración del enlucido etapa final con supervisión de profesionales técnicos altamente capacitados



Figura 25 Elaboración de enlucido etapa final
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Luego de realizar las pruebas empíricas de dosificación y en base a la observación y experiencia de la supervisión a cargo se llegó a las siguientes conclusiones, a partir de los resultados:

Las pruebas: Prueba 1 dosificación: (2cemento:2arena:2caucho) la muestra presento baja consistencia en el momento del amasado y en el proceso de fraguado se presentó alta resequedad llegando a cuartearse. Prueba 4: dosificación (1cemento:1arena:1caucho) en esta muestra se presentó resequedad y fisurado debido a la poca presencia de arena. Prueba 5 dosificación (1cemento:1arena:2caucho) en esta prueba no se logró una correcta consistencia, desmoronándose en el proceso del fraguado debido a que contenía demasiado caucho. Prueba 6 dosificación (1cemento:1arena:3caucho) en esta prueba también presento una consistencia deficiente provocando desmoronamiento debido a que la argamasa contiene demasiado caucho. Es por esto que estas dosificaciones no cumplen con los requerimientos y características necesarias para continuar con las pruebas posteriores.

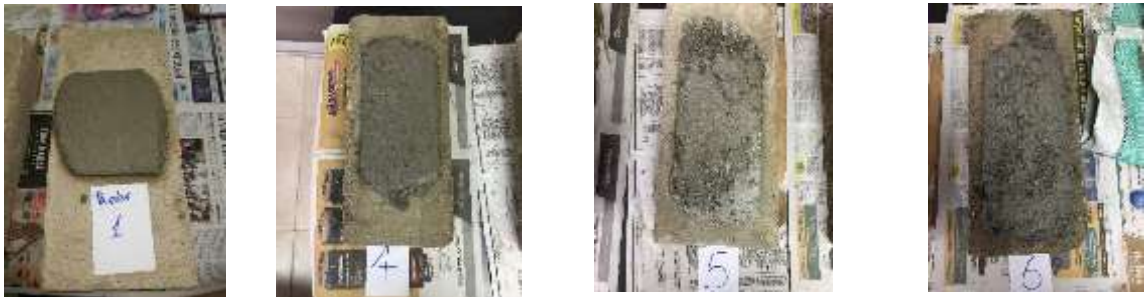


Figura 26 Pruebas que no cumplen los requerimientos
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Prueba 2: El mortero realizado con esta dosificación (1cemento:2arena:2caucho), cumple con los requerimientos y características mínimas necesarias como consistencia, manejabilidad para continuar con las pruebas posteriores.



Figura 27 Prueba dosificación 1 cemento:2 arena:2 caucho
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Prueba 3: El mortero realizado con esta dosificación (1 cemento:2 arena:1 caucho), cumple con los requerimientos y características mínimas como consistencia, manejabilidad necesaria para continuar con las pruebas posteriores.



Figura 28: Prueba dosificación 1 cemento:2 arena:1 caucho
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Después de experimentar con las diferentes proporciones se procedió hacer pruebas técnicas de laboratorio con la finalidad de corroborar la eficacia de la proporción seleccionada en la prueba empírica descrita anteriormente.

4.3 Pruebas técnicas de laboratorio

Las pruebas que se realizaron son las siguientes:

- Pruebas de densidad del cemento
- Prueba de consistencia y fraguado del cemento
- Prueba de mortero tradicional con caucho (1cemento:2arena:2caucho)
 - Prueba de absorción y densidad del mortero tradicional (1cemento:2arena:2caucho)
 - Prueba de resistencia a la compresión del mortero tradicional con caucho reciclado (1cemento:2arena:2caucho)
- Prueba de mortero tradicional con caucho (1cemento:2arena:1caucho)
 - Prueba de absorción y densidad del mortero tradicional (1cemento:2arena:1caucho)
 - Prueba de resistencia a la compresión del mortero tradicional con caucho reciclado (1cemento:2arena:1caucho)
- Prueba de mortero tradicional (1cemento:2arena)
 - Prueba de absorción y densidad del mortero tradicional (1cemento:2arena)
 - Prueba de resistencia a la compresión del mortero tradicional (1cemento:2arena)
- Cuadro comparativo de resultados de absorción y densidad: dosificaciones (1cemento:2arena mortero tradicional) ;(1cemento:2arena:2caucho mortero con caucho) ;(1cemento:2arena:1caucho mortero con caucho)
- Cuadro comparativo de resultados de resistencia a la compresión: dosificación (1cemento:2arena mortero tradicional) ;(1cemento:2arena:2caucho mortero con caucho) ;(1cemento:2arena:1caucho mortero con caucho)
- (1cemento:2arena:1caucho) Dosificación escogida para introducción a siguientes pruebas.
- Prueba de adherencia (resistencia a la tracción) mortero con caucho (1cemento:2arena:1caucho) y mortero tradicional (1cemento:2caucho)

- Prueba de aislamiento acústico mortero con caucho (1cemento:2arena:1caucho) y mortero tradicional (1cemento:2arena)
- Prueba de aislamiento térmico mortero con caucho (1cemento:2arena:1caucho) y mortero tradicional (1cemento:2arena).
- Rendimientos del material experimental: mortero con caucho (1cemento:2arena:1caucho)
- Presupuesto del material experimental: mortero con caucho (1cemento:2arena:1caucho)

En el Laboratorio de suelos Dr. Ing. Arnaldo Rufilli de la facultad de ciencias matemáticas y física, de la universidad Guayaquil, bajo la supervisión del operador de Equipo Sr. Dennys Reina Ban, se realizaron las pruebas de:

- Densidad, consistencia y fraguado del cemento.
- Absorción y densidad de los morteros con caucho dosificaciones (1cemento:2arena:2caucho); (1cemento:2arena:1caucho) y tradicional (1cemento, 2arena).
- Resistencia a la compresión de los morteros con caucho dosificaciones (1cemento:2arena:2caucho); (1cemento:2arena:1caucho) y tradicional (1cemento:2arena).

4.4 Prueba de densidad del cemento:

Los materiales e instrumentos requeridos para esta prueba fueron: cemento portland, un frasco de lechatelier, gasolina.

En un recipiente con una cantidad de 100 gramos de cemento se lo coloca en el horno a una temperatura constante de 110°C por 00h:30min:00s.

Luego se llenó de gasolina el frasco de lechatelier para tomar su lectura inicial la cual fue de 0,06 ml.

Después de haber transcurrido el tiempo de secado al horno (30 minutos) de la muestra de 100 gramos de cemento se tomó la cantidad de 64 gramos de cemento para introducirlo dentro del frasco lechatelier y se tomó la lectura final dando 21,2 ml.

Tabla 29 Lecturas tomadas (prueba de densidad del cemento)

Lecturas tomadas (Prueba de densidad del cemento)	
Lectura inicial	0,06 ml
Lectura final	21,2 ml

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)



Figura 29: Proceso de prueba densidad del cemento
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.5 Prueba de consistencia y fraguado del cemento

En las pruebas de consistencias y fraguado se tomó 250 gramos de cemento y 71,4 gramos de agua donde realizando la prueba de laboratorio con instrumentos como la aguja de vicat misma que sirve para sacar la consistencia y tiempo de fraguado, resultado tener una consistencia de 10% y la lectura del fraguado 40 ml.

Tabla 30 Lecturas tomadas (prueba de consistencia y fraguado del cemento)

Lecturas tomadas (Prueba de consistencia y fraguado del cemento)	
Consistencia	10 %
Lectura de fraguado	40 ml

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)



Figura 30: Proceso de consistencia y fraguado del cemento
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.6 Prueba de mortero tradicional con caucho (1 parte de cemento; 2 partes de arena; 2 partes de caucho)

Para la realización de estas pruebas técnicas sobre el mortero con caucho reciclado (NFU), se elaboraron 9 cilindros con la dosificación (1cemento:2arena:2caucho).

La proporción de los componentes es de 1 parte de cemento (707.3 gr); 2 de arena (1561.8 gr); 2 de caucho reciclado de 6mm (526.6 gr) y 472,7 gramos de agua.

Se usaron cilindros metálicos con un diámetro de: 4.50 cm y una altura de h: 10 cm.

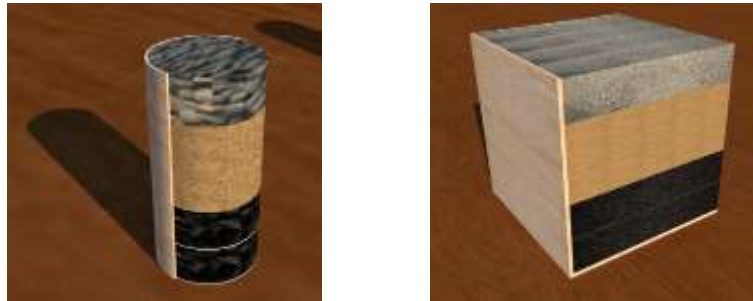


Figura 31: Dosificación (1cemento:2arena:2caucho)
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Por medio de la dosificación propuesta se tomó como unidad de medida un recipiente de 500 ml para medir las partes de cada uno de los agregados, mediante la siguiente tabla se explica que cantidad de material se usó para la elaboración de los cilindros.

Tabla 31 (Gramajes de dosificación 1cemento:2arena:2caucho)

Dosificación del mortero con caucho reciclado (NFU)	Dosificación	(Peso total) – (recipiente)	Peso gr	Peso total de dosificación
Cemento	1	763 gramos – recipiente (55,7 gramos)	707,3 gramos	707,3 gramos
Arena	2	836,6 gramos - recipiente (55,7 gramos)	780,9 gramos 780,9 gramos	1561,8 gramos
Caucho	2	319 gramos – recipiente (55,7 gramos)	263,3 gramos 263,3 gramos	526,6 gramos
Agua		570,8 gramos – recipiente (98,1 gramos)	472,7 gramos	472,7 gramos

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.6.1 1) Preparación de dosificación



Figura 32: Proceso de preparación de dosificación (1 cemento:2arena:2caucho)
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.6.2 2) Elaboración de argamasa para los cilindros con la dosificación (1 cemento:2arena:2caucho)



Figura 33: Proceso de elaboración de cilindros con caucho (1 cemento:2arena:2caucho)
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Una vez determinada las cantidades (gr) para la realización de la argamasa, se dio lugar a la toma de las siguientes características de los cilindros.

4.6.3 Pesos iniciales de los cilindros realizados con caucho de 6 mm con dosificación (1 cemento:2arena:2caucho):

Cabe recalcar que estos pesos se tomaron después del proceso de fundición y fraguado de cada cilindro.

Tabla 32 (Peso inicial de los cilindros (mortero con caucho 6mm dosificación (1cemento:2arena:2caucho))

Peso inicial de los cilindros (mortero con caucho 6mm dosificación (1cemento:2arena:2caucho))	
Muestras (cilindros)	Pesos (gr)
1	283,9 gramos
2	280,7 gramos
3	288,0 gramos
4	284,0 gramos
5	278,1 gramos
6	281,8 gramos
7	291,5 gramos
8	292,7 gramos
9	290,10 gramos

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)



Figura 34: Toma de pesos iniciales de cilindros con caucho (1cemento:2arena:2caucho)
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.6.4 Proceso de curado:

Este proceso se da lugar después de que las muestras de cilindro hayan fraguado y haber tomado su peso inicial, posteriormente se introducen los cilindros en el estanque con agua dando inicio al proceso del curado.



Figura 35: Proceso de curado de cilindros con caucho (1cemento:2arena:2caucho)
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.6.5 Peso seco (sacado del horno):

Este proceso se realiza después de que los cilindros hayan pasado por el curado, extrayéndolos del estanque para colocarlos en el horno a una temperatura de 110° C dejándose los cilindros por un tiempo de 24 horas para luego proceder a tomar el peso seco de cada uno.

Tabla 33 Peso seco de los cilindros después del horno (mortero con caucho 6mm dosificación (1cemento:2arena:2caucho))

Peso seco de los cilindros después del horno (mortero con caucho 6mm dosificación (1cemento:2arena:2caucho))	
Muestras (cilindros)	Pesos (gr)
1	258,5 gramos
2	256,7 gramos
3	262,1 gramos
4	258,4 gramos
5	253,8 gramos
6	258,2 gramos
7	267,0 gramos
8	267,7 gramos
9	265,3 gramos

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)



Figura 36: Toma de pesos secos al horno de cilindros con caucho (1 cemento:2arena:2caucho)
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.6.6 Prueba de absorción y densidad del mortero con caucho reciclado de 6mm con dosificación (1cemento:2arena:2caucho):

Luego de la etapa de curado y pesado después del horno fueron sumergidos nuevamente en el estanque, para posteriormente retirarlos del mismo y realizar la prueba de absorción y densidad, pesándolos inmediatamente después de haberlos sacado del agua y obtener sus pesos descritos a continuación:

4.6.6.1 Peso superficialmente seco:

Para la toma de este peso se procedió al momento de extraer los cilindros de los estanques, se secó con un pañuelo toda la superficie del cilindro de muestra que luego iba a ser colocados en una balanza con la finalidad de tomar su peso arrojando los siguientes resultados:

Tabla 34 Peso superficialmente seco (mortero con caucho 6 mm dosificación (1cemento:2arena:2caucho)

Peso superficialmente seco (mortero con caucho 6mm dosificación (1cemento:2arena:2caucho)	
Muestras (cilindros)	Pesos (gr)
1	296,0 gramos
2	293,8 gramos
3	302,0 gramos
4	296,4 gramos
5	289,5 gramos
6	294,1 gramos
7	304,6 gramos
8	306,1 gramos
9	302,8 gramos
Recipiente	23,0 gramos

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

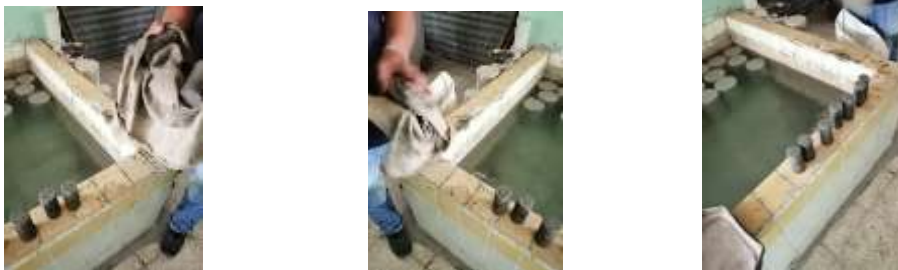


Figura 37: Toma de pesos superficialmente seco de cilindros con caucho (1cemento:2arena:2caucho)

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.6.6.2 Peso suspendido en el aire:

Para la toma de este peso se utiliza un cable suspensor que de un extremo está sujeto a una balanza y por el otro extremo lleva una canastilla con uno de los cilindros de muestra suspendido en el aire totalmente.

Tabla 35 Peso suspendido en el aire (mortero con caucho 6 mm dosificación (1cemento:2arena:2caucho))

Peso suspendido en el aire (mortero con caucho 6mm dosificación (1cemento:2arena:2caucho))	
Muestras (cilindros)	Pesos (gr)
1	296,5 gramos
2	293,9 gramos
3	300,4 gramos
4	296,7 gramos
5	289,8 gramos
6	294,1 gramos
7	304,7 gramos
8	306,0 gramos
9	302,7 gramos
Valor de canastilla	2117,4 gramos

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)



Figura 38: Toma de pesos de cilindros con caucho (1cemento:2arena:2caucho) suspendidos en el aire
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.6.6.3 Peso sumergido en agua:

Para la toma de este peso se siguió el mismo proceso del peso suspendido en el aire con un cable suspensor que enganchaba de un extremo la balanza y del otro la canastilla con la muestra del cilindro a diferencia que en este proceso se hizo uso de un contenedor copado de agua en el cual se sumerge la canastilla junto al cilindro de prueba, generando el agua un empuje a la masa de la canastilla y del cilindro arrojando un peso diferente a los demás.

Tabla 36 Peso sumergido (mortero con caucho 6 mm dosificación (1cemento:2arena:2caucho))

Peso sumergido (mortero con caucho 6mm dosificación (1cemento:2arena:2caucho))	
Muestras (cilindros)	Pesos (gr)
1	128,5 gramos
2	130,5 gramos
3	131,5 gramos
4	125,5 gramos
5	122,7 gramos
6	126,4 gramos
7	128,3 gramos
8	125,1 gramos
9	128,4 gramos
Valor de canastilla	1876,5 gramos

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)



Figura 39: Toma de pesos de cilindros con caucho (1cemento:2arena:2caucho) sumergido en el agua
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.6.6.4 Cuadro de cálculos y resultados de la prueba de absorción y densidad

Tabla 37 Simbología de variables en ecuaciones

Simbología de variables en ecuaciones
Densidad del agua (1gr/cm ³) = ρ_{agua}
Peso superficialmente seco = W_{sss}
Peso de material sumergido = W_{sms}
Peso de canasta sumergida = W_{cnt}
Peso seco al horno = W_{ssh}
1m ³ = 1000000 cm ³
1Kg = 1000 gr

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.6.6.4.1 Ecuación para la densidad saturada superficialmente seca

$$D.S.S.S = \rho_{\text{agua}} * \frac{W_{\text{sss}}}{W_{\text{sss}} - ((W_{\text{sms}} + W_{\text{cnt}}) - W_{\text{cnt}})} * \left(\frac{1000000\text{cm}^3}{1\text{m}^3}\right) * \left(\frac{1\text{kg}}{1000\text{gr}}\right)$$

4.6.6.4.2 Ecuación para la absorción

$$Absorción = \frac{W_{\text{sss}} - W_{\text{ssh}}}{W_{\text{sss}}} * 100$$

4.6.6.5 Tabla general de resultados de prueba de absorción y densidad del mortero con caucho 1cemento:2arena:2caucho

Tabla 38 Tabla general mortero con dosificación 1cemento:2arena:2caucho

MORTERO CON DOSIFICACION 1cemento:2arena:2caucho								
# muestra	peso inicial	peso seco (después del horno)	peso superficialmente seco	peso suspendido en el aire	peso sumergido en agua	Peso de canastilla sumergida en agua	Absorción (%)	Densidad
1	283,9	258,5	296	296,5	128,5	1876,5	12,67	1767,16
2	280,7	256,7	293,8	293,9	130,5	1876,5	12,63	1799,14
3	288	262,1	302	300,4	131,5	1876,5	13,21	1771,26
4	284	258,4	296,4	296,7	125,5	1876,5	12,82	1734,35
5	278,1	253,8	289,5	289,8	122,7	1876,5	12,33	1735,61
6	281,8	258,2	294,1	294,1	126,4	1876,5	12,21	1753,73
7	291,5	267	304,6	304,7	128,3	1876,5	12,34	1727,74
8	292,7	267,7	306,1	306	125,1	1876,5	12,54	1691,16
9	290,1	265,3	302,8	302,7	128,4	1876,5	12,38	1736,24

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.6.7 Prueba de resistencia a la compresión (cilindros de caucho de 6mm con dosificación 1cemento:2arena:2caucho):

En este ensayo de laboratorio se toman los cilindros ya realizados anteriormente y se proceden a romperse dentro de los días establecidos de la siguiente manera:

- Cilindros 1, 2 y 3, a los 7 días
- Cilindros 4, 5 y 6, a los 14 días
- Cilindros 7, 8 y 9 a los 28 días

Esto fue realizado en una Máquina de Ensayos de Compresión donde ejerció una fuerza sobre el cilindro de muestra, que va aumentando hasta lograr la rotura del mismo registrándose en la Maquina la fuerza de carga ejercida en Kg dato que sirve para el posterior cálculo de la resistencia soportada por el cilindro representándose en la unidad kg/cm².

Tabla 39 Resistencia a la compresión mortero con caucho 1cemento:2arena:2caucho

Cilindro	Fecha	Edad días	Carga máxima kg	Resistencia Kg/cm ²	
Cilindro Diámetro: 4,5 cm Altura: 10 cm Área(A=πr ²): 15,9 cm ²					
Ensayo de resistencia a la compresión de cilindros de mortero con caucho 6mm dosificación (1:2:2)					
	Toma	Rotura			
1	16/09/2019	23/09/2019	7	350	22,01
2	16/09/2019	23/09/2019	7	280	17,61
3	16/09/2019	23/09/2019	7	300	18,87
4	16/09/2019	30/09/2019	14	400	25,16
5	16/09/2019	30/09/2019	14	410	25,79
6	16/09/2019	30/09/2019	14	420	26,42
7	16/09/2019	14/10/2019	28	410	25,79
8	16/09/2019	14/10/2019	28	360	22,64
9	16/09/2019	14/10/2019	28	430	27,04

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)



Figura 40: Roturas de cilindros con caucho 1cemento:2arena:2caucho
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.7 Prueba de mortero tradicional con caucho (1cemento; 2arena; 1caucho)

En esta prueba se elaboraron 9 cilindros con la dosificación (1cemento:2arena:1caucho). Con una proporción de los componentes de: 1 parte de cemento (707.3 gr); 2 partes de arena (1561.8 gr); 1 parte de caucho reciclado de 6mm (263.3 gr) y 472,7 gramos de agua. Se usaron cilindros metálicos con un diámetro de: 4.50 cm y una altura de h: 10cm.

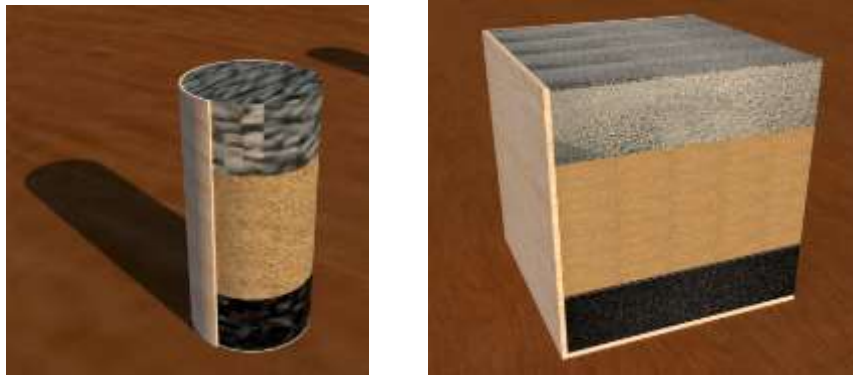


Figura 41: Dosificación (1cemento:2arena:1caucho)
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Por medio de la dosificación propuesta se tomó como unidad de medida un recipiente de 500 ml para medir las partes de cada uno de los agregados, mediante la siguiente tabla se explica que cantidad de material se usó para la elaboración de los cilindros.

Tabla 40 Gramajes de dosificación (1 cemento:2arena:1caucho)

Dosificación del mortero con caucho reciclado (NFU)	Dosificación	Peso total – recipiente	Peso gr	Peso total de dosificación
Cemento	1	763 gramos – recipiente (55,7 gramos)	707,3 gramos	707,3 gramos
Arena	2	836,6 gramos – recipiente (55,7 gramos)	780,9 gramos	1561,8 gramos
			780,9 gramos	
Caucho	1	319 gramos – recipiente (55,7 gramos)	263,3 gramos	263,3 gramos
Agua		570,8 gramos – recipiente (98,1 gramos)	472,7 gramos	472,7 gramos

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.7.1 1) Preparación de dosificación



Figura 42 Proceso de preparación de dosificación (1 cemento:2arena:1caucho)

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.7.2 2) Elaboración de argamasa para los cilindros con la dosificación (1cemento:2arena:1caucho)



Figura 43: Proceso de elaboración de cilindros con caucho (1cemento:2arena:1caucho)
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Una vez determinada las cantidades (gr) para la realización de la argamasa, se dio lugar a la toma de las siguientes características de los cilindros.

4.7.3 Pesos iniciales de los cilindros realizados con caucho de 6 mm con dosificación (1cemento:2arena:1caucho):

Estos pesos se tomaron después del proceso de fundición y fraguado de cada cilindro con dosificación 1cemento:2arena:1caucho.

Tabla 41 Peso inicial de los cilindros (mortero con caucho 6 mm con dosificación (1cemento:2arena:1caucho))

Peso inicial de los cilindros (mortero con caucho 6mm dosificación (1cemento:2arena:1caucho))	
Muestras (cilindros)	Pesos (gr)
1	298,1 gramos
2	300,4 gramos
3	305,4 gramos
4	314,4 gramos
5	315,8 gramos
6	302,5 gramos
7	307,8 gramos
8	306,3 gramos
9	305,2 gramos

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)



Figura 44: Toma de pesos iniciales de cilindros con caucho (1 cemento:2arena:1caucho)
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.7.4 Proceso de curado:

Este proceso se da lugar después de que las muestras de cilindro hayan fraguado y haber tomado su peso inicial, posteriormente se introducen los cilindros en el estanque con agua dando inicio al proceso del curado.



Figura 45: Proceso de curado de cilindros con caucho (1 cemento:2arena:1caucho)
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.7.5 Peso seco (sacado del horno):

Este proceso se realiza después de que los cilindros hayan pasado por el curado, extrayéndolos del estanque para colocarlos en el horno a una temperatura de 110° C dejándose los cilindros por un tiempo de 24 horas para luego proceder a tomar el peso seco de cada uno.

Tabla 42 Peso seco de los cilindros después del horno (mortero con caucho 6 mm dosificación (1cemento:2arena:1caucho))

Peso seco de los cilindros después del horno (mortero con caucho 6mm dosificación (1cemento:2arena:1caucho))	
Muestras (cilindros)	Pesos (gr)
1	270,1 gramos
2	272,6 gramos
3	273,4 gramos
4	281,0 gramos
5	281,5 gramos
6	268,6 gramos
7	272,7 gramos
8	274,3 gramos
9	274,2 gramos

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)



Figura 46: Toma de pesos secos al horno de cilindros con caucho (1cemento:2arena:1caucho)

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.7.6 Prueba de absorción y densidad del mortero con caucho reciclado de 6 mm con dosificación (1cemento:2arena:1caucho):

Luego de la etapa de curado y pesado después del horno fueron sumergidos nuevamente en el estanque, para posteriormente retirarlos del mismo y realizar la prueba de absorción y densidad, pesándolos inmediatamente después de haberlos sacado del agua y obtener sus pesos descritos a continuación:

4.7.6.1 Peso superficialmente seco:

Para la toma de este peso se procedió al momento de extraer los cilindros de los estanques, se secó con un pañuelo toda la superficie del cilindro de muestra que luego iba a ser colocados en una balanza con la finalidad de tomar su peso arrojando los siguientes resultados:

Tabla 43 Peso superficialmente seco (mortero con caucho 6 mm dosificación (1 cemento:2arena:1caucho))

Peso superficialmente seco (mortero con caucho 6mm dosificación (1 cemento:2arena:1caucho))	
Muestras (cilindros)	Pesos (gr)
1	313,7 gramos
2	314,8 gramos
3	315,5 gramos
4	325,2 gramos
5	328,5 gramos
6	315,3 gramos
7	318,7 gramos
8	318,4 gramos
9	317,4 gramos
Recipiente	23,0 gramos

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)



Figura 47: Toma de pesos superficialmente seco de cilindros con caucho (1:2:1)
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.7.6.2 Peso suspendido en el aire:

Para la toma de este peso se utiliza un cable suspensor que de un extremo está sujeto a una balanza y por el otro extremo lleva una canastilla con uno de los cilindros de muestra suspendido en el aire totalmente.

Tabla 44 Peso suspendido en el aire (mortero con caucho 6 mm dosificación (1 cemento:2arena:1caucho))

Peso suspendido en el aire (mortero con caucho 6mm dosificación (1 cemento:2arena:1caucho))	
Muestras (cilindros)	Pesos (gr)
1	314,7 gramos
2	315,6 gramos
3	316,4 gramos
4	326,2 gramos
5	329,2 gramos
6	317,0 gramos
7	319,7 gramos
8	319,4 gramos
9	319,2 gramos
Valor de canastilla	2117,4 gramos

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)



Figura 48: Toma de pesos de cilindros con caucho (1 cemento:2arena:1caucho) suspendidos en el aire
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.7.6.3 Peso sumergido en agua:

Para la toma de este peso se siguió el mismo proceso del peso suspendido en el aire con un cable suspensor que enganchaba de un extremo la balanza y del otro la canastilla con la muestra del cilindro a diferencia que en este proceso se hizo uso de un contenedor copado de agua en el cual se sumerge la canastilla junto al cilindro de prueba, generando el agua un empuje a la masa de la canastilla y del cilindro arrojando un peso diferente a los demás.

Tabla 45 Peso sumergido (mortero con caucho 6mm dosificación (1cemento:2arena:1caucho))

Peso sumergido (mortero con caucho 6mm dosificación (1cemento:2arena:1caucho))	
Muestras (cilindros)	Pesos (gr)
1	148,1 gramos
2	149,4 gramos
3	150,1 gramos
4	153,2 gramos
5	154,6 gramos
6	148,8 gramos
7	150,3 gramos
8	153,6 gramos
9	151,2 gramos
Valor de canastilla	1876,5 gramos

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)



Figura 49: Toma de pesos de cilindros con caucho (1cemento:2arena:1caucho) sumergido en el agua
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.7.6.4 Cuadro de cálculos y resultados de la prueba de absorción y densidad

Tabla 46 Simbología de variables en ecuaciones

Simbología de variables en ecuaciones
Densidad del agua (1gr/cm ³) = ρ_{agua}
Peso superficialmente seco = W_{sss}
Peso de material sumergido = W_{sms}
Peso de canasta sumergida = W_{cnt}
Peso seco al horno = W_{ssh}
1m ³ = 1000000 cm ³
1Kg = 1000 gr

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.7.6.4.1 Ecuación para la densidad saturada superficialmente seca

$$D.S.S.S = \rho_{\text{agua}} * \frac{W_{\text{sss}}}{W_{\text{sss}} - ((W_{\text{sms}} + W_{\text{cnt}}) - W_{\text{cnt}})} * \left(\frac{1000000\text{cm}^3}{1\text{m}^3}\right) * \left(\frac{1\text{kg}}{1000\text{gr}}\right)$$

4.7.6.4.2 Ecuación para la absorción

$$\text{Absorción} = \frac{W_{\text{sss}} - W_{\text{ssh}}}{W_{\text{sss}}} * 100$$

4.7.6.5 Tabla general de resultados de prueba de absorción y densidad del mortero con caucho 1cemento:2arena:1caucho

Tabla 47 Tabla general mortero con dosificación 1cemento:2arena:1caucho

MORTERO TRADICIONAL CON DOSIFICACION 1cemento:2arena:1caucho								
# muestra	peso inicial	peso seco (después del horno)	peso superficialmente seco	peso suspendido en el aire	peso sumergido en agua	Peso de canastilla sumergida en agua	Absorción (%)	Densidad
1	298,1	270,1	313,7	314,7	148,1	1876,5	13,90	1894,32
2	300,4	272,6	314,8	315,6	149,4	1876,5	13,41	1903,26
3	305,4	273,4	315,5	316,4	150,1	1876,5	13,34	1907,50
4	314,4	281	325,2	326,2	153,2	1876,5	13,59	1890,70
5	315,8	281,5	328,5	329,2	154,6	1876,5	14,31	1889,02
6	302,5	268,6	315,3	317	148,8	1876,5	14,81	1893,69
7	307,8	272,7	318,7	319,7	150,3	1876,5	14,43	1892,52
8	306,3	274,3	318,4	319,4	153,6	1876,5	13,85	1932,04
9	305,2	274,2	317,4	319,2	151,2	1876,5	13,61	1909,75

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.7.7 Prueba de resistencia a la compresión (cilindros de caucho de 6mm con dosificación 1cemento:2arena:1caucho):

En este ensayo de laboratorio se toman los cilindros ya realizados anteriormente y se proceden a romperse dentro de los días establecidos de la siguiente manera:

- Cilindro 1, 2 y 3 a los 7 días
- Cilindro 4, 5 y 6 a los 14 días
- Cilindros 7, 8 y 9 a los 28 días

Esto fue realizado en una Máquina de Ensayos de Compresión donde ejerció una fuerza sobre el cilindro de muestra, que va aumentando hasta lograr la rotura del mismo registrándose en la Maquina la fuerza de carga ejercida en Kg dato que sirve para el posterior cálculo de la resistencia soportada por el cilindro representándose en la unidad kg/cm².

Tabla 48 Resistencia a la compresión mortero con caucho 1cemento:2arena:1caucho

Cilindro	Fecha	Edad días	Carga máxima kg	Resistencia Kg/cm ²
Cilindro Diámetro: 4,5 cm Altura: 10 cm Área($A=\pi r^2$): 15,9 cm²				
Ensayo de resistencia a la compresión de cilindros de mortero con caucho 6mm dosificación (1:2:1)				
	Toma	Rotura		
1	16/09/2019	23/09/2019	7	570
2	16/09/2019	23/09/2019	7	530
3	16/09/2019	23/09/2019	7	420
4	16/09/2019	30/09/2019	14	700
5	16/09/2019	30/09/2019	14	630
6	16/09/2019	30/09/2019	14	600
7	16/09/2019	14/10/2019	28	600
8	16/09/2019	14/10/2019	28	590
9	16/09/2019	14/10/2019	28	860

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)



Figura 50: Roturas de cilindros con caucho 1 cemento:2arena:1caucho
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.8 Prueba de mortero tradicional (1 parte de cemento; 2 partes de arena)

Para la realización de estas pruebas técnicas sobre el mortero tradicional, se elaboraron 4 cilindros con la dosificación (1cemento:2arena).

La proporción de los componentes es de 1 parte de cemento (314.36 gr); 2 de arena (1561.8 gr); y 472,7 gramos de agua.

Se usaron cilindros metálicos con un diámetro de: 4.50 cm y una altura de h: 10cm.

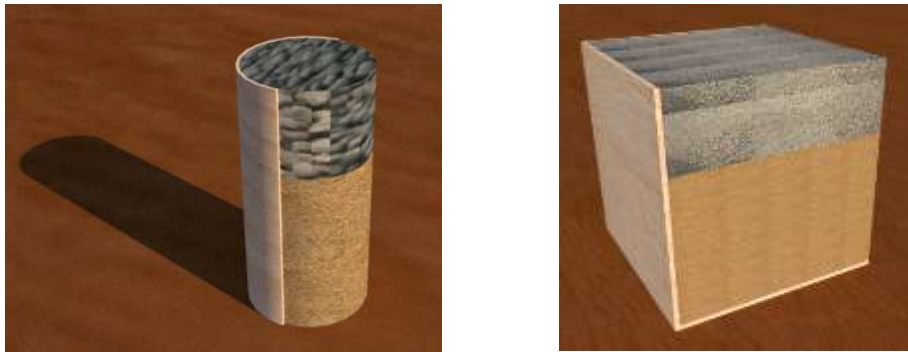


Figura 51: Dosificación (1cemento:2arena)
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Por medio de la dosificación propuesta se tomó como unidad de medida un recipiente de 500 ml para medir las partes de cada uno de los agregados, mediante la siguiente tabla se explica que cantidad de material se usó para la elaboración de los cilindros.

Tabla 49 Gramajes de dosificación 1cemento:2arena

Dosificación del mortero con caucho reciclado (NFU)	Dosificación	Peso total – recipiente	Peso gr	Peso total de dosificación
Cemento	1	370,06 gramos – recipiente (55,7 gramos)	314,36 gramos	314,36 gramos
Arena	2	402,77 gramos – recipiente (55,7 gramos)	347,07 gramos	694,13 gramos
Agua		308,19 gramos – recipiente (98,1 gramos)	210,09 gramos	210,09 gramos

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.8.1 1) Preparación de dosificación



Figura 52: Proceso de preparación de dosificación (1cemento:2arena)

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.8.2 2) Elaboración de argamasa para los cilindros con la dosificación (1cemento:2arena)



Figura 53: Proceso de elaboración de cilindros con mortero tradicional (1cemento:2arena)

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Una vez determinada las cantidades (gr) para la realización de la argamasa, se dio lugar a la toma de las siguientes características de los cilindros.

4.8.3 Pesos iniciales de los cilindros de mortero tradicional con dosificación (1cemento:2arena):

Estos pesos se tomaron después del proceso de fundición y fraguado de cada cilindro con dosificación 1cemento:2arena.

Tabla 50 Peso inicial de los cilindros (mortero tradicional)

Peso inicial de los cilindros (mortero tradicional)	
Muestras (cilindros)	Pesos (gr)
1	321,5 gramos
2	322,0 gramos
3	320,5 gramos
4	327,8 gramos

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)



Figura 54: Toma de pesos iniciales de cilindros con mortero tradicional (1cemento:2arena)

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.8.4 Proceso de curado:

Este proceso se da lugar después de que las muestras de cilindro hayan fraguado y haber tomado su peso inicial, posteriormente se introducen los cilindros en el estanque con agua dando inicio al proceso del curado.



Figura 55: Proceso de curado de cilindros con mortero tradicional (1 cemento:2arena)
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.8.5 Peso seco (sacado del horno):

Este proceso se realiza después de que los cilindros hayan pasado por el curado, extrayéndolos del estanque para colocarlos en el horno a una temperatura de 110° C dejándose los cilindros por un tiempo de 24 horas para luego proceder a tomar el peso seco de cada uno.

Tabla 51 Peso seco de los cilindros después del horno (mortero tradicional)

Peso seco de los cilindros después del horno (mortero tradicional)	
Muestras (cilindros)	Pesos (gr)
1	292,7 gramos
2	294,0 gramos
3	291,8 gramos
4	298,3 gramos

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)



Figura 56: Toma de pesos secos al horno de cilindros con mortero tradicional (1cemento:2arena)
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.8.6 Prueba de absorción y densidad del mortero tradicional:

Luego de la etapa de curado y pesado después del horno fueron sumergidos nuevamente en el estanque, para posteriormente retirarlos del mismo y realizar la prueba de absorción y densidad, pesándolos inmediatamente después de haberlos sacado del agua y obtener sus pesos descritos a continuación:

4.8.6.1 Peso superficialmente seco:

Para la toma de este peso se procedió al momento de extraer los cilindros de los estanques, se secó con un pañuelo toda la superficie del cilindro de muestra que luego iba a ser colocados en una balanza con la finalidad de tomar su peso arrojando los siguientes resultados.

Tabla 52 Peso superficialmente seco (mortero tradicional)

Peso superficialmente seco (mortero tradicional)	
Muestras (cilindros)	Pesos (gr)
1	336 gramos
2	336,5 gramos
3	334,2 gramos
4	342,0 gramos
Recipiente	23,0 gramos

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)



Figura 57: Toma de pesos superficialmente seco de cilindros con mortero tradicional (1 cemento:2arena)
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.8.6.2 Peso suspendido en el aire:

Para la toma de este peso se utiliza un cable suspensor que de un extremo está sujeto a una balanza y por el otro extremo lleva una canastilla con uno de los cilindros de muestra suspendido en el aire totalmente.

Tabla 53 Peso suspendido en el aire (mortero tradicional)

Peso suspendido en el aire (mortero tradicional)	
Muestras (cilindros)	Pesos (gr)
1	337,3 gramos
2	337,3 gramos
3	335,2 gramos
4	343,3 gramos
Valor de canastilla	2117,4 gramos

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)



Figura 58. Toma de pesos de cilindros con caucho (1 cemento:2arena) suspendidos en el aire
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.8.6.3 Peso sumergido en agua:

Para la toma de este peso se siguió el mismo proceso del peso suspendido en el aire con un cable suspensor que enganchaba de un extremo la balanza y del otro la canastilla con la muestra del cilindro a diferencia que en este proceso se hizo uso de un contenedor copado de agua en el cual se sumerge la canastilla junto al cilindro de prueba, generando el agua un empuje a la masa de la canastilla y del cilindro arrojando un peso diferente a los demás.

Tabla 54 Peso sumergido (mortero tradicional)

Peso sumergido (mortero tradicional)	
Muestras (cilindros)	Pesos (gr)
1	169,3 gramos
2	169,8 gramos
3	168,8 gramos
4	174,2 gramos
Valor de canastilla	1876,5 gramos

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)



Figura 59: Toma de pesos de cilindros (1 cemento:2arena) sumergido en el agua

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.8.6.4 Cuadro de cálculos y resultados de la prueba de absorción y densidad

Tabla 55 Simbología de variables en ecuaciones

Simbología de variables en ecuaciones
Densidad del agua ($1\text{gr}/\text{cm}^3$) = ρ_{agua}
Peso superficialmente seco = W_{sss}
Peso de material sumergido = W_{sms}
Peso de canasta sumergida = W_{cnt}
Peso seco al horno = W_{ssh}
$1\text{m}^3 = 1000000 \text{ cm}^3$
$1\text{Kg} = 1000 \text{ gr}$

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.8.6.4.1 Ecuación para la densidad saturada superficialmente seca

$$D.S.S.S = \rho_{\text{agua}} * \frac{W_{\text{sss}}}{W_{\text{sss}} - ((W_{\text{sms}} + W_{\text{cnt}}) - W_{\text{cnt}})} * \left(\frac{1000000\text{cm}^3}{1\text{m}^3}\right) * \left(\frac{1\text{kg}}{1000\text{gr}}\right)$$

4.8.6.4.2 Ecuación para la absorción

$$\text{Absorción} = \frac{W_{\text{sss}} - W_{\text{ssh}}}{W_{\text{sss}}} * 100$$

4.8.6.5 Tabla general de resultados de prueba de absorción y densidad del mortero tradicional 1cemento:2arena

Tabla 56 Tabla general mortero con dosificación (1cemento:2arena)

MORTERO TRADICIONAL CON DOSIFICACIÓN 1:2								
# muestra	peso inicial	peso seco (después del horno) (gr)	peso superficialmente seco(gr)	peso suspendido en el aire(gr)	peso sumergido en agua(gr)	Peso de canastilla sumergida en agua(gr)	Absorción (%)	Densidad(kg/m3)
1	321,5	297,7	336	337,3	169,3	1876,5	11,40	2015,60
2	322	294	336,5	337,3	169,8	1876,5	12,63	2018,60
3	320,5	291,8	334,2	335,2	168,8	1876,5	12,69	2020,56
4	327,8	298,3	342	343,3	174,2	1876,5	12,78	2038,14

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.8.7 Prueba de resistencia a la compresión (mortero tradicional):

En este ensayo de laboratorio se toman los cilindros ya realizados anteriormente y se proceden a romperse dentro de los días establecidos de la siguiente manera:

- Cilindro 1 a los 7 días
- Cilindro 2 a los 14 días
- Cilindros 3 y 4 a los 28 días

Esto fue realizado en una Máquina de Ensayos de Compresión donde ejerció una fuerza sobre el cilindro de muestra, que va aumentando hasta lograr la rotura del mismo registrándose en la Maquina la fuerza de carga ejercida en Kg dato que sirve para el posterior cálculo de la resistencia soportada por el cilindro representándose en la unidad kg/cm².

Tabla 57 Resistencia a la compresión mortero tradicional (1cemento:2arena)

Cilindro	Diámetro:	4,5 cm	Altura:	10 cm	Área($A=\pi r^2$):	15,9 cm ²
Ensayo de resistencia a la compresión de cilindros con mortero tradicional						
Cilindro	Fecha		Edad días	Carga máxima kg	Resistencia (Kg/cm ²)	
	Toma	Rotura				
1	16/09/2019	23/09/2019	7	1250	78,62	
2	16/09/2019	30/09/2019	14	1970	123,9	
3	16/09/2019	14/10/2019	28	2500	157,23	
4	16/09/2019	14/10/2019	28	2400	150,94	

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.9 Cuadro comparativo de resultados de absorción y densidad: dosificaciones; (1cemento:2arena:2caucho - mortero con caucho); (1cemento:2arena:1caucho - mortero con caucho); (1cemento:2caucho - mortero tradicional).

Tabla 58 (Cuadro comparativo de absorción y densidad de las dosificaciones)

Cuadro de resultados de peso, absorción y densidad										
Cilindros	Días	Dosificaciones con caucho de 6mm						Dosificación con mortero tradicional		
		1:2:2			1:2:1			1:2		
		Peso inicial(gr)	Absorción (%)	Densidad (Kg/m3)	Peso inicial (gr)	Absorción (%)	Densidad (Kg/m3)	Peso inicial(gr)	Absorción (%)	Densidad (Kg/m3)
1	7	283,9	12,67	1767,16	298,1	13,90	1894,32	321,50	11,40	2015,60
2	7	280,7	12,63	1799,14	300,4	13,41	1903,26			
3	7	288	13,21	1771,26	305,4	13,34	1907,50			
4	14	284	12,82	1734,35	314,4	13,59	1890,70	322,00	12,63	2018,60
5	14	278,1	12,33	1735,61	315,8	14,31	1889,02			
6	14	281,8	12,21	1753,73	302,5	14,81	1893,69			
7	28	291,5	12,34	1727,74	307,8	14,43	1892,52	320,50	12,69	2020,56
8	28	292,7	12,54	1691,16	306,3	13,85	1932,04	327,80	12,78	2038,14
9	28	290,1	12,38	1736,24	305,2	13,61	1909,75			

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.10 Análisis de resultados (prueba de absorción y densidad)

Mediante la toma de resultados del peso de cada uno de los cilindros, arrojados por la balanza digital se puede observar que al comparar los mismos de las 3 diferentes dosificaciones con caucho: (1cemento:2arena:1caucho - M. con caucho); (1cemento:2arena:2caucho - M. con caucho); (1cemento:2arena - M. tradicional) se encuentra una disminución del peso en las dosificaciones con caucho obteniendo más ligereza; debido a la baja densidad del caucho en comparación con la arena y el cemento.

Luego al aplicar las diferentes ecuaciones para hallar la absorción y la densidad se constató que, a menor presencia de caucho hay mayor absorción y densidad entre los morteros con caucho.

Siendo el mortero con la dosificación 1cemento:2arena:1caucho el que obtenga los conteos más altos debidos en parte a que los granos de caucho generan vacíos en el volumen de la argamasa aumentando su absorción y al poseer en su composición menor cantidad de granos de caucho que la dosificación 1cemento:2arena:2caucho, provoca que el cemento y la arena se compacten aumentando su densidad.

Por otro lado, en el mortero tradicional al no existir la presencia de los granos de caucho, el cemento y la arena aumentan su densidad a tal punto que disminuye su absorción en comparación con los morteros con caucho (tabla # 55).

Tabla 59 Norma Básica de la Edificación (NBE-CT-79)

Tipo	Densidad (Kg/m ³)
Mortero de cemento	2000
Mortero con caucho (1cemento:2arena:1caucho)	1932
Mortero con caucho (1cemento:2arena:2caucho)	1736
Mortero de cal y bastardos	1600

Fuente: Norma Básica de la Edificación (NBE-CT-79)

4.11 Cuadro comparativo de resultados de resistencia a la compresión: dosificación; (1cemento:2arena:2caucho - mortero con caucho); (1cemento:2arena:1caucho - mortero con caucho); (1cemento:2arena - mortero tradicional).

Tabla 60 Cuadro comparativo de resistencia a la compresión de las diferentes dosificaciones

Cuadro de resultados de resistencia a la compresión				
Cilindros	Días	Dosificaciones con caucho 6mm		Dosificación con mortero tradicional
		1:2:2	1:2:1	1:2
		Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2
1	7	22,01	35,85	78,62
2	7	17,61	33,33	
3	7	18,87	26,42	
4	14	25,16	44,03	123,9
5	14	25,79	39,62	
6	14	26,42	37,74	
7	28	25,79	37,74	157,23 150,94
8	28	22,64	37,11	
9	28	27,04	54,09	

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.12 Análisis de resultados (prueba de resistencia a la compresión):

En lo que respecta a la prueba de resistencia a la compresión se obtuvo como resultado después de las roturas de los cilindros con las diferentes dosificaciones y en diferentes fechas; logrando una mayor resistencia entre los morteros con caucho, la dosificación 1cemento:2arena:1caucho, debido a que al restar una parte de granos de caucho y por ende ser ocupada por cemento y arena en relación al volumen total en comparación a la dosificación 1cemento:2arena:2caucho, provocando que la resistencia se incremente.

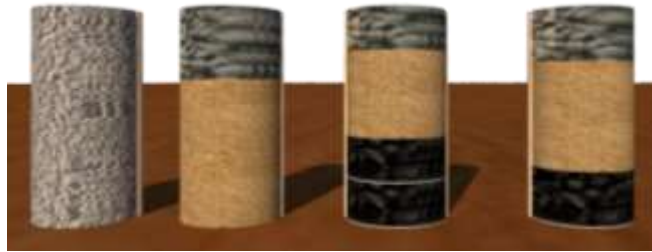


Figura 60: Dosificaciones (1:2; 1:2:2; 1:2:1)
 Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

El mortero 1cemento:2arena:1caucho ingresa en los estándares de resistencia según la norma NTE INEN 2528 (2010): (Morteros para unidades de Mampostería. Requisitos). Obteniendo 54,09Kg/cm² que equivalen a 5.30 Mpa.

Tabla 61 Especificaciones de resistencia a la compresión del mortero

Especificaciones por propiedades requisitos						
Mortero	Tipo	Resistencia promedio a la compresión a 28 días min. (Mpa)	Kg/cm ²	Resistencia de agua % Max.	Contenido de aire % Max. B	Relación de áridos (medidos en condición húmeda, suelta)
Cemento y cal	M	17.2	175	75	12	No menos que 2 ¼ y no más que 3 ½ veces de volúmenes separados de materiales cementantes
	S	12.4	126	75	12	
	N	5.2	53	75	14 ^c	
	O	2.4	25	75	14 ^c	
Cemento para Mortero	M	17.2	175	75	12	
	S	12.4	126	75	12	
	N	5.2	53	75	14 ^c	
	O	2.4	25	75	14 ^c	
Cemento para Mampostería	M	17.2	175	75	18	
	S	12.4	126	75	18	
	N	5.2	53	75	20 ^D	
	O	2.4	25	75	20 ^D	

Fuente: NTE INEN 2518 (2010)

4.13 (1cemento:2arena:1caucho) Dosificación escogida para introducción a siguientes pruebas.

En base a los resultados obtenidos en las pruebas de absorción, densidad y resistencia a la compresión, realizadas hasta esta etapa se determinó la dosificación (1cemento:2arena:1caucho) para realizar las pruebas de adherencia (resistencia a la tracción), aislamiento acústico, aislamiento térmico.

En el Laboratorio de materiales de la empresa SIKA Ecuatoriana S.A ubicada en el cantón Duran, bajo la supervisión del Ing. Armando Banchon V. Jefe de laboratorio, LEM, se realizaron las pruebas de:

- Prueba de adherencia (resistencia a la tracción / Pull Off) mortero con caucho (1cemento:2arena:1caucho) y mortero tradicional (1cemento:2arena).

4.14 Prueba de adherencia (resistencia a la tracción) mortero con caucho (1cemento:2arena:1caucho) y mortero tradicional (1cemento:2arena)

Para la realización de esta prueba se tomó en cuenta la norma ASTM 7234 que se refiere a la prueba de medición de la adherencia (Pull Off) por extracción del recubrimiento usando el equipo “Satec” para morteros.

4.14.1 Elaboración de vigas:

Se elaboraron 6 vigas de hormigón con las dimensiones de L:60 cm, a:15 cm, b:15 cm.



Figura 61 Elaboración de vigas
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.14.2 Acondicionamiento de superficies de vigas para proceso de enlucido:

Transcurrido 28 días (tiempo de fraguado) después de la fundición de las vigas, se procedió a la etapa de picado de las superficies de las vigas para lo cual se utilizó una herramienta llamada picota.



Figura 62: Preparación de superficies de viga
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.14.3 Enlucido de las vigas:

Después de la etapa de picado y teniendo en cuenta que solo serán utilizadas dos caras de las cuatro caras de cada viga; una cara para enlucirla con el mortero tradicional y la otra para el mortero con caucho (1 cemento:2 arena:1 caucho), se procedió al enlucido de las vigas dándole un espesor al mortero de 1.5 cm por medio de tiras de madera semidura sobresalidas y aseguradas con prensas metálicas.



Figura 63: Enlucido de vigas con dosificación (1 cemento:2 arena:1 caucho) y (1 cemento:2 caucho)
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Teniendo un total de 6 caras enlucidas con el mortero tradicional con caucho (1cemento:2arena:1caucho) y 6 caras enlucidas con el mortero tradicional (1cemento:2arena).

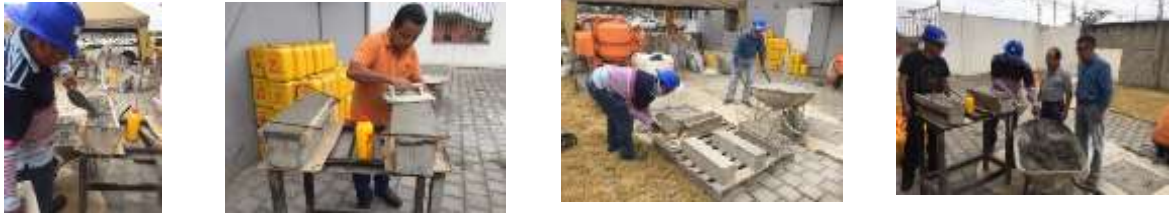


Figura 64: Enlucido de vigas con dosificación (1cemento:2arena:1caucho) y (1cemento:2caucho)
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.14.4 Aislado del área de la muestra:

Al cuarto día después del enlucido de las vigas, se taladro con la utilización de una broca sacabocado para hormigón de 6 cm de diámetro alrededor del contorno de cada una de las pastillas para así poder aislar el área de extracción de la muestra.



Figura 65: Aislado de áreas de muestra
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.14.5 Pegado de pastillas metálicas:

Dos días después del aislado del área de muestra se procedió al pegado de las pastillas metálicas que tienen un diámetro de 5 cm, sobre la superficie del mortero que se encuentra en las vigas, con la ayuda del producto SIKADURK 31 que es un adhesivo epóxico.



Figura 66: Pegado de pastillas en vigas enlucidas
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Se pegaron 6 pastillas por viga, 3 a lo largo de la cara del mortero con caucho y 3 a lo largo de la cara del mortero tradicional es decir el general tenemos 18 pastillas para el mortero con caucho y 18 para el mortero tradicional.



Figura 67: Pegado de pastillas en vigas enlucidas
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.14.6 Extracción de muestras

La extracción se realizó con el equipo Satec modelo E 142 que es un medidor a la resistencia de arranque, para lo cual se colocó un perno a la pastilla metálica que a su vez esta enroscado al equipo, luego se procede a girar la manivela de equipo aplicando una fuerza de tensión directa a la pastilla y a su vez al mortero hasta desprenderlo de la viga, registrándose en la pantalla digital que se encuentra en la parte frontal del equipo la fuerza a aplicada a la muestra en Newton, luego dividimos esta cantidad para el área de cada pastilla obteniendo como resultado la resistencia a la tracción en (N/cm²) que luego se convierte a (N/mm²) o Mpa.



Figura 68: Extracción de muestra
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

**4.14.7 Tabla de resultados de la prueba adherencia (resistencia a la tracción) mortero con caucho
(1cemento:2arena:1caucho)**

Tabla 62 Resultados de adherencia mortero con caucho 1cemento:2arena:1caucho

MORTERO CON CAUCHO 1:2:1								
N°	FECHA REALIZACIÓN	FECHA DE PEGADO DE PASTILLAS	FECHA DE EXTRACION	DÍAS DE VIDA DEL MORTERO	AREA DE EXTRACCIÓN (cm ²)	FUERZA APLICADA (Newton)	RESISTENCIA A LA ADHERENCIA EN (Mpa)=(N/mm ²)	PROMEDIO
1	24/10/2019	28/10/2019	31/10/2019	7	19,64	811,00	0,413	0,349
2	24/10/2019	28/10/2019	31/10/2019	7	19,64	733,00	0,373	
3	24/10/2019	28/10/2019	31/10/2019	7	19,64	546,00	0,278	
4	24/10/2019	28/10/2019	31/10/2019	7	19,64	570,00	0,290	
5	24/10/2019	28/10/2019	31/10/2019	7	19,64	792,00	0,403	
6	24/10/2019	28/10/2019	31/10/2019	7	19,64	657,00	0,335	
7	24/10/2019	28/10/2019	07/11/2019	14	19,64	689,00	0,351	0,464
8	24/10/2019	28/10/2019	07/11/2019	14	19,64	1029,00	0,524	
9	24/10/2019	28/10/2019	07/11/2019	14	19,64	968,00	0,493	
10	24/10/2019	28/10/2019	07/11/2019	14	19,64	862,00	0,439	
11	24/10/2019	28/10/2019	07/11/2019	14	19,64	932,00	0,475	
12	24/10/2019	28/10/2019	07/11/2019	14	19,64	987,00	0,503	
13	24/10/2019	28/10/2019	21/11/2019	28	19,64	885,00	0,451	0,624
14	24/10/2019	28/10/2019	21/11/2019	28	19,64	1571,20	0,800	
15	24/10/2019	28/10/2019	21/11/2019	28	19,64	1374,80	0,700	
16	24/10/2019	28/10/2019	21/11/2019	28	19,64	1321,00	0,673	
17	24/10/2019	28/10/2019	21/11/2019	28	19,64	1020,00	0,519	
18	24/10/2019	28/10/2019	21/11/2019	28	19,64	1178,40	0,600	

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.14.8 Tabla de resultados de la prueba adherencia (resistencia a la tracción) mortero tradicional (1cemento:2arena)

Tabla 63 Resultado de adherencia mortero tradicional 1cemento:2arena

MORTERO TRADICIONAL 1cemento:2arena								
N°	FECHA REALIZACIÓN	FECHA DE PEGADO DE PASTILLAS	FECHA DE EXTRACCIÓN	DIAS DE VIDA DEL MORTERO	AREA DE EXTRACCIÓN (cm ²)	FUERZA APLICADA (Newton)	RESISTENCIA A LA ADHERENCIA (Mpa)=(N/mm ²)	PROMEDIO
1	24/10/2019	28/10/2019	31/10/2019	7	19,64	1159,00	0,590	0,527
2	24/10/2019	28/10/2019	31/10/2019	7	19,64	1083,00	0,551	
3	24/10/2019	28/10/2019	31/10/2019	7	19,64	994,00	0,506	
4	24/10/2019	28/10/2019	31/10/2019	7	19,64	870,00	0,443	
5	24/10/2019	28/10/2019	31/10/2019	7	19,64	1030,00	0,524	
6	24/10/2019	28/10/2019	31/10/2019	7	19,64	1070,00	0,545	0,546
7	24/10/2019	28/10/2019	07/11/2019	14	19,64	992,00	0,505	
8	24/10/2019	28/10/2019	07/11/2019	14	19,64	1112,00	0,566	
9	24/10/2019	28/10/2019	07/11/2019	14	19,64	1020,00	0,519	
10	24/10/2019	28/10/2019	07/11/2019	14	19,64	1044,00	0,532	
11	24/10/2019	28/10/2019	07/11/2019	14	19,64	1321,00	0,673	0,854
12	24/10/2019	28/10/2019	07/11/2019	14	19,64	942,00	0,480	
13	24/10/2019	28/10/2019	21/11/2019	28	19,64	1297,02	0,660	
14	24/10/2019	28/10/2019	21/11/2019	28	19,64	1227,00	0,625	
15	24/10/2019	28/10/2019	21/11/2019	28	19,64	2553,20	1,300	
16	24/10/2019	28/10/2019	21/11/2019	28	19,64	1223,00	0,623	0,854
17	24/10/2019	28/10/2019	21/11/2019	28	19,64	2223,00	1,132	
18	24/10/2019	28/10/2019	21/11/2019	28	19,64	1546,00	0,787	

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.14.9 Cuadro comparativo de resultados de la prueba adherencia (resistencia a la tracción) mortero con caucho (1cemento:2arena:1caucho) y mortero tradicional (1cemento:2arena)

Tabla 64 Cuadro comparativo de resultados de adherencia a la tracción

Cuadro de resultados de resistencia a la adherencia					
Extracciones	Días	Dosificación con caucho 6mm	Dosificación con mortero tradicional	Dosificaciones con caucho 6mm	Dosificación con mortero tradicional
		Resistencia a la adherencia (Mpa)=(N/mm2)		Promedio (Mpa)=(N/mm2)	
		1:2:1	1:2	1:2:1	1:2
1	7	0,413	0,590	0,349	0,527
2	7	0,373	0,551		
3	7	0,278	0,506		
4	7	0,290	0,443		
5	7	0,403	0,524		
6	7	0,335	0,545		
7	14	0,351	0,505	0,464	0,546
8	14	0,524	0,566		
9	14	0,493	0,519		
10	14	0,439	0,532		
11	14	0,475	0,673		
12	14	0,503	0,480		
13	28	0,451	0,660	0,624	0,854
14	28	0,800	0,625		
15	28	0,700	1,300		
16	28	0,673	0,623		
17	28	0,519	1,132		
18	28	0,600	0,787		

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Análisis de resultados (prueba adherencia (resistencia a la tracción):

Como se observa en las tablas (# 58 y # 59), en cuanto a los resultados obtenidos en referencia a la prueba de adherencia, se constata que los valores de la dosificación del mortero tradicional con caucho (1cemento:2arena:1caucho) en la extracción realizada a los 7 días después del enlucido de las vigas no presenta mayor diferencia entre sí, comenzando con el número más bajo 0.278 Mpa de resistencia a la tracción hasta subir progresivamente 0.413 Mpa (tabla # 60), y que en comparación con los resultados de la extracción a los 7 días del mortero tradicional de dosificación (1cemento:2arena) guardan una relación numérica muy cercana repitiéndose esta característica en las diferentes periodos de extracción a los 14 días (desde 0.351 Mpa hasta 0.524 Mpa) y 28 días (desde 0.451 Mpa hasta 0.800 Mpa).

Teniendo 0.349 Mpa como promedio de la extracción de 6 las muestras del mortero con caucho a los 7 días, luego en la extracción de las muestras a los 14 días notamos que ha existido un incremento aproximadamente el 0.115 Mpa, llegando a 0.464 Mpa de promedio en la resistencia a la tracción, mientras que a los 28 días se obtuvo un incremento de 0.16 Mpa alcanzando un promedio de 0.624 Mpa.

Los resultados de las pruebas de resistencia a la tracción del mortero con caucho al contrastarlos con los del mortero tradicional podemos observar que la diferencia es mínima llegando a un máximo del 73.06 % con lo cual aseguramos la factibilidad de nuestro mortero experimental.

Por otro lado, cabe mencionar que las normar internacionales como la norma chilena (Nch 2471) dice que el valor de adherencia para los morteros de albañilería es de 0,2 MPa que respalda los resultados obtenidos.

En el Laboratorio de suelos de la universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil ubicado en la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción, bajo la supervisión del Ing. Milton Andrade Laborde, Subdecano de la facultad (FICC), se realizaron las pruebas de:

- Prueba de aislamiento (absorción) acústico mortero con caucho (1cemento:2arena:1caucho) y mortero tradicional (1cemento:2arena)
- Prueba de aislamiento (absorción) térmico mortero con caucho (1cemento:2arena:1caucho) y mortero tradicional (1cemento:2arena).

4.15 Prueba de aislamiento (absorción) acústico mortero con caucho (1cemento:2arena:1caucho) y mortero tradicional (1cemento:2arena)

4.15.1 Elaboración de cajas de madera (Plywood):

Para la elaboración de esta prueba se construyeron 3 cajas de madera plywood de 1cm de espesor con las siguientes dimensiones de L: 50 cm, a: 50 cm, b: 50 cm. Cada una y que fueron confeccionadas en las instalaciones del Departamento de Construcciones de la Dirección de Obras Públicas del Gobierno provincial del Guayas, bajo la supervisión del Arq. Luis Sánchez Alvarado.



Figura 69: Elaboración de cajas
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.15.2 Acondicionamiento de interior de la caja con el enlucido de dosificación con caucho (1cemento:2arena:1caucho) y tradicional (1cemento:2arena):

Se armó una caja para enlucirla con el mortero con caucho (1cemento:2arena:1caucho), otra para el mortero tradicional (1cemento:2arena) y una tercera caja sin revestimiento alguno, se preparó las cajas con un proceso de enmallado interior utilizando y aplicando una malla para enlucir en los cuatro lados laterales para luego proceder a revestir con los dos tipos de morteros su interior.



Figura 70: Enlucido interior de cajas
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Luego una vez transcurrido 28 días (tiempo de fraguado) después de la fundición y respectivo curado del mortero en cada una de las cajas, se procedió a trasladarlas al laboratorio de suelos de la universidad Laica Vicente Rocafuerte donde se realizaron las debidas tomas del experimento.

4.15.3 Toma de muestras:

En el Laboratorio se procedió a la toma del sonido exterior e interior de cada una de las cajas: caja con caucho (1cemento:2arena:1caucho), caja tradicional (1cemento:2arena) y caja sin revestimiento, para lo cual se utilizó como equipos: el sonómetro código S1 27914 en exterior y el sonómetro código S2 87845 en el interior de la caja, se usó como fuente de sonido un parlante que reproducía un sonido constante agudo de alta frecuencia de 1000 Hz, las tomas se realizaron en periodos de tiempo de 10 minutos, posicionando el (S1 exterior) a 25 cm de la caja, mientras que la fuente del sonido se ubicó en posiciones de 50 cm y 100 cm de la cara de la caja respectivamente.



Figura 71: Toma de muestras
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.15.4 Digitalización de resultados:

Una vez ya registrados las diferentes frecuencias de sonido en los sonómetros mediante el proceso anteriormente explicado se procedió a la recolección de los mismos utilizando el software (Sound Level Meter software) mismo que mediante gráficas y estadísticas de números arroja los resultados en Db provistos para el posterior análisis de los mismos.



Figura 72: Digitalización
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.15.5 Imágenes del software (Sound Level Meter software) tomadas por el sonómetro del registro de las mayores atenuaciones en la prueba de aislamiento acústico.

4.15.5.1 Caja con mortero de caucho a los 50 cm de fuente sonora

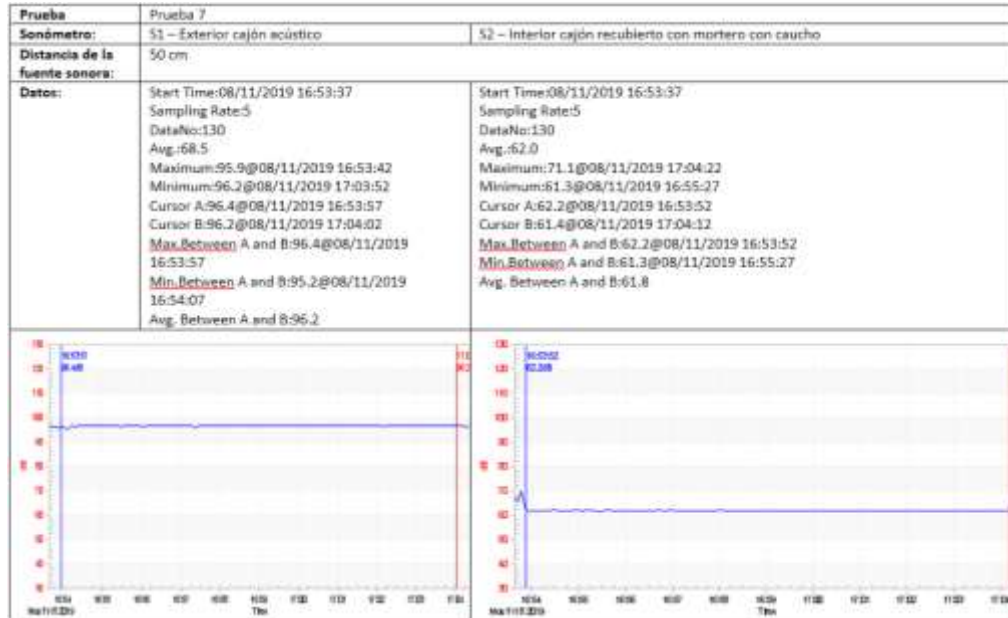


Figura 73: Digitalización (caja con M. caucho a 50cm de fuente sonora)
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.15.5.2 Caja con mortero de Caucho a los 100 cm de fuente sonora

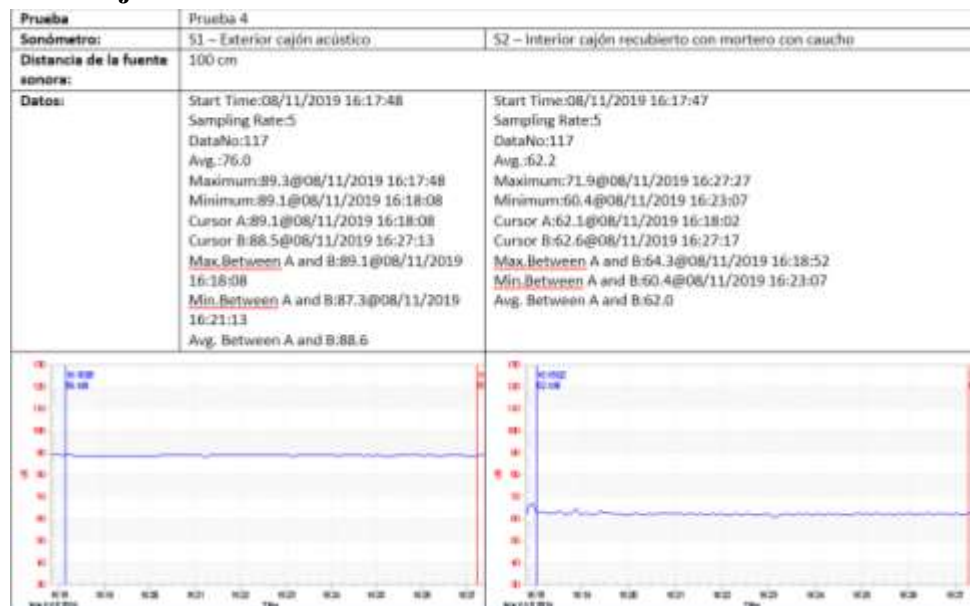


Figura 74: Digitalización (caja con M. caucho a 100cm de fuente sonora)
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.15.5.3 Caja con mortero tradicional a 50cm de fuente sonora

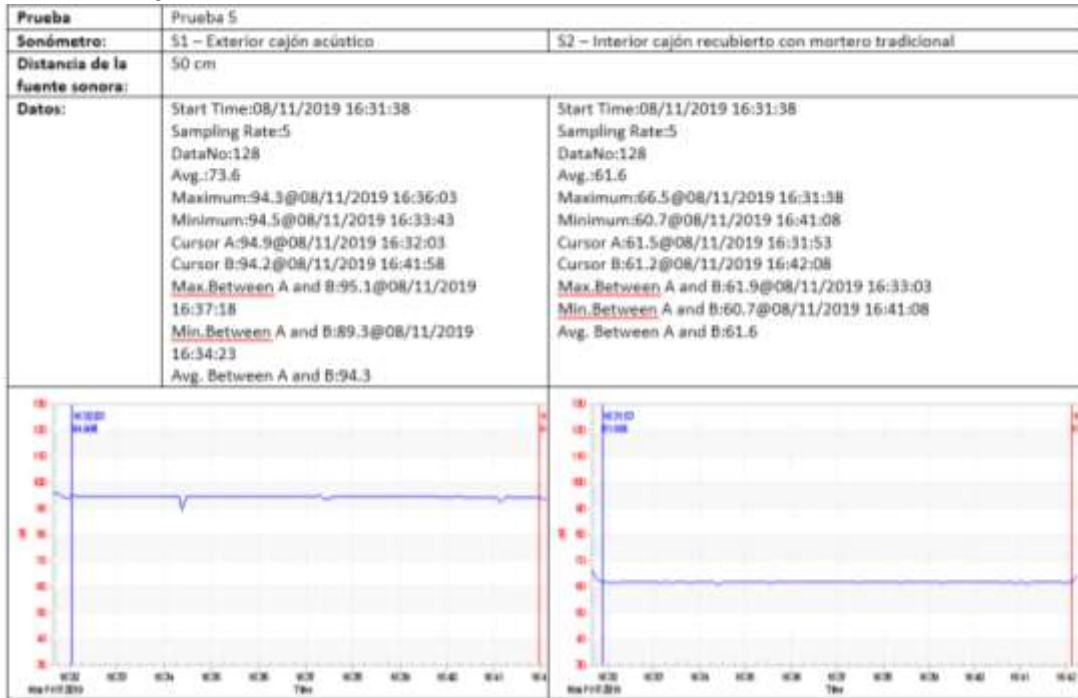


Figura 75: Digitalización (caja con M. tradicional a 50cm de fuente sonora)
 Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.15.5.4 Caja con mortero tradicional a 100 cm de fuente sonora

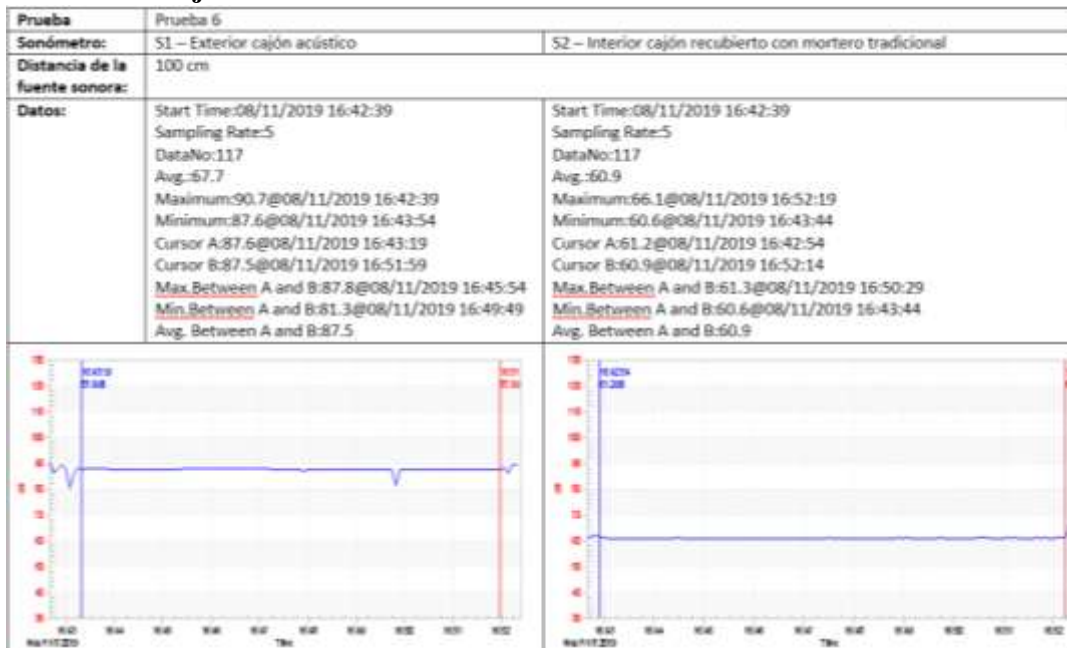


Figura 76: Digitalización (caja con M. tradicional a 100cm de fuente sonora)
 Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.15.5.5 Caja sin revestimiento a los 50 cm de fuente sonora

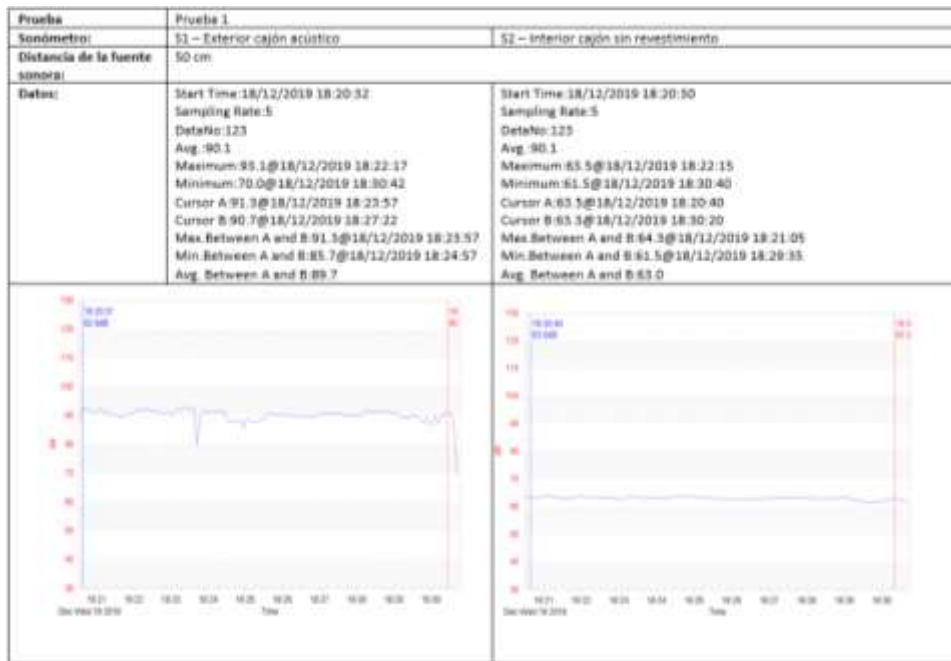


Figura 77: Digitalización (caja sin revestimiento a 50cm de fuente sonora)
 Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.15.5.6 Caja sin revestimiento a 100 cm de fuente sonora



Figura 78: Digitalización (caja sin revestimiento a 100cm de fuente sonora)
 Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.15.6 Cuadro comparativo de resultados de la prueba de aislamiento acústico mortero con caucho (1cemento:2arena:1caucho) y mortero tradicional (1cemento:2arena)

Tabla 65 Cuadro comparativo (prueba de aislamiento acústico)

Prueba	Exterior (Promedio dBA)	Interior (Promedio dBA)	Atenuación (%)	Observación
1 Tradicional	92,4	62,2	32,7%	Se utilizó el cajón acústico recubierto al interior con mortero tradicional. Distancia de la fuente de sonido: 50 cm
2 Tradicional	75,8	62,4	17,7%	Se utilizó el cajón acústico recubierto al interior con mortero tradicional. Distancia de la fuente de sonido: 100 cm
3 Caucho	91,8	62,7	31,7%	Se utilizó el cajón acústico recubierto al interior con mortero hecho con caucho. Distancia de la fuente de sonido: 50 cm
4 Caucho	88,6	62	30,0%	Se utilizó el cajón acústico recubierto al interior con mortero hecho con caucho. Distancia de la fuente de sonido: 100 cm
5 Tradicional	94,3	61,6	34,7%	Se utilizó el cajón acústico recubierto al interior con mortero tradicional. Distancia de la fuente de sonido: 50 cm
6 Tradicional	87,5	60,9	30,4%	Se utilizó el cajón acústico recubierto al interior con mortero tradicional. Distancia de la fuente de sonido: 100 cm
7 Caucho	96,2	61,8	35,8%	Se utilizó el cajón acústico recubierto al interior con mortero hecho con caucho. Distancia de la fuente de sonido: 50 cm
8 Caucho	90,7	66,4	26,8%	Se utilizó el cajón acústico recubierto al interior con mortero hecho con caucho. Distancia de la fuente de sonido: 100 cm
9 Sin revestimiento	89,7	63	29,8%	Se utilizó el cajón acústico sin revestimiento. Distancia de la fuente de sonido: 50 cm
10 Sin revestimiento	91,1	70	23,2%	Se utilizó el cajón acústico sin revestimiento. Distancia de la fuente de sonido: 100 cm

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

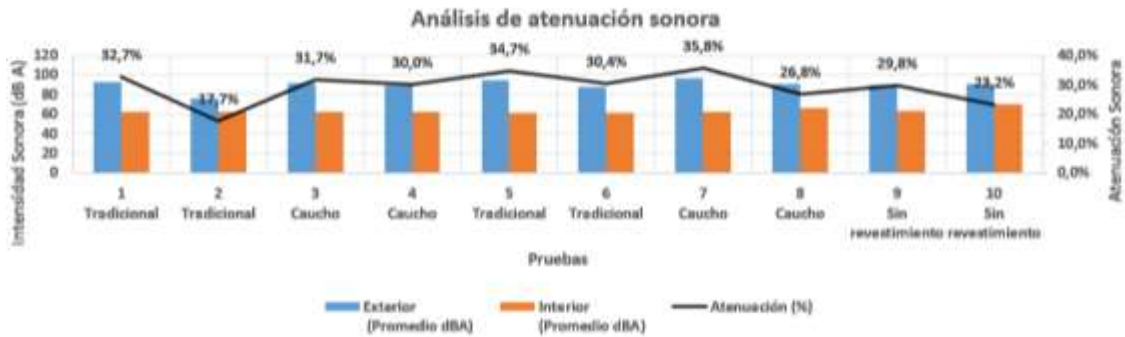


Figura 79: Digitalización (caja sin revestimiento a 100cm de fuente sonora
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.15.7 Análisis de resultados prueba de aislamiento acústico

Teniendo en cuenta los resultados promediales comparativos, constatamos que existe absorción acústica tanto en el mortero tradicional (1cemento:2arena) como el mortero que contiene caucho (1cemento:2arena:1caucho), pero a la vez existe una diferencia en el grado de absorción entre los dos morteros:

1. En el mortero tradicional con caucho (1cemento:2arena:1caucho) tenemos un promedio de atenuación acústico con la fuente de sonido a 50 cm que va de 31.7 % hasta llegar a 35.8 % y a una distancia de la fuente acústica de 100 cm va de 26.8 % hasta 30.00 %.
2. En el mortero tradicional (1cemento:2arena) tenemos un promedio de atenuación acústico con la fuente de sonido a 50 cm que va de 32.7 % hasta llegar a 34.7 % y a una distancia de la fuente acústica de 100 cm va de 17.7 % hasta 30.4 %.

Teniendo como resultado que a menor distancia de la fuente de sonido con respecto al mortero presenta mayor atenuación acústica, y viceversa, este comportamiento está presente tanto en el mortero con caucho como en el mortero tradicional.

Por otro lado realizando un cálculo de porcentajes de los resultados del mortero con caucho (1cemento:2arena:1caucho) tenemos un promedio de atenuación de 31.1 % versus el 28.9 % de promedio de atenuación del mortero tradicional, adicional a esto se realizó las pruebas de aislamiento acústico a una caja de plywood sin recubrimiento

obteniendo como promedio de atenuación acústica un 26.5 % número que se restó de los promedios del mortero con caucho y el mortero tradicional, lo cual nos arrojó como resultados de promedia de atenuación del mortero con caucho sin la presencia de la caja de 4.6 % y en el caso del mortero tradicional 2.4 %. Como se explica en el cuadro a continuación:

Tabla 66 Tabla de porcentajes de atenuaciones totales

Tipo	Promedio de atenuación	Observación	Promedio de atenuación - caja acústica
1	28,9%	Mortero Tradicional	2,4%
2	31,1%	Mortero con Caucho	4,6%
3	26,5%	Sin revestimiento	

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Con los resultados y la información recopilada durante esta prueba se ha llegado a constatar que el material experimental (mortero tradicional con caucho 1cemento:2arena:1caucho) posee una estructura porosa granular lo cual lo convierte en un material de absorción acústica, pues tiene pequeñas cámaras de aire o poros que al contacto con el sonido transforma la energía sonora en calor debido al rozamiento entre el aire y la superficie del material.

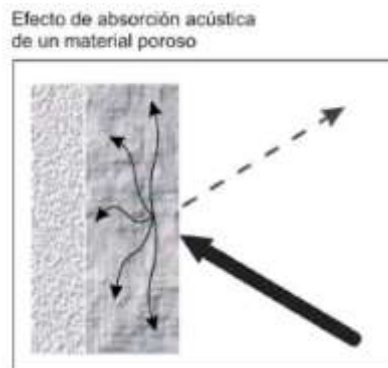


Figura 80 Efectos de la absorción acústica.
Elaborado por: SINTEC (2017)

Debemos de tener en cuenta que la absorción de un material poroso aumenta con la frecuencia y está influenciado también por el espesor del material. La absorción acústica de los materiales porosos es elevada en altas frecuencias (sonidos agudos) y limitadas en bajas frecuencias (sonidos graves). (dBcover solutions, 2016)

4.16 Prueba de aislamiento térmico mortero con caucho (1:2:1) y mortero tradicional (1:2)

Para la realización de esta prueba se trabajó con las cajas de plywood que fueron utilizadas previamente en la prueba de aislamiento acústico, debido a que el proceso de las mismas es similar.



Figura 81: Cajas para pruebas térmicas.
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.16.1 Marcación de puntos de toma

En la cara principal de cada una de las cajas plywood: caja plywood con revestida con mortero con caucho (1cemento:2arena:1caucho); caja plywood revestida con mortero tradicional (1cemento:2arena) y caja plywood sin recubrimiento, sobre la superficie de una de las caras externas de las cajas se trazó 9 puntos alineados y equidistantes entre sí, mismos que son puntos exactos para la toma de las diferentes temperaturas.



Figura 82: Cajas marcadas.
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.16.2 Toma de muestras:

Luego, se utilizó una hornilla eléctrica como fuente de temperatura y un termómetro pistola laser para registrar su intensidad. A continuación se procedió a registrar la temperatura de la fuente de calor, apuntando y posicionando la luz infrarroja de la pistola sobre la resistencia de la hornilla eléctrica que se encuentra instalada en el exterior a 25 cm de distancia de la cara externa a la caja, luego se posiciona la luz infrarroja sobre cada uno de los puntos de la cara exterior e interior de la caja registrando sus diferentes temperaturas, este proceso se repitió en periodos de tiempo de 10 minutos hasta llegar a los 60 minutos y manteniendo la fuente de calor con dirección hacia la cara exterior de la caja.

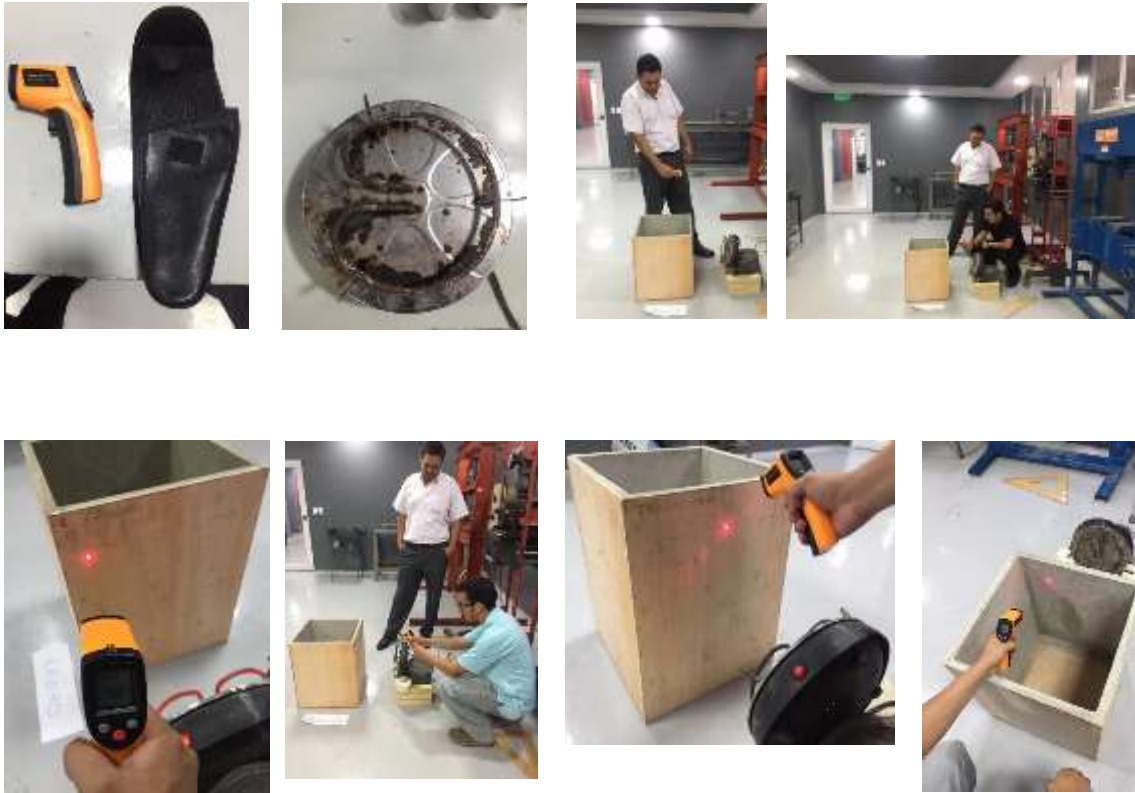


Figura 83. Tomas de temperaturas.
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

También se tomó en cuenta las temperaturas de las caras externas e internas de las paredes laterales de las cajas, pero con la diferencia de que solo se registró la temperatura del punto central de las caras de las cajas con la finalidad de verificar datos extras como el de conducción térmica.



Figura 84: Tomas de temperaturas.
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Cabe puntualizar que este proceso se realizó en cada una de las tres cajas: caja plywood con revestida con mortero con caucho (1cemento:2arena:1caucho); caja plywood revestida con mortero tradicional (1cemento:2arena), caja plywood sin recubrimiento, para luego poder cotejar los resultados obtenidos.

4.16.3 Digitalización de resultados:

Una vez ya registrados las diferentes temperaturas de la pistola térmica laser mismo que mediante gráficas y estadísticas numéricas servirán para el posterior análisis de los mismos.



Figura 85: Pistola térmica laser.
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.16.4 Cuadro comparativo de resultados de la prueba de aislamiento térmico mortero con caucho (1cemento:2arena:1caucho) y mortero tradicional (1cemento:2arena)

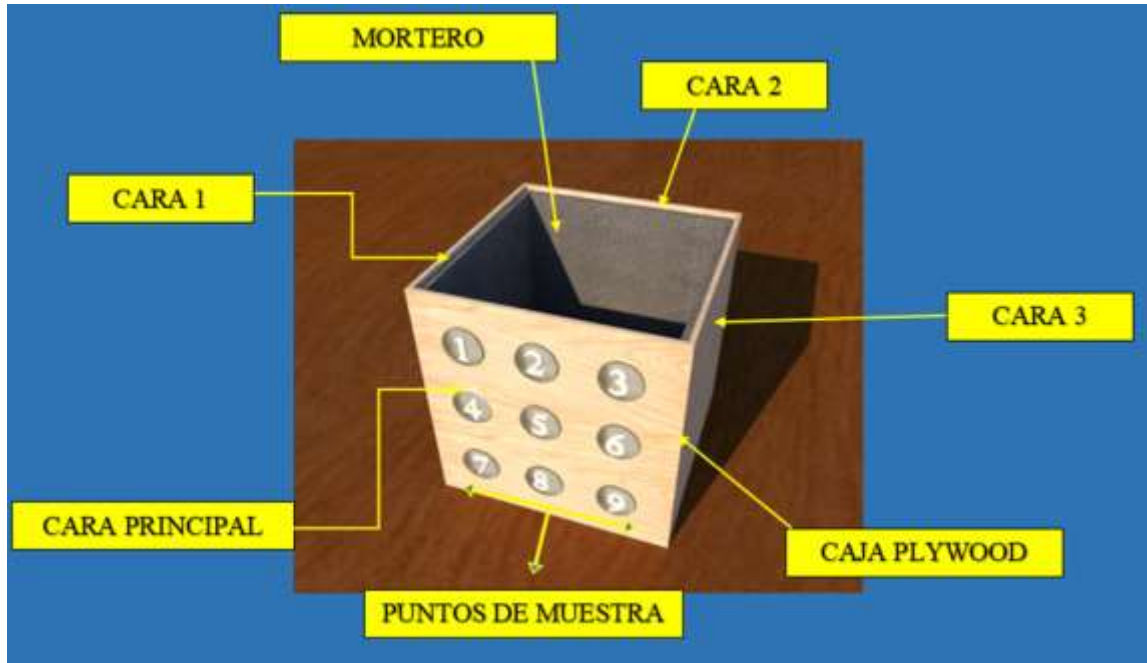


Figura 86: Caja para prueba térmica.
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Mediante este gráfico se puede apreciar el proceso anteriormente explicado con respecto a los puntos y las caras exteriores e interiores de la caja para su respectivo registro de temperaturas. Este gráfico también será de gran ayuda para una mejor comprensión de las siguientes tablas descritas a continuación. Estas tablas registran los datos tomados con la pistola térmica láser y otros datos adicionales como tiempo, fuente de calor y otros usados en la ejecución de la prueba.

Nota: En esta tabla se constatan todos los puntos registrados por la pistola laser térmica tomados en la cara principal de la caja.

Tabla 67 Datos generales de muestras

PRUEBA DE AISLAMIENTO TERMICO MORTERO CON CAUCHO (1:2:1), TADICIONAL Y CAJA PLYWOOD																					
Tiempo de exposición	Tipo de dosificación	Fuente de calor (°C)	Distancia (Cm)	Puntos																	
				1		2		3		4		5		6		7		8		9	
				lado externo	lado interno	lado externo	lado interno	lado externo	lado interno	lado externo	lado interno	lado externo	lado interno	lado externo	lado interno	lado externo	lado interno	lado externo	lado interno	lado externo	lado interno
10 minutos	Caucho (1:2:1)	366,9	25 cm	59,8	38,7	61,1	37,8	50,9	36,5	59,8	37	65	37	57,2	35,6	55,9	35,2	64,4	34,8	63,6	34,2
	Tradicional (1:2)	349,6		60	41,7	66,3	42,1	55,7	39,8	59,4	42,5	71,4	43,7	63,7	41	53,5	39,9	65,8	40,7	68,8	38,3
	Caja plywood	363,5		55,8	45,2	63,5	48,8	56,3	45,6	61,1	48,3	87,6	54	72,8	47,8	59,9	44,2	73,5	47,6	68,6	43,4
20 minutos	Caucho (1:2:1)	358,9	25 cm	63,1	39,6	63,6	39,8	53,4	37,7	64,6	39,2	69,7	39,5	57,2	37,3	55,6	36,4	64,2	36,5	60,8	35
	Tradicional (1:2)	337,8		61,6	42,3	69,8	44,1	51,8	41,4	64,7	45	79,8	46,8	66,3	43,2	56,8	41,3	69,4	42,3	59,2	40
	Caja plywood	366,1		55	44,4	65,5	47,9	57,4	44,5	71,2	49,4	87,1	55,7	71,4	47,9	59	45,5	73	50	88,3	43,7
30 minutos	Caucho (1:2:1)	359,3	25cm	66,1	41,7	67,6	42,3	55,8	39,8	67,1	42,1	73,5	42,6	61,9	39,9	59,7	38,4	65,5	38,3	62,2	35,9
	Tradicional (1:2)	362,1		62,6	43,4	69	45	58,1	41,8	66,1	45,6	79,9	48	66,4	43,4	57,7	42,3	69,9	42,3	69,4	38,9
	Caja plywood	364		56,2	45,7	63,7	50,4	56,8	45	73,7	51,3	90,5	57,1	72,6	49,4	61,9	45	75,9	50,4	96,5	44,8
40 minutos	Caucho (1:2:1)	354,9	25 cm	62,5	41,9	64,9	42,2	55,4	31,5	65,7	42,6	72,1	43,3	59,8	39,8	57,1	38,3	63,8	38,1	59,7	36,1
	Tradicional (1:2)	366,4		69,7	47,6	76	49,1	62,7	45,3	69,1	49,8	81,1	52,5	68,7	47,6	59,3	44,4	72,2	45,5	64,4	42,2
	Caja plywood	352,6		60,9	47,3	68,2	52,1	60	47,2	74,2	52,5	90,7	58,4	75,9	50	60,7	48,4	80,4	53,6	72,1	45,9
50 minutos	Caucho (1:2:1)	350,2	25 cm	63,8	46,1	68	46,3	55,7	43,2	68,3	46,3	75,6	47,1	62,6	43,6	60,7	41,9	71,4	41,4	64,2	39,8
	Tradicional (1:2)	352,4		69,9	48,8	75,7	50,8	63,1	46,4	70,4	52,7	83,6	53,8	70,3	49,2	58,3	45,3	69,9	45,2	67,2	42,3
	Caja plywood	372,12		60,9	47,5	68,8	51,5	60,5	46,5	73,8	52,9	92,3	58,6	73,2	49,8	61,6	50,14	76,6	53,4	69,1	46,8
60 minutos	Caucho (1:2:1)	362,2	25 cm	65,4	44,8	67,4	45,6	55,9	42,6	69,3	45,5	75,7	46,4	60,8	42,8	58,5	40,9	69,3	40,9	63,5	39,2
	Tradicional (1:2)	367,4		69,9	53,4	78	54,3	64,2	50,3	70,9	54,4	84,3	56,1	70,5	51,1	62	47,6	77,3	48	72,9	45
	Caja plywood	355,5		57,7	48,6	68,2	52,5	59,2	47,9	72,5	53,5	92,8	59,3	75,5	51,3	61,5	48	77,9	52	72,1	47,3

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Luego se calculó el promedio con los resultados de cada uno de los puntos de la cara principal tanto en el lado externo como en el lado interno de la caja mencionados en la tabla anterior (tabla # 63), para lo cual se utilizó las siguientes ecuaciones:

Ecuación 1:

$$(Promedio\ externo = \frac{lado\ externo}{N^{\text{a}}\ de\ tomas})$$

Ecuación 2

$$(Promedio\ interno = \frac{lado\ interno}{N^{\text{a}}\ de\ tomas})$$

Y para el cálculo de los porcentajes de atenuación individuales (caucho, tradicional) se realizó la siguiente ecuación, procediendo a restar el promedio de la caja de plywood sin recubrimiento enmarcado de color amarillo, como se explica en la (tabla # 64)

Ecuación 3

$$(Porcentaje\ atenuación = (\frac{lado\ externo - lado\ interno}{lado\ externo})(100) - promedio\ de\ caja\ plywood)$$

Tabla 68 Promedios externos e internos y porcentajes de atenuación individuales

	Tipo de dosificación	Fuente de calor(°C)	Distancia (Cm)	Promedio Externo (°C)	Promedio Interno (°C)	Atenuación (%)
10 minutos	Caucho (1:2:1)	366,9	25 cm	59,74	36,31	10,15%
	Tradicional (1:2)	349,6		62,73	41,08	5,44%
	Caja plywood	363,5		66,57	47,21	29,08%
20 minutos	Caucho (1:2:1)	358,9	25 cm	61,36	37,89	6,57%
	Tradicional (1:2)	337,8		64,38	42,93	1,63%
	Caja plywood	366,1		69,77	47,67	31,68%
30 minutos	Caucho (1:2:1)	359,3	25cm	64,38	40,11	5,48%
	Tradicional (1:2)	362,1		66,57	43,41	2,57%
	Caja plywood	364		71,98	48,79	32,22%
40 minutos	Caucho (1:2:1)	354,9	25 cm	62,33	39,31	7,75%
	Tradicional (1:2)	366,4		69,24	47,11	2,78%
	Caja plywood	352,6		71,46	50,60	29,19%
50 minutos	Caucho (1:2:1)	350,2	25 cm	65,59	43,97	4,75%
	Tradicional (1:2)	352,4		69,82	48,28	2,64%
	Caja plywood	372,12		70,76	50,79	28,21%
60 minutos	Caucho (1:2:1)	362,2	25 cm	65,09	43,19	5,88%
	Tradicional (1:2)	367,4		72,22	51,13	1,43%
	Caja plywood	355,5		70,82	51,16	27,77%

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Por último, se realizó con los promedios de la tabla anterior (tabla # 64) el cálculo de un promedio total del: mortero con caucho, mortero tradicional, para luego con esto datos encontrar un porcentaje de atenuación total como se explica en la (tabla # 65).

Tabla 69 Tabla de promedios / atenuación total

Material	Promedio Fuente de Calor (°C)	Promedio Externo (°C)	Promedio Interno (°C)	Atenuación	Escenario sin caja de plywood
Caucho (1:2:1)	307,49	63,08	40,13	36,38%	6,69%
Tradicional (1:2)	305,10	67,49	45,66	32,35%	2,66%
Caja plywood	310,55	70,22	49,37	29,70%	

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

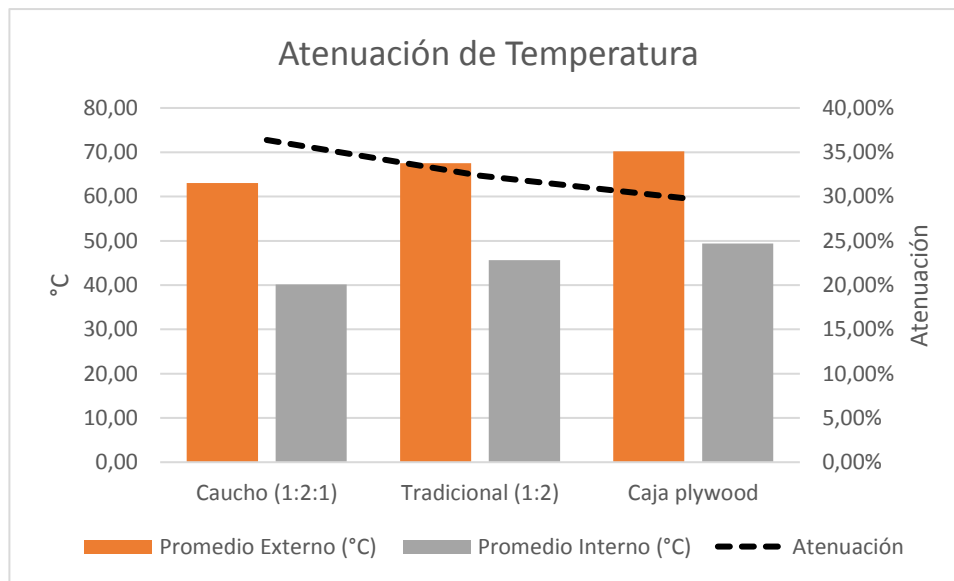


Figura 87: Atenuación del mortero con caucho (1:2:1) y mortero tradicional (1:2).

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Adicional a los cálculos anteriores también realizamos un cuadro con los resultados de la toma de las temperaturas de las paredes laterales tanto en su cara exterior como en su car interior.

Tabla 70 (propagación de caras laterales)

PROPAGACION EN CARAS LATERALES									
Tiempo de exposición	Tipo de dosificación	Fuente de calor(°C)	Distancia	Cara 1		Cara 2		Cara 3	
				lado exterior	lado interior	lado exterior	lado interior	lado exterior	lado interior
10 minutos	Caucho (1:2:1)	366,9	25 cm	32,3	30,9	30,9	30,9	31,8	30,9
	Tradicional (1:2)	349,6		34,9	34,6	34,2	39,5	34,6	35
	Caja plywood	363,5		33	32,4	32	33,1	32,5	33,3
20 minutos	Caucho (1:2:1)	358,9	25 cm	31,1	30,2	29,7	29,9	30,8	29,6
	Tradicional (1:2)	337,8		33,3	33,3	32,3	33	32,8	33,1
	Caja plywood	366,1		30,8	31,4	29,9	31,4	30,5	31,5
30 minutos	Caucho (1:2:1)	359,3	25cm	30,3	30,6	29,2	29,9	29,7	29,6
	Tradicional (1:2)	362,1		29,7	30	29,1	29,7	29,7	30
	Caja plywood	364		30,5	30,9	29,7	31,2	30,3	31,4
40 minutos	Caucho (1:2:1)	354,9	25 cm	29,6	28,8	28,3	28,8	28,8	28,6
	Tradicional (1:2)	366,4		32,7	32,7	32	32,7	32,5	32,5
	Caja plywood	352,6		31,5	31,8	30,6	32,3	31,4	32,3
50 minutos	Caucho (1:2:1)	350,2	25 cm	31,8	30,9	30,5	31,4	30,1	30,9
	Tradicional (1:2)	352,4		33	33,6	32	33,1	32,3	33,6
	Caja plywood	372,12		31,4	31,8	30,2	32	31,2	31,5
60 minutos	Caucho (1:2:1)	362,2	25 cm	30,2	30	28,9	30	30	29,7
	Tradicional (1:2)	367,4		34,8	34,6	34	34,9	34,3	34,5
	Caja plywood	355,5		31,8	32,5	30,9	32,5	31,7	32,4

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.16.5 Análisis de resultados prueba de aislamiento térmico

Con los resultados arrojados por la pistola laser térmica de los 9 puntos y una vez ya realizados los respectivos cuadros de comparación, se aprecia, que la temperatura a la cual es expuesta la cara externa en todos los puntos donde fue tomada las muestras existe un descenso significativo en comparación con los mismos en su cara interna así tenemos por ejemplo en el punto 1 a 30 minutos con una fuente 359.3°C a 25 cm de la cara externa de la caja la cual registra una temperatura de 66.1°C y disminuye a 41.7°C en su cara interna, en el caso del mortero con caucho, por el contrario en el mortero tradicional sin caucho se registró por ejemplo el punto 1 a 30 minutos con una fuente a 25 cm de la cara externa de la caja 362.1°C la cara externa tiene una temperatura de 62.6°C y disminuye a 43.4°C en su cara interna.

Este comportamiento es constante en todas las tomas de la prueba demostrando de esta manera que existe una mayor atenuación en el mortero con caucho reciclado.

A continuación se promedió los resultados por separados de: mortero con caucho 1cemento:2arena:1caucho y mortero tradicional 1cemento:2arena y también los de la caja sin recubrimiento para luego ser restados de los resultados de los dos morteros anteriores arrojándonos un porcentaje de atenuación por cada uno de los diferentes materiales, encontrando por ejemplo que el promedio de las temperaturas de todos los puntos a 20 minutos en el caso del mortero con caucho uno de los promedios de temperatura de la cara externa es de 61.36°C logrando transmitirse 37.89°C a la parte interna obteniendo un porcentaje de atenuación del 6.57% y por otro lado en el caso del mortero tradicional en similares condiciones se logra un porcentaje de atenuación de 1.63%.

Con respecto a los datos totales donde básicamente se ha condensado toda la información obtenida en esta prueba hallando los siguientes resultados que en el caso del mortero con caucho cuya dosificación es 1cemento:2arena:1caucho expuesta en un tiempo promedio y a una fuente de calor promedial de 307.49°C , la cara externa de la caja se encuentra a 63.08°C en promedio y logrando transmitirse al lado interno 40.13°C en promedio.

Registrándose un porcentaje de atenuación del mortero con caucho más la caja de plywood de 36.38 % a lo cual se le resto el porcentaje de atenuación de la caja de plywood sin recubrimiento (29.70%) obteniendo un porcentaje de atenuación total del mortero con caucho sin presencia de la caja de plywood del 6.69 %.

Este mismo procedimiento se realizó con los datos del mortero tradicional dando como resultado el 2.66 % de atenuación térmica total, llegando a la conclusión de que el mortero con caucho 1cemento:2arena:1caucho es un buen aislante térmico.

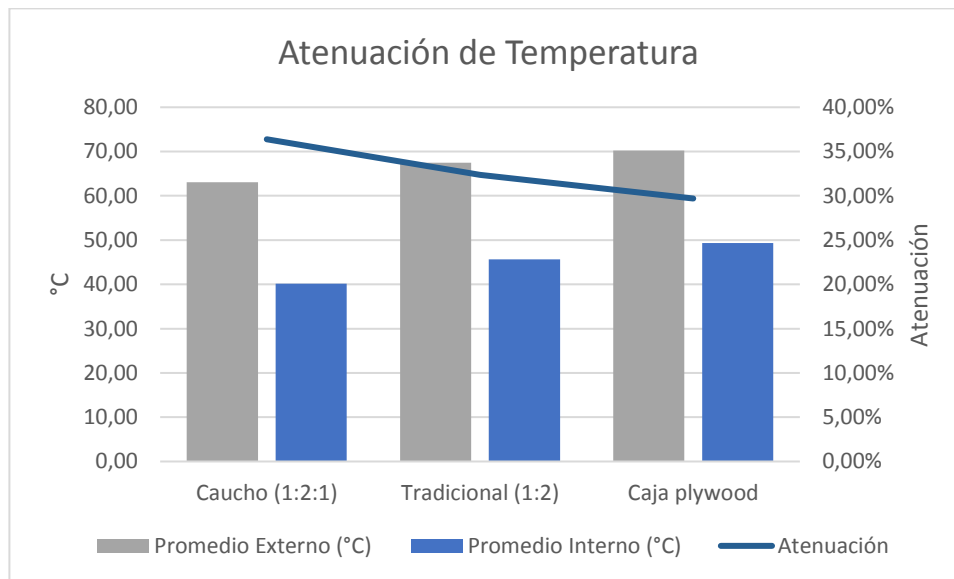


Figura 88: Atenuación del mortero con caucho (1:2:1) y mortero tradicional (1:2).
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Por otro lado, el caucho funciona como aislante térmico debido a que este material en su composición sus electrones no pueden desplazarse libremente y en su mayoría se encuentran pegados al núcleo por lo tanto le es difícil transportar electricidad o calor. (Aquino Espinoza & Chumbes Escobar, 2016)

4.17 Rendimientos del material experimental: mortero con caucho (1cemento:2arena:1caucho)

Para el cálculo y descripción del rendimiento del mortero con caucho 1cemento:2arena:1caucho se tomaron como punto de partida los gramajes que fueron utilizados para la preparación de los cilindros compuestos con la argamasa en el laboratorio de suelos en nuestros ensayos (resistencia a la compresión, absorción y densidad, como se explica a continuación en la (tabla # 67).

Tabla 71 Gramajes de los diferentes agregados del mortero con caucho de dosificación 1cemento:2arena:1caucho.

Total de argamasa en gr	Conversión gramos a kilogramos	Total de argamasa en kg	Numero de cilindros	Argamasa por cilindro (Kg)
CEMENTO(x1)				
707,3 gramos	(1Kg/1000 gramos)	0,7073	9	0,078589
ARENA (x2)				
780,9 gramos	(1Kg/1000 gramos)	0,7809	9	0,086767
				0,173533
CAUCHO(x1)				
263,3 gramos	(1Kg/1000 gramos)	0,2633	9	0,029256
AGUA				
472,7 gramos	(1 litro/1000gramos)	0,4727	9	0,052522

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Como podemos apreciar con los gramajes individuales de cemento, arena, caucho y agua los cuales mediante un cálculo los transformamos en Kg para luego obtener nuestro peso de cada uno de los agregados por cilindro.

Tabla 72 Porcentajes de materiales del mortero con caucho 1:2:1

Nº	MATERIAL	KG	%
1	CEMENTO	0.7073	40.38
2	ARENA	0.7809	44.58
3	CAUCHO	0.2633	15.03
4	TOTAL		100 %

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.17.1 Cálculo de volumen de un cilindro

Se procedió a realizar el cálculo del volumen de un cilindro el cual es constante en los mismos (9 cilindros) como se puede apreciar en la (tabla # 69)

Tabla 73 Volumen del cilindro: 1 cilindro

Volumen del cilindro: 1 cilindro	
$V = \pi R^2 h$	
$V = \pi (2,25 \text{ cm})^2 (10\text{cm})$	
$V = 159,0435 \text{ cm}^3$	(1m ³ /1000000cm ³)
V= 0,00015904m³	volumen del cilindro usado

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.17.2 Cálculo de cemento, arena, caucho y agua en 1m³ del mortero con caucho 1cemento:2arena:1caucho

Con los datos resultantes en las tablas anteriores (Kilogramos de elementos por cilindro / volumen del cilindro), procedemos a calcular la cantidad de cada elemento en 1m³ (Tabla # 70).

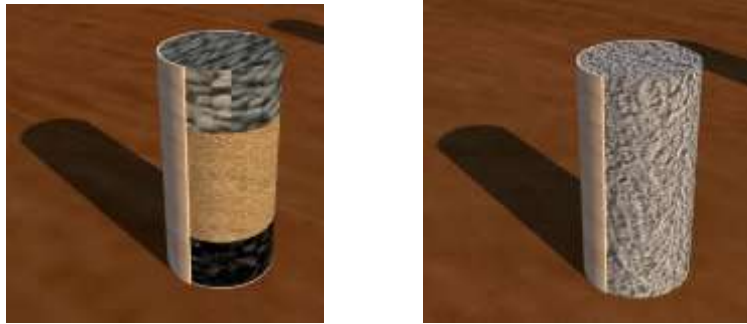


Figura 89: Cilindro de dosificación 1:2:1
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Tabla 74 Cálculo de kilogramos de cemento, arena, caucho y agua por m³.

volumen	Argamasa usada por cilindro
CEMENTO	
1cilindro 0,00015904m ³	0,078589 Kg de cemento
1m ³	? Kg
R// 1m ³ de enlucido modificado necesita 494,14 Kg de cemento	
ARENA	
1cilindro 0,00015904m ³	0,173533 Kg de arena
1m ³	? Kg
R// 1m ³ de enlucido modificado necesita 1091,12 Kg de arena	
CAUCHO	
1cilindro 0,00015904m ³	0,029256 kg de caucho
1m ³	? Kg
R// 1m ³ de enlucido modificado necesita 183,9159 Kg de caucho	
AGUA	
1cilindro 0,00015904m ³	0,05252 litros de agua
1m ³	? litros
R// 1m ³ de enlucido modificado necesita 330,2313 litros de agua	

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Tabla 75 Tabla para conversiones de Kg a m³ por elemento

1k de arena seca = 0,0006242m³
1Kg de caucho = 0,001058 m³
1L de agua =1000 gramos

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.17.3 Materiales por m³

Por último, se elaboró una tabla con la cantidad exacta de materiales por volumen tomado como base 1m³ de argamasa con caucho, tabla que puede ser utilizada para calcular las cantidades de materiales necesarias para diferentes volúmenes en obra.

Tabla 76 Factores del mortero con caucho 1cemento:2arena:1caucho

Tipo de mortero	Materiales por m ³			
	Cemento (Kg)	Arena (m ³)	Caucho (Kg) = (m ³)	Agua (L)
1:2:1	494,14	0,68	183,9159kg = 0,19m ³	330,23

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Significa que para realizar el mortero tradicional con caucho 1:2:1 donde mezclamos 1 porción de cemento + 2 porciones de arena + 1 porción de caucho y elaborar 1m³ de material necesitamos: 494,14 Kg de cemento es decir 9.88 sacos de 50Kg de cemento, más 0.68 m³ de arena, más 183,9159 Kg de caucho y 330,23 L de agua.

Para contrastar los resultados de la tabla anterior (tabla # 72) tomamos su equivalente para el mortero tradicional sin caucho (tabla # 73).

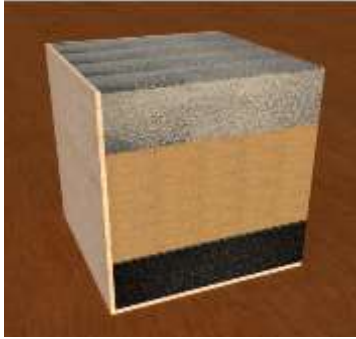


Figura 90: 1m³ de dosificación (1:2:1)
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Tabla 77 Dosificación para morteros tradicionales sin caucho

Tipo de mortero	Materiales por m ³		
	Cemento (Kg)	Arena (m ³)	Agua (L)
1:2	610	0,97	250
1:3	454	1,10	250
1:4	364	1,16	240
1:5	302	1,20	240
1:6	261	1,20	235

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.17.4 Ejemplo de cómo se calculan los materiales por m³ de mortero con caucho con dosificación 1cemento:2arena:1caucho.

Tabla 78. Ejercicio de cálculo de materiales por m³:

Calcular la cantidad de cemento, arena, caucho y agua del mortero para enlucir una pared de 3 m de alto x 5 m de ancho con un espesor de enlucido de 1,5 cm.								
Mortero con caucho (1:2:1):					Mortero Tradicional (1:2):			
1:2:1	Cemento (Kg)	Arena(m³)	Caucho (Kg)	Agua(L)	1:2	Cemento (Kg)	Arena(m³)	Agua(L)
	494.14	0.68	183.9159	330.23		610	0.97	250
<p>Pared: 5m x 3m = 15 m² x 0.015m</p> <p>Volumen = 15m² x 0.015m = 0.225m³</p> <p>Cemento:</p> <p>0.225 m³ x 494.14 Kg = 111.1815/50Kg = 2.22 sacos de cemento.</p> <p>Arena:</p> <p>0.225 m³ x 0.68 m³ = 0.153 m³</p> <p>Caucho:</p> <p>0.225m³ x 183.9159 Kg = 41.38 Kg</p> <p>Agua:</p> <p>0.225m³ x 330.23L = 74.30 L</p>					<p>Pared: 5m x 3m = 15 m² x 0.015m</p> <p>Volumen = 15m² x 0.015m = 0.225m³</p> <p>Cemento:</p> <p>0.225 m³ x 610 Kg = 137.25/50Kg = 2.745 sacos de cemento.</p> <p>Arena:</p> <p>0.225 m³ x 0.97 m³ = 0.21825 m³</p> <p>Agua:</p> <p>0.225m³ x 250L = 56.25 L</p>			

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.18 Presupuesto del material experimental: mortero con caucho (1cemento:2arena:1caucho)

En este proyecto se usó como componente de la argamasa un caucho reciclado que un costo de 0,80 centavos de dólar por Kg, pero luego de una búsqueda en otras ciudades del Ecuador se encontró la empresa Sportgrama en Quito con filial en Guayaquil, cuyos precios por Kilogramo de caucho triturado llegan a 0,30 centavos de dólar, pero el pedido mínimo de venta es de 1 Tonelada.

Tabla 79 Presupuesto del mortero con caucho (1cemento:2arena:1caucho) en un m3

PRESUPUESTO DEL MATERIAL MORTERO CON CAUCHO (1:2:1) EN UN M3					
ITEM	MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	CEMENTO	SACO (50 Kg)	9,88	\$ 7,50	\$ 74,1
2	ARENA	M3	0,68	\$ 19,00	\$ 12,92
3	CAUCHO	kg	183,91	\$ 0,80	\$ 147,13
4	PRECIO TOTAL				\$ 234,15
5	CAUCHO	Kg	183,91	\$0,30	\$55,17
6	PRECIO TOTAL				\$142,19

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Tabla 80 Cuadro de presupuesto de mano de obra – mortero tradicional con caucho.

ENLUCIDO CON MORTERO CON CAUCHO					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	MANO DE OBRA	M2	1	\$ 7,15	\$ 7,15
2	PRECIO TOTAL				\$ 7,15

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Tabla 81 Cuadro de presupuesto de transporte – mortero tradicional con caucho.

TRANSPORTE DE MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	CEMENTO	Ton-Km	1	\$ 0,20	\$ 0,20
2	AGREGADO: ARENA	M3-Km	1	\$ 0,30	\$ 0,30
3	CAUCHO	Ton-Km	1	\$ 0,20	\$ 0,20
4	PRECIO TOTAL				\$ 0,70



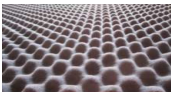

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Tabla 82 Presupuesto del mortero tradicional (1 cemento:2) en un m3

MORTERO TRADICIONAL					
ITEM	MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	CEMENTO	SACO (50 Kg)	12,2	\$ 7,50	\$ 91,5
2	ARENA	M3	0,97	\$ 19,00	\$ 18,43
3					
4				PRECIO TOTAL	\$ 109,93

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Tabla 83 Cuadro comparativo de costos del mortero tradicional con caucho con otros materiales con características similares existentes en el mercado

Nº	Material	Descripción	Unidad	Costo	imagen
1	Mortero con caucho 1:2:1	*Espesor de 1,5cm. *Manejabilidad a formas irregulares. *se adhiere a mampostería. *ligereza. *absorción acústica. *aislamiento térmico.	m2	(0,80 ctvs/kg) \$3,51 (0,30 ctvs/kg) \$2,13	
2	Aislante termo-acústico aluminizado 8 mm.	*Una cara de aluminio ancho 1,20 m Grosor 8 mm *Se pega a la carrocería, paredes techos.	m2	\$17	
3	Esponja perfilada acústica	*La espuma acústica es un material absorbente acústico del tipo poroso *Esqueleto flexible. *Típicamente se trata de poliuretano de celda abierta en base poliéster	m2	\$20	
4	Paneles acústicos para estudio	*montados en marcos de madera y con el agregado de lana de vidrio por dentro para mayor absorción *1 Panel forma cuadradas medidas: 92cmx92cm	m2	\$50	

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Fuente: mercado libre (2020)

4.18.1 Otros productos para aislamiento acústico existentes en el mercado

4.18.1.1 Producto 01:

Nombre: Aislante termo-acústico aluminizado 8 mm.

Descripción:

- Polietileno de celda cerrada con una cara de aluminio
- Una cara de aluminio ancho 1,20 mts Grosor 8 mm
- Uso automotriz, industrial, comercio, hogar, estudios de grabación.
- Se vende por metro al precio publicado x metro.
- Se pega a la carrocería, paredes, techos. (Mercadolibre, 2020)

Costo: \$ 17 el metro



Figura 91: Aislantes termo-acústico aluminizado 8mm.

Fuente: Google. (2020)

4.18.1.2 Producto 02:

Nombre: Esponja perfilada acústica de 1x2 mt 3 4 6 3 1 8 0

Descripción:

- La espuma acústica es un material absorbente acústico del tipo poroso
- Esqueleto flexible.
- Típicamente se trata de poliuretano de celda abierta en base poliéter o poliéster (Mercadolibre, 2020)

Costo: \$ 20 el metro.

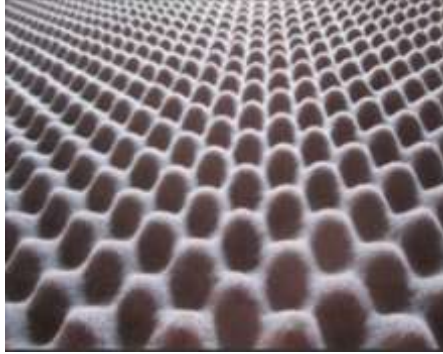


Figura 92: Esponja perfilada acústica.
Fuente: Google. (2020)

4.18.1.3 Producto 03:

Nombre: Paneles acústicos para estudio.

Descripción:

- Paneles acústicos AURALEX (Roominator)
- montados en marcos de madera y con el agregado de lana de vidrio por dentro para mayor absorción.
- Presentaciones:
 - 2 paneles de forma rectangular medidas: 62cmX95cm
 - 1 panel forma cuadradas medidas: 92cmx92cm (OLX, 2020)

Costo: \$ 50 el metro



Figura 93: Paneles acústicos.
Fuente: Google. (2020)

4.19 Aplicación del mortero con caucho 1cemento:2arena:1caucho en un espacio arquitectónico (sala de ensayos para música); ejemplo virtual.

Para la implementación del mortero tradicional con caucho reciclado se tomó como ejemplo una sala de ensayos para música cuyas dimensiones son las siguientes:

Área total: 4.5 m x 5.00 m que es igual a 22.5 m².

Altura de paredes: 2.90 m

Puerta: ancho 0.90m x alto 2m

Ventanas: ancho 1.5m x alto 1.5m x antepecho 1.10m

Espesor de enlucido: 1.5 cm

4.19.1 Planta arquitectónica (sala de ensayos para música)

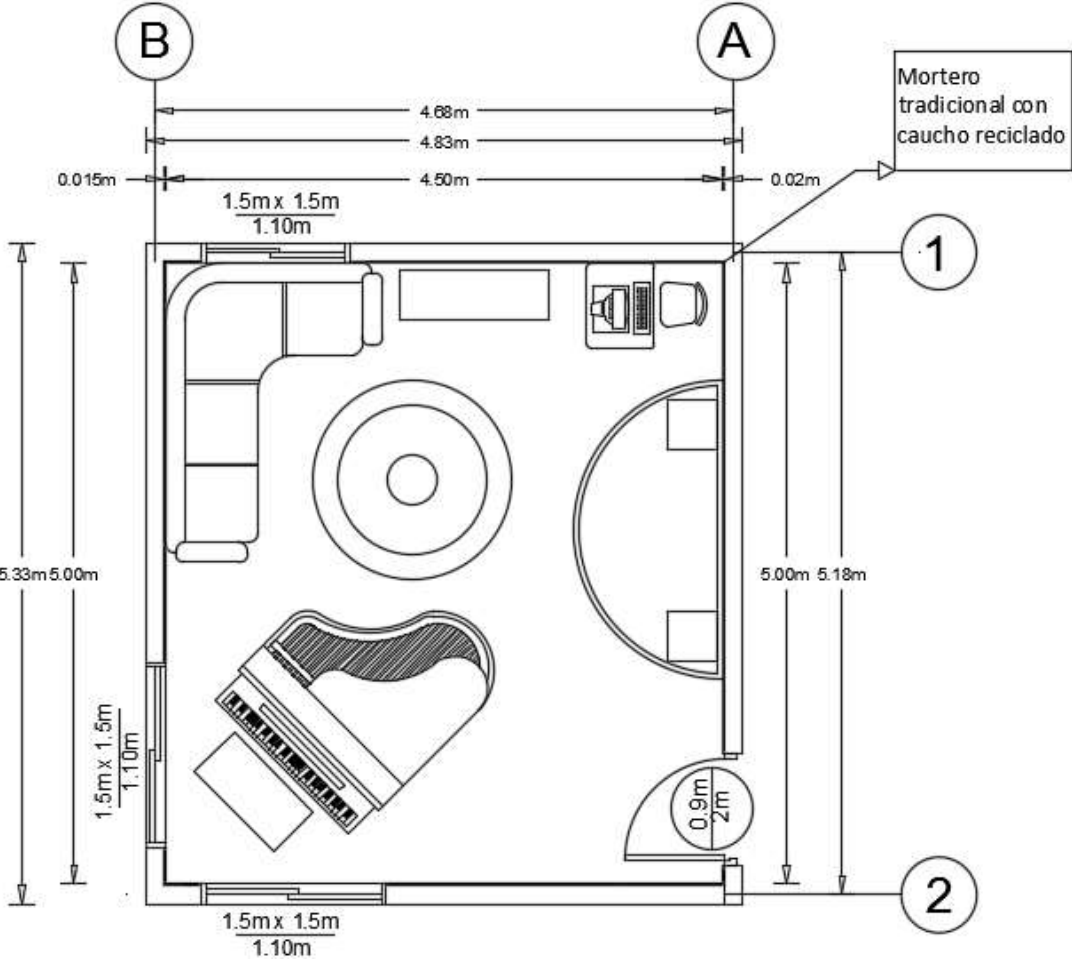


Figura 94: Planta arquitectónica sala de ensayos para música.
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.19.2 Cortes (sala de ensayos para música)

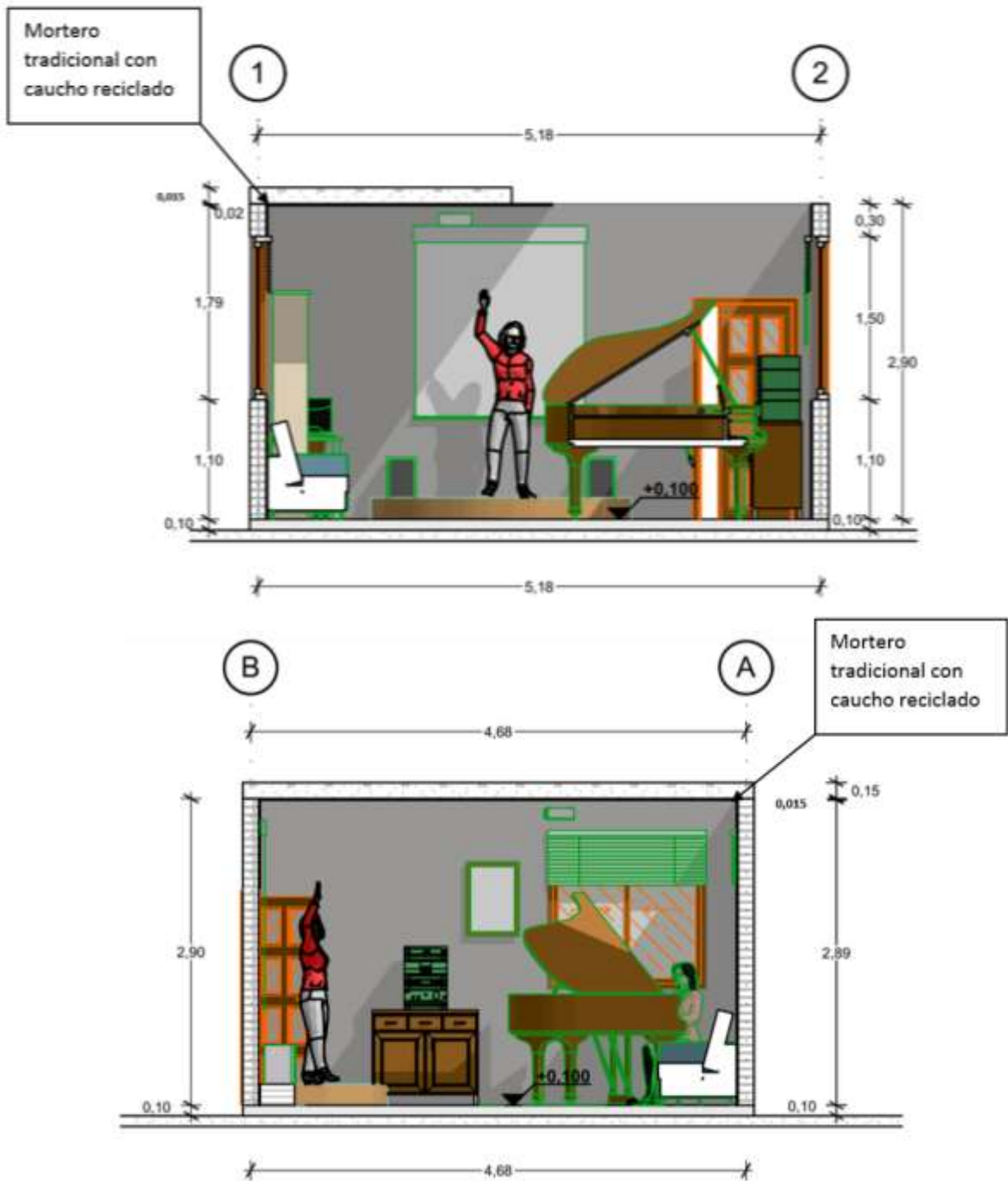


Figura 95: Cortes de sala de ensayos para música
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.19.3 Perspectivas (sala de ensayos para música)

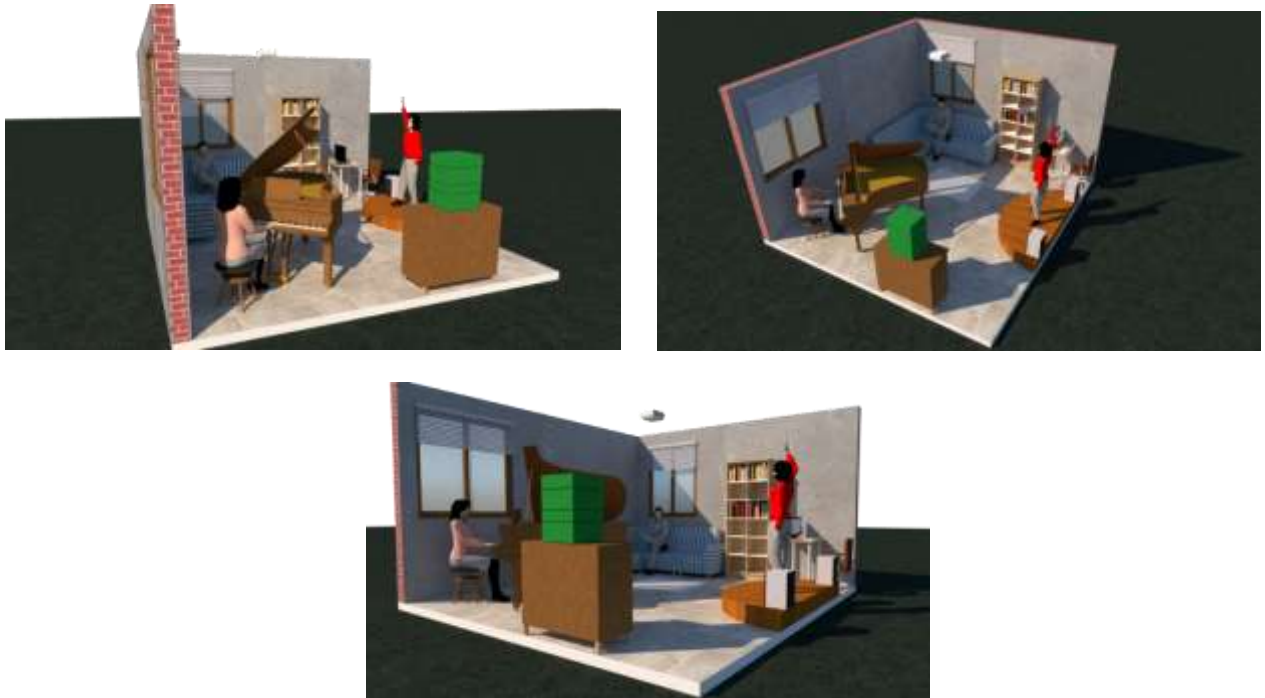


Figura 96: Sala musical con el mortero 1:2:1
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

4.20 Aplicación del mortero tradicional con caucho reciclado en obra:

El material experimental mortero con caucho reciclado se aplicó en dos paredes: una pared de : 1,95 m de ancho x 2,30 m de alto y otra pared de 1,20 m de ancho y 2,30 m de alto de un área de lavandería en construcción, debido a que el mortero tradicional con caucho reciclado no tiene ningún impedimento técnico en cuanto al lugar en donde se lo aplica hablando específicamente del enlucido de paredes, ya que aparte de las características de ligereza, rendimiento, aislante térmico y acústico, posee también todas las características del mortero tradicional.



Figura 97: Mortero tradicional con caucho reciclado aplicado en obra
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Conclusiones

Para el desarrollo del presente trabajo, se ha empleado la técnica y método descrito anteriormente, y que es válida para aplicarla en la elaboración de un proyecto de tesis de investigación, la cual permitió experimentar, recolectar, ordenar, etc. según la importancia de los datos obtenidos en los diferentes ensayos empíricos y de laboratorio que realizaron a largo del desarrollo de la misma, para luego ser analizados, depurados y utilizados de manera coherente, convirtiendo estos resultados e información en conocimiento que puede ser entendido, aprendido y transmitido.

El desarrollo del presente proyecto es un aporte y propuesta para ayudar a dar solución a problemas muy graves como la contaminación ambiental producida por la acumulación indiscriminada de los neumáticos fuera de uso, brindando una alternativa que puede colaborar de forma directa a la disminución de este fenómeno mediante el reciclado de los neumáticos para elaborar un mortero tradicional con caucho y de esta manera mejorar el cuidado de la salud de la población de la ciudad de Guayaquil.

También es posible mediante el material experimental dar protección contra la contaminación acústica cada vez más creciente y que tiene relación directa con el aumento del parque automotriz en la ciudad; pues por la naturaleza física y el comportamiento del sonido puede ser adsorbido por el mortero tradicional con caucho debido a que es un material poroso y granulado y la absorción es una de sus características como se constató en las pruebas de laboratorio realizadas en cuanto a este tema.

Las técnicas para el reciclado de neumáticos fuera de uso son muy utilizadas siendo el proceso de granulación del caucho una de las técnicas más importantes para la creación de una gama muy amplia de productos, para la creación el mortero tradicional con caucho se ha utilizado el grano de caucho reciclado dando como resultado un nuevo material que puede ser utilizado en el sector de la construcción.

En los diferentes ensayos experimentales realizados en el laboratorio al mortero tradicional con caucho cuya composición es: cemento, arena y caucho en una

dosificación de 1cemento, 2arena, 1caucho. Se demostró que posee una resistencia a la compresión adecuada, también tiene un alto rango resistencia a la tracción es decir una excelente adherencia a la superficie, la cual es considerada como la característica más importante de cualquier mortero, sumado a las propiedades anteriores del material experimental, también se encontró en las pruebas que el mismo funciona como aislante térmico.

Todas estas cualidades hacen del mortero tradicional con caucho una opción muy seria para ser utilizada en el área de la construcción, siendo el material enfocado para el uso de constructores, técnicos de sonido, decoradores, etc., puesto que la materia prima para su elaboración es abundante y fácil de adquirir en el mercado lo que tiene incidencia en el factor económico, a la vez que no necesita de conocimientos técnicos profundos para su elaboración e instalación en obra, un maestro albañil experimentado podrá con facilidad realizar este trabajo.

La versatilidad del material experimental es muy alto, debido ya que en esencia es una argamasa que al comienzo es maleable y puede ser utilizada sobre superficies de cualquier forma y tamaño. En lo referente a su costo, haciendo una comparación con otros materiales acústicos existentes en el mercado, el mortero con caucho es mucho más barato, convirtiéndolo en un material enfocado a clases sociales media y baja.

Se logro una reducción en el costo del mortero con caucho de 0,80 centavos el kilogramo a 0,30 centavos el kilogramo, debido a que se encontró en el mercado una empresa que oferta a este precio el kilogramo del grano de caucho triturado.

El material experimental cumple con todas las normas y especificaciones que se exigen para que el mortero pueda ser utilizado en el sector de la construcción, también su campo de acción, por la utilización en su elaboración del grano caucho, es el reciclado de materiales que no son biodegradables ayudando a la recuperación del entorno ambiental y social. Por lo anteriormente expuesto el mortero tradicional con caucho reciclado ha cumplido satisfactoriamente con cada uno de los objetivos planteados al comienzo de este proyecto, dejando, además, el agrado de haber culminado en buen término todo proceso de investigación.

Recomendaciones

Se recomienda realizar programas de reciclaje de llantas fuera de uso, en los cuales tomen parte la mayoría de sectores de la sociedad, con ayuda, financiamiento y dirección estatal y de los Gobiernos autónomos municipales, para así generar un aumento en el uso de los materiales resultantes del reciclaje de las llantas fuera de uso, y a la vez fomentar el conocimiento, estudio y la experimentación en la creación de nuevos materiales que no causen un impacto nocivo al medio ambiente.

El aumento en el uso de materiales reciclados que se traducirá en el mercado en mayor demanda, lo cual hará que los precios de elementos derivados del reciclado de las llantas fuera de uso, como los granos de caucho bajen considerablemente de precio.

En cuanto al proceso de enlucido de superficies, se recomienda antes del mismo, limpiar íntegramente el área de cualquier residuo o impureza que dañe o ponga en peligro el proceso, también se debe tener humectada la superficie que se va recubrir, por lo menos una hora antes de la aplicación del mortero.

Para la elaboración del mortero se debe usar agua limpia, en lo referente a las herramientas que se van a utilizar, estas deben de estar debidamente limpias y en estado óptimo, se debe comprobar que la superficie que se va recubrir con el mortero este nivelada y perfectamente plana, que los espesores dados por las juntas sean los correctos, tener muy en cuenta que las maestras estén a una distancia que pueda cubrir la regla a utilizarse.

Si la superficie a la cual se va a recubrir es totalmente lisa, se recomienda realizar un proceso de picado, mismo que permitirá un mayor agarre del mortero, debido a que una superficie rugosa aumenta la adherencia, por otro lado, para darle un mejor acabado al enlucido, se puede aplicar una capa muy fina de mezcla de cemento con agua, de manera que la superficie quede totalmente lisa. Para terminar, se debería impulsar nuevos proyectos que continúen con la investigación de morteros que utilizan como componente el caucho reciclado, afianzando y mejorando sus características de manera que sea posible a futuro abrir un mercado de alto nivel para este tipo de materiales.

Glosario:

- **Caucho:** un producto derivado del látex.
- **Látex:** un fluido propio de diversos vegetales. También puede generarse de modo sintético, a través de un procedimiento industrial.
- **Reciclaje:** La acción de convertir materiales de desecho en materia prima o en otros productos, de modo de extender su vida útil y combatir la acumulación de desechos en el mundo.
- **Tamizado:** Acción de hacer que alguna sustancia atraviese un instrumento que permite separar las partículas más grandes y otras más pequeñas.
- **Mortero:** se emplea en el ámbito de la construcción para nombrar a la masa que se genera mezclando agua, arena y algún conglomerante (cemento, yeso, cal, etc.).
- **Resistencia a la compresión:** Característica mecánica principal del concreto que es la capacidad que tiene para soportar una carga por unidad de área.
- **Absorción:** Término que indica la acción o capacidad de absorber este concepto puede ser utilizado en áreas, la física, química, biología o economía.
- **Densidad:** es la magnitud que expresa la relación entre masa y en volumen de una sustancia o un objeto sólido.
- **Adherencia:** Cualidad del cuerpo que puede permanecer íntimamente pegado a otro.
- **Acústica:** Es una rama de la física que se encarga de la generación, la propagación, el almacenamiento y la recepción de un sonido.
- **Absorción acústica:** Es la cantidad de energía sonora incidente sobre una superficie que es absorbida, transformándose en energía térmica y no reflejada desde dicha superficie como sonido.
- **Aislamiento acústico:** Son las diferentes técnicas o procedimientos evitar o reducir la transmisión de ruido ya sean estructurales o aéreos, la propagación del ruido puede ser de un recinto a otro, del exterior al interior del recinto o viceversa.

- **Sonido:** El sonido son vibraciones que producen los cuerpos materiales al entrar en contacto con otro y que se transmiten en forma de ondas por el espacio y al ser receptados por el oído se produce la llamada sensación sonora.
- **Onda:** Es la propagación de energía a través del espacio perturbando alguna de sus propiedades físicas, como campo electromagnético, densidad, presión, etc., producida por las oscilaciones y vibraciones de la materia.
- **Frecuencia de onda:** Es la cantidad de veces que se repite un proceso en determinado lapso de tiempo, es decir el número de veces que se repite una onda y que está vinculado a la longitud de onda que es la distancia recorrida.
- **Intensidad:** Es la fuerza con que es percibido el sonido y puede ser fuerte u débil.
- **Reverberación:** Es cuando el sonido choca con algún obstáculo y cuyo efecto es cuando el sonido se sigue escuchando durante unos instantes aun cuando se haya terminado su emisión.
- **Reflexión del sonido:** Es el fenómeno que se produce cuando desde la fuente del sonido las ondas se propagan a todas direcciones en línea recta y chocan con algún obstáculo cambiando de trayectoria.
- **Ruido:** Sonido confuso e inarticulado y es desagradable al oído, en las telecomunicaciones el ruido es una perturbación o señal anómala que perjudica la transmisión.
- **Decibel:** Es una unidad de intensidad acústica, 1 decibelio es igual a 0.1 belios (la unidad que surge del cociente entre la presión que produce una onda y una presión tomada como referencia).
- **Calor:** El Calor es una forma de la energía, producida por la vibración de las moléculas y que causa el aumento de la temperatura.
- **Temperatura:** La temperatura es un medio para medir el calor es decir es una magnitud física que nos puede indicar la energía interna de un objeto.
- **Aislamiento térmico:** Es la reducción de la transferencia de calor y los intercambios térmicos de un ambiente a otro mediante barreras que no permitan el flujo de calor desde el interior al exterior o de forma contraria.

- **Conducción térmica:** Es cuando el calor pasa de un lado a otro generalmente excitando las moléculas es decir va de donde hay más calor a donde hay menos calor.
- **Atenuación:** Es la pérdida de potencia sufrida por una señal al transitar por cualquier medio de transmisión.

Bibliografía

- Knauf GmbH. (2019). *blog.knauf.es/aislamiento-acustico-o-acondicionamiento-acustico/*.
Obtenido de blog.knauf.es/aislamiento-acustico-o-acondicionamiento-acustico/:
<http://blog.knauf.es/aislamiento-acustico-o-acondicionamiento-acustico/>
- 360 EN CONCRETO. (19 de Abril de 2018). *www.360enconcreto.com*. Obtenido de [www.360enconcreto.com](https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/recorrido-historia-del-cemento): <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/recorrido-historia-del-cemento>
- ABC pedia. (25 de noviembre de 2015). *abcpedia.com*. Obtenido de [abcpedia.com](https://www.abcpedia.com/construccion-y-materiales/caucho):
<https://www.abcpedia.com/construccion-y-materiales/caucho>
- Academia. (2019). *Academia*. Obtenido de Academia:
<https://www.academia.edu/20176469/MORTERO>
- Alvarez, J. I. (04 de marzo de 2015). *www.researchgate.net*. Obtenido de [www.researchgate.net](https://www.researchgate.net/profile/Jose_Alvarez37/publication/273110688_Historia_de_los_morteros/links/54f6fa1e0cf28d6dec9bdf50/Historia-de-los-morteros.pdf):
https://www.researchgate.net/profile/Jose_Alvarez37/publication/273110688_Historia_de_los_morteros/links/54f6fa1e0cf28d6dec9bdf50/Historia-de-los-morteros.pdf
- Alvarez, J. I., Martín, A., & García Casado, P. J. (1995). Historia de los morteros. *Boletín informativo del instituto Andaluz del patrimonio Histórico*.
- Andrade, I. R. (2016). *repositorio.puce.edu.ec*. Obtenido de [repositorio.puce.edu.ec](http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/11647/Tesis%20Final%202016.pdf?sequence=1&isAllowed=y):
<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/11647/Tesis%20Final%202016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Aranguren, Á. (30 de Octubre de 2017). *motoryracing.com*. Obtenido de [motoryracing.com](https://www.motoryracing.com/coches/noticias/el-neumatico-y-su-interesante-historia/):
<https://www.motoryracing.com/coches/noticias/el-neumatico-y-su-interesante-historia/>
- Arquitectura pura. (2018). *arquitecturapura.com*. Obtenido de [arquitecturapura.com](https://www.arquitecturapura.com/tipos-de-mortero/):
<https://www.arquitecturapura.com/tipos-de-mortero/>
- Asamblea Nacional. (6 de abril de 2017). *competencias.gob.ec*. Obtenido de [competencias.gob.ec](http://www.competencias.gob.ec/wp-content/uploads/2017/06/05NOR2017-COA.pdf): <http://www.competencias.gob.ec/wp-content/uploads/2017/06/05NOR2017-COA.pdf>
- Cabrera Rodriguez, J. S. (2017). *http://dspace.ucacue.edu.ec*. Obtenido de [http://dspace.ucacue.edu.ec](http://dspace.ucacue.edu.ec/bitstream/reducacue/8069/1/CABRERA%20R.%20JOS%3%89%20S..pdf):
<http://dspace.ucacue.edu.ec/bitstream/reducacue/8069/1/CABRERA%20R.%20JOS%3%89%20S..pdf>
- Casiopea. (26 de septiembre de 2010). *wiki.ead.pucv.cl*. Obtenido de [wiki.ead.pucv.cl](https://wiki.ead.pucv.cl/Historia_Del_Caucho):
https://wiki.ead.pucv.cl/Historia_Del_Caucho

- Castro Vera, V. D. (2015). *docplayer.es*(UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS MAESTRÍA EN FINANZAS Y PROYECTOS CORPORATIVOS). Obtenido de docplayer.es(UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS MAESTRÍA EN FINANZAS Y PROYECTOS CORPORATIVOS): <https://docplayer.es/51070812-Universidad-de-guayaquil-facultad-de-ciencias-economicas-maestria-en-finanzas-y-proyectos-corporativos.html>
- Cc3 musiki . (2019). *musiki.org.ar/Cc3_musiki_2016*. Obtenido de musiki.org.ar/Cc3_musiki_2016: http://musiki.org.ar/Cc3_musiki_2016
- César Baquerizo Arosemena. (.s.f). *Lo que el residente de obra debe saber*. Guayaquil, Ecuador.
- Chuquimarca, E. (2019). <http://spanish.xinhuanet.com/>. Obtenido de <http://spanish.xinhuanet.com/>: http://spanish.xinhuanet.com/2019-05/05/c_138034000.htm
- Cihul. (2018). *cihul.com*. Obtenido de [cihul.com](http://cihul.com/antecedentes-historicos-del-hule-caucho-en-mexico-parte-1/): <http://cihul.com/antecedentes-historicos-del-hule-caucho-en-mexico-parte-1/>
- Cisneros Gómez, R. V. (noviembre de 2017). *repositorio.puce.edu.ec/*. Obtenido de repositorio.puce.edu.ec/: http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/14238/TSS-00_13112017VFL.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Clavijo Salazar, V. A. (2017). <http://repositorio.ug.edu.ec>. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec>: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/21012/1/tesis%20victor%20clavijo%20.pdf>
- Coelho, F. (07 de mayo de 2019). *significados.com*. Obtenido de [significados.com](https://www.significados.com/metodologia/): <https://www.significados.com/metodologia/>
- Comunicarse. (20 de 12 de 2015). *www.comunicarseweb.com*. Obtenido de [www.comunicarseweb.com](https://www.comunicarseweb.com/noticia/nuevo-proyecto-para-transformar-los-residuos-del-caucho-en-baldosas): <https://www.comunicarseweb.com/noticia/nuevo-proyecto-para-transformar-los-residuos-del-caucho-en-baldosas>
- ConceptoDefinición. (2019). *conceptodefinition.de/acustica/*. Obtenido de conceptodefinition.de/acustica/: <https://conceptodefinition.de/acustica/>
- ConceptoDefinición. (2019). *conceptodefinition.de/sonido/*. Obtenido de conceptodefinition.de/sonido/: <https://conceptodefinition.de/sonido/>
- Conceptodefinition.de, Redacción. . (17 de Julio de 2019). *conceptodefinition.de/sonido/*. Obtenido de conceptodefinition.de/sonido/: <https://conceptodefinition.de/sonido/>
- Conceptodefinition.de, Redacción. (2019). *conceptodefinition.de/sonido/*. Obtenido de conceptodefinition.de/sonido/: <https://conceptodefinition.de/sonido/>

Construir tv. (2017). *construirtv.com*. Obtenido de construirtv.com:
<http://construirtv.com/tejas-con-caucho-reciclado-de-neumaticos/>

Cruzeiro minería. (2015). *cruzeiromineria.cl*. Obtenido de cruzeiromineria.cl:
<http://www.cruzeiromineria.cl/diferencias-entre-el-caucho-sintetico-sbr-y-el-caucho-natural/>

Daniel, O. C. (Junio de 2016). *http://repositorio.uchile.cl*. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl>:
<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/140906/Olivares%20Carmona%20Daniel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

dBcover solutions. (2016). *dbcover.com/es/soluciones-acusticas/absorcion/*. Obtenido de dbcover.com/es/soluciones-acusticas/absorcion/: <https://dbcover.com/es/soluciones-acusticas/absorcion/>

De Conceptos.com . (2020). *deconceptos.com/ciencias-naturales/reverberacion*. Obtenido de deconceptos.com/ciencias-naturales/reverberacion:
<https://deconceptos.com/ciencias-naturales/reverberacion>

Definición ABC. (2019). *DefiniciónABC*. Obtenido de DefiniciónABC:
<https://www.definicionabc.com/ciencia/caucho.php>

Definicion.de. (2017). *definicion.de/decibel/*. Obtenido de definicion.de/decibel/:
<https://definicion.de/decibel/>

el Caucho en la Química. (21 de mayo de 2016). *elcauchoenlaq.blogspot*. Obtenido de [elcauchoenlaq.blogspot](http://elcauchoenlaq.blogspot.com/): <http://elcauchoenlaq.blogspot.com/>

El caucho en la química. (21 de mayo de 2016). *elcauchoenlaq.blogspot*. Obtenido de [elcauchoenlaq.blogspot](http://elcauchoenlaq.blogspot.com/).: <http://elcauchoenlaq.blogspot.com/>

EL COMERCIO. (05 de junio de 2016). *www.elcomercio.com/*. Obtenido de www.elcomercio.com/: <https://www.elcomercio.com/tendencias/llantas-desecho-reciclaje-contaminacion-medioambiente.html>

EL COMERCIO. (s.f.). *www.elcomercio.com*. Obtenido de www.elcomercio.com:
<https://www.elcomercio.com/actualidad/ruido-guayaquil-llega-hasta-90.html>

El M.I concejo cantonal de Guayaquil. (s.f.). *El M.I concejo cantonal de Guayaquil*. Obtenido de El M.I concejo cantonal de Guayaquil:
<https://guayaquil.gob.ec/Ordenanzas/Protecci%C3%B3n%20y%20Gesti%C3%B3n%20Ambiental/20-04-1960.%20Ordenanza%20contra%20ruidos.%20pdf.pdf>

El muy ilustre concejo cantonal de Guayaquil. (s.f.). *El muy ilustre concejo nacional de Guayaquil*. Obtenido de El muy ilustre concejo nacional de Guayaquil:
[175](https://www.guayaquil.gob.ec/Ordenanzas/Protecci%C3%B3n%20y%20Gesti%C3%B3n%20Ambiental/22-02-</p></div><div data-bbox=)

2001.%20Ordenanza%20que%20Regula%20la%20obligaci%C3%B3n%20de%20realizar%20estudios%20ambientales%20a%20las%20obras%20civiles.pdf

El siglo de torreón. (26 de mayo de 2015). *elsiglodetorreon.com.mx*. Obtenido de *elsiglodetorreon.com.mx*: <https://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/1118307.la-goma-de-borrar-quien-la-invento-y-como-se-perfecciono.html>

EL TELÉGRAFO. (31 de OCTUBRE de 2018). *EL TELÉGRAFO*. Obtenido de EL TELÉGRAFO: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/llantasusadas-reciclaje-ecuador-llantaton2018>

El Universo. (3 de junio de 2018). *EL UNIVERSO*. Obtenido de EL UNIVERSO: <https://www.eluniverso.com/vida/2018/06/03/nota/6790121/24-millones-neumaticos-se-desechan-cada-ano-pais>

eltelegrafo. (31 de 10 de 2018). *eltelegrafo.com*. Obtenido de *eltelegrafo.com*: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/llantasusadas-reciclaje-ecuador-llantaton2018>

Eraso Valencia Herwin, R. R. (28 de julio de 2015). *vitela.javerianacali*. Obtenido de *vitela.javerianacali*: <http://vitela.javerianacali.edu.co/handle/11522/3442>

Eraso Valencia, H. F. (28 de julio de 2015). *vitela.javerianacali*. Obtenido de *vitela.javerianacali*: <http://vitela.javerianacali.edu.co/handle/11522/3442>

Escobar Pelaez, W. A. (2017). *repository.udistrital.edu.co*. Obtenido de *repository.udistrital.edu.co*: <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/13100/1/EscobarPelaezWilsonAlexander2018.pdf>

Esther, B. F. (2016). *DOCPLAYER(Historia de los morteros)*. Obtenido de *DOCPLAYER(Historia de los morteros)*: <https://docplayer.es/user/18959416/>

Estrada Rivera, J. C. (2016). Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/85500/TESIS%20DE%20MASTER.pdf>

Estrada Rivera, J. C. (enero de 2016). *academia.edu*. Obtenido de *academia.edu*: https://www.academia.edu/37312828/TESIS_DE_MASTER_MASTER_EN_INGENIERIA_ESTRUCTURAL_Y_DE_LA_CONSTRUCCION_T%C3%ADtulo_ESTUDIO_DE_PROPIEDADES_F%C3%8DSICO_MEC%C3%81NICAS_Y_DE_DURABILIDAD_DEL_HORMIG%C3%93N_CON_CAUCHO

Estrada Rivera, J. C. (2016). <https://upcommons.upc.edu/>. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/>: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/85500/TESIS%20DE%20MASTER.pdf>

- Estrada Rivera, J. C. (2016).
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/85500/TESIS%20DE%20MASTER.pdf>. Obtenido de
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/85500/TESIS%20DE%20MASTER.pdf>:
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/85500/TESIS%20DE%20MASTER.pdf>
- Estrada, J. (Enero de 2016). *upcommons.upc.edu*. Obtenido de upcommons.upc.edu:
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/85500/TESIS%20DE%20MASTER.pdf>
- Exordio. (2019). *exordio.com*. Obtenido de exordio.com: <https://www.exordio.com/1939-1945/civilis/industria/caucho.html>
- Fisica, G. E. (26 de enero de 2018). *Glosarios*. Obtenido de Glosarios: <https://glosarios.servidor-alicante.com/educacion-fisica/absorcion-acustica>
- Fonseca, F. (11 de Mayo de 2014). *sites.google*. Obtenido de sites.google:
<https://www.sites.google.com/site/figurashechasconllantasusadas/artesantias-hechas-con-llantas-recicladadas-hechas-por-willinton-tenorio/home>
- Gardey Ana, J. P. (2017). *Definicion.de*. Obtenido de Definicion.de:
<https://definicion.de/caucho/>
- Gardey, J. P. (2016). *Definicion.de*. Obtenido de Definicion.de: <https://definicion.de/acustica/>
- Goma Sintética. (13 de junio de 2019). *gomasintetica.blogspot.com*. Obtenido de gomasintetica.blogspot.com: <https://gomasintetica.blogspot.com>
- Guzman Rojas, Y. J., & Guzman Rojas, E. L. (2015). *repositorio.uns.edu.pe*. Obtenido de repositorio.uns.edu.pe:
<http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2717/42984.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernandez Serrano, T. G., Temis Esparza, A. A., & Castañeda Peña, D. (5 de junio de 2017). *slideshare.net*. Obtenido de slideshare.net:
<https://es.slideshare.net/Tamara187/polmeros-76673789>
- i-neumaticos. (23 de mayo de 2013). *i-neumaticos.es*. Obtenido de i-neumaticos.es:
<https://www.i-neumaticos.es/blog/historia-del-neumatico-desde-su-origen-hasta-nuestros-dias/>
- Investigacion. (28 de enero de 2014). *sanjahingu.blogspot*. Obtenido de sanjahingu.blogspot:
<http://sanjahingu.blogspot.com/2014/01/metodos-tipos-y-enfoques-de.html>
- Jhon, B. G., & Esthefany, B. G. (2015). *repositorio.uns.edu.pe*. Obtenido de repositorio.uns.edu.pe:

<http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2717/42984.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Jové Sandoval, F. (2018). *uvadoc.uva.es*. Obtenido de *uvadoc.uva.es*:
[http://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/32421/C3T02_Conglomerantes%20y%20Conglomerados_Jove,F\(2018\).pdf;jsessionid=94578FFBF5DB634CED62D4E060E1E6F7?sequence=1](http://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/32421/C3T02_Conglomerantes%20y%20Conglomerados_Jove,F(2018).pdf;jsessionid=94578FFBF5DB634CED62D4E060E1E6F7?sequence=1)

KYENYKE. (29 de Diciembre de 2017). *kienyke.com*. Obtenido de *kienyke.com*:
<https://www.kienyke.com/kien-fue/charles-gooyear-el-famoso-creador-de-la-vulcanizacion>

Linares, M. Á. (19 de febrero de 2019). *eleconomista.es*. Obtenido de *eleconomista.es*:
<https://www.eleconomista.es/ecomotor/motor/noticias/9708936/02/19/Los-40-hombres-y-una-nina-que-prestaron-sus-nombres-a-las-marcas-que-fundaron.html>

Loredo, S. A. (10 de septiembre de 2018). *Prezi*. Obtenido de Prezi:
<https://prezi.com/p/vksogmoh79-k/tecnicas-de-observacion-directa-e-indirecta/>

Materiales Conductores. (s.f.). <https://materialesconductores.com/>. Obtenido de <https://materialesconductores.com/>: <https://materialesconductores.com/materiales-aislantes/>

Méndez Vulgarin, J. (2019). *repositorio ulvr (ELABORACIÓN DE MOLDES DE TEJAS, PARA TECHOS CON*. Obtenido de repositorio ulvr(ELABORACIÓN DE MOLDES DE TEJAS, PARA TECHOS CON: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/2729/1/T-ULVR-2522.pdf>

Mercadolibre. (2020). *articulo.mercadolibre.com.ec*. Obtenido de </articulo.mercadolibre.com.ec>: https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-424444409-aislante-termico-acustico-aluminizado-8-mm-remate-_JM

Mercadolibre. (2020). *articulo.mercadolibre.com.ec*. Obtenido de <articulo.mercadolibre.com.ec>: https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-424613258-esponja-perfilada-acustica-1x2-mt-_JM?quantity=1#position=46&type=item&tracking_id=3c9b68a1-4126-41c7-bf5d-533a01829a2d

Ministerio del Ambiente. (06 de Agosto de 2015). *suia.ambiente.gpob.ec(Acuerdo ministerial 098)*. Obtenido de *suia.ambiente.gob.ec(Acuerdo ministerial 098)*:
<http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/255073/A.M.+098+Instructivo+para+la+GI+de+neum%C3%A1ticos+usados+06.08.2015.pdf/47b2c204-434a-4f90-a6eb-02c1c62c2e44>

monografias.com. (s.f.). <https://www.monografias.com/>. Obtenido de <https://www.monografias.com/>: <https://www.monografias.com/trabajos101/tecnicas-investigacion/tecnicas-investigacion.shtml>

- Muñoz Andrade, R. S. (2016). *repositorio.puce.edu.ec*. Obtenido de repositorio.puce.edu.ec: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/11647/Tesis%20Final%202016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Myster Planet. (25 de marzo de 2016). *mysteryplanet.com.ar*. Obtenido de mysteryplanet.com.ar: <https://mysteryplanet.com.ar/site/los-mayas-dominaron-el-caucho-miles-de-anos-antes-que-goodyear/>
- Navas Carro, A., & Arias Barrantes, E. (2015). *revistas.ucr.ac.cr*. Obtenido de revistas.ucr.ac.cr: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/ingenieria/article/download/18228/21919>
- Norma Ecuatoriana de la construcción . (2019). *Norma Ecuatoriana de la construcción*. Obtenido de Norma Ecuatoriana de la construcción: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-CG-Cargas-S%C3%ADsmicas.pdf>
- Norma Ecuatoriana de la Construcción, p. (2015). *habitatyvivienda.gob.ec*. Obtenido de habitatyvivienda.gob.ec: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-MP-Mamposteria-Estructural.pdf>
- Núñez, L. T. (16 de diciembre de 2013). *ministerio del ambiente*. Obtenido de ministerio del ambiente : <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/05/AM-129-Reforma-020-neumaticos.pdf>
- OLX. (2020). *www.olx.com.ec*. Obtenido de www.olx.com.ec: <https://www.olx.com.ec/item/paneles-acusticos-auralex-iid-1100550747>
- Peláez Arroyave, G. J., Velásquez Restrepo, S. M., & Giraldo Vásquez, D. H. (2017). <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rcin/article/view/2143/2479>. Obtenido de <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rcin/article/view/2143/2479>: <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rcin/article/view/2143/2479>
- Peréz Díaz, C. I. (Julio de 2018). *researchgate.net*. Obtenido de researchgate.net: https://www.researchgate.net/profile/Camilo_Perez25/publication/328768693_Evaluacion_de_un_material_compuesto_elaborado_a_partir_de_Caucho_reciclado_de_NFU_y_aserrin_de_Eucalyptus_Regnans_para_su_utilizacion_en_la_construccion/links/5be1a63f299bf1124fbefe
- Pérez Julián, M. M. (2017). *Definicion.de*. Obtenido de Definicion.de: <https://definicion.de/encuesta/>
- Pérez Porto, J. (2019). *definicion.de*. Obtenido de definicion.de: <https://definicion.de/mortero/>
- Pérez Porto, J., & María, M. (2017). *Definicion.de*. Obtenido de Definicion.de: <https://definicion.de/encuesta/>
- Pérez Porto, J., & Merino, M. (2017). *definicion.de/frecuencia-de-onda/*. Obtenido de definicion.de/frecuencia-de-onda/: <https://definicion.de/frecuencia-de-onda/>

- Pérez, J. (2019). *Definicion.de*. Obtenido de Definicion.de: <https://definicion.de/mortero/>
- Pinos Coronel, A. V. (Mayo de 2015). *dspace.ucuenca.edu.ec*. Obtenido de dspace.ucuenca.edu.ec: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21772/1/Tesis.pdf>
- Raffino, M. (07 de mayo de 2019). *concepto.de*. Obtenido de concepto.de: <https://concepto.de/que-es-entrevista/>
- Raffino, M. E. (23 de noviembre de 2018). *Concepto.de*. Obtenido de Concepto.de: <https://concepto.de/reciclar/>
- Raffino, M. E. (07 de mayo de 2019). *concepto.de*. Obtenido de concepto.de: <https://concepto.de/que-es-entrevista/>
- Raffino, M. E. (25 de febrero de 2019). *concepto.de (Poblacion)*. Obtenido de concepto.de (Poblacion): <https://concepto.de/poblacion/>
- Raffino, M. E. (11 de Octubre de 2019). *concepto.de/onda-2/*. Obtenido de concepto.de/onda-2/: <https://concepto.de/onda-2/>
- REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD . (s.f.). *trabajo.gob.ec*. Obtenido de trabajo.gob.ec: <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/12/Reglamento-de-Seguridad-y-Salud-de-los-Trabajadores-y-Mejoramiento-del-Medio-Ambiente-de-Trabajo-Decreto-Ejecutivo-2393.pdf>
- Relieve contemporáneo. (2017). *relievecontemporaneo.com*. Obtenido de relievecontemporaneo.com: <https://relievecontemporaneo.com/estela-blanca/>
- Republica del Ecuador, C. n. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida*. Obtenido de Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida: https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_OK.compressed1.pdf
- Rey C., G. A. (2019). *Academia.edu*. Obtenido de Academia.edu: https://www.academia.edu/8872768/GENERALIDADES_DEFINICION_TIPOS_USOS_PROPIEDADES_MORTERO_CEMENTO_DISEÑO_MORTERO_CEMENTO
- Rey, G. A. (2019). *Academia.edu*. Obtenido de Academia.edu: https://www.academia.edu/8872768/GENERALIDADES_DEFINICION_TIPOS_USOS_PROPIEDADES_MORTERO_CEMENTO_DISEÑO_MORTERO_CEMENTO
- Rivera, J. C. (enero de 2016). *academia.edu*. Obtenido de academia.edu: https://www.academia.edu/37312828/TESIS_DE_MASTER_MASTER_EN_INGENIERIA_ESTRUCTURAL_Y_DE_LA_CONSTRUCCION_TÍTULO_ESTUDIO_DE_PROPIEDADES_FÍSICO_MECÁNICAS_Y_DE_DURABILIDAD_DEL_HORMIGÓN_CON_CAUCHO

Robinson Veliz, Z. B. (9 de diciembre de 2018). *repositorio ulvr (PANELES TEXTURIZADOS EN BASE AL CAUCHO)*. Obtenido de repositorio ulvr(PANELES TEXTURIZADOS EN BASE AL CAUCHO): <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/2569/1/T-ULVR-2367.pdf>

Saldarriaga Velasco, E. D. (Agosto de 2016). *repositorio.ug.edu.ec*. Obtenido de repositorio.ug.edu.ec:
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/15086/1/APLICACION%20DE%20LA%20NORMA%20NTE%20INEN2536%20-TME.pdf>

Saldarriaga Velasco, E. D. (Agosto de 2016). *repositorio.ug.edu.ec*. Obtenido de repositorio.ug.edu.ec:
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/15086/1/APLICACION%20DE%20LA%20NORMA%20NTE%20INEN2536%20-TME.pdf>

Sánchez Adrian, Y. F. (2018). *repositorio ulvr*. Obtenido de repositorio ulvr:
<http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/2334>

Sanmartin Ramon, G. S., Zhige luna, R. A., & Alaña Castillo, T. P. (Enero de 2017).
<http://scielo.sld.cu>. Obtenido de <http://scielo.sld.cu>:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202017000100005

Significados. (julio de 2019). *Significados.com*. Obtenido de Significados.com:
<https://www.significados.com/calor/>

Significados. (2019). *Significados.com*. Obtenido de Significados.com:
<https://www.significados.com/temperatura/>

Significados.com. (2019). *www.significados.com/ruido/*. Obtenido de www.significados.com/ruido/: <https://www.significados.com/ruido/>

SlidePlayer. (2019). *slideplayer.es*. Obtenido de slideplayer.es:
<https://slideplayer.es/slide/5550348/>

SlideShare. (2019). *slideshare.net*. Obtenido de slideshare.net:
<https://www.slideshare.net/vegaprado23/caucho-76704974>

Todo en polimeros. (29 de Diciembre de 2017). *todoenpolimeros.com*. Obtenido de todoenpolimeros.com: <https://todoenpolimeros.com/2017/12/29/alexander-parkes-y-el-1er-plastico-sintetico/>

Torres Barrera, A. R. (2015). *dspace.uce.edu.ec*. Obtenido de dspace.uce.edu.ec:
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/5429>

Última Hora Ecuador. (2018). *ultimahoraec.com*. Obtenido de ultimahoraec.com:
<https://ultimahoraec.com/guayaquil-cerro-2018-con-parque-automotor-de-484-049-vehiculos-segun-atm/>

UMACON. (2017). <http://www.umacon.com/>. Obtenido de <http://www.umacon.com/>:
<http://www.umacon.com/noticia.php/es/que-es-el-cemento-portland-tipos-y-caracteristicas/413>

Universia. (04 de septiembre de 2017). *Universia.net*. Obtenido de Universia.net:
<http://noticias.universia.cr/educacion/noticia/2017/09/04/1155475/tipos-investigacion-descriptiva-exploratoria-explicativa.html>

Universidad.Costa.Rica. (04 de septiembre de 2017). *universia Costa rica*. Obtenido de universia Costa rica: <http://noticias.universia.cr/educacion/noticia/2017/09/04/1155475/tipos-investigacion-descriptiva-exploratoria-explicativa.html>

Universitat politècnica de València. (2017). *upv.es/*. Obtenido de upv.es/:
https://www.upv.es/materiales/Fcm/Fcm15/fcm15_5.html

Valencia, H. F., Eraso, H. F., & Ramos, N. (28 de julio de 2015). *vitela.javerianacali*. Obtenido de vitela.javerianacali: <http://vitela.javerianacali.edu.co/handle/11522/3442>

Yáñez, D., & Rodríguez, J. (16 de Mayo de 2015). *Conciencia Eco*. Obtenido de Conciencia Eco:
<https://www.concienciaeco.com/2015/05/16/la-historia-del-reciclaje/>

Anexos



Figura 98

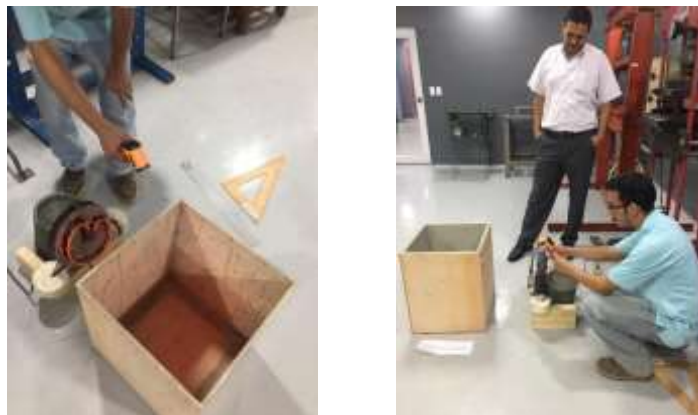


Figura 99



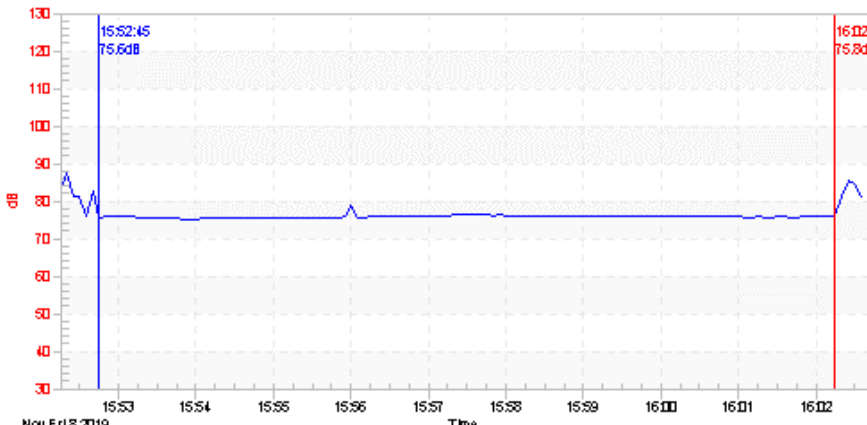
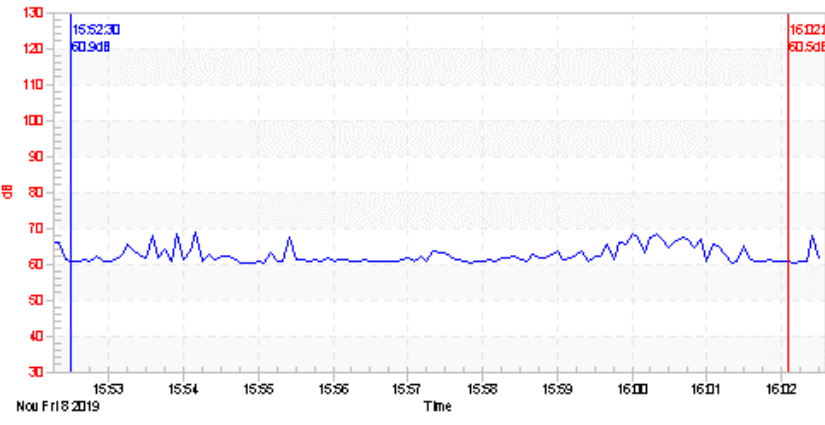
Figura 100

Tabla 84: Digitalización prueba 1 aislamiento acústico (caja con M. tradicional a 50 cm de fuente sonora)

Prueba	Prueba 1	
Sonómetro:	S1 – Exterior cajón acústico	S2 – Interior cajón recubierto con mortero tradicional
Distancia de la fuente sonora:	50 cm	
Datos:	Start Time:08/11/2019 15:40:05 Sampling Rate:5 DataNo:124 Avg.:60.9 Maximum:92.2@08/11/2019 15:49:45 Minimum:92.5@08/11/2019 15:41:10 Cursor A:93.7@08/11/2019 15:40:15 Cursor B:91.4@08/11/2019 15:50:15 Max.Between A and B:93.7@08/11/2019 15:40:15 Min.Between A and B:91.4@08/11/2019 15:46:45 Avg. Between A and B:92.4	Start Time:08/11/2019 15:40:05 Sampling Rate:5 DataNo:124 Avg.:62.4 Maximum:75.3@08/11/2019 15:46:55 Minimum:57.5@08/11/2019 15:41:55 Cursor A:68.7@08/11/2019 15:40:20 Cursor B:62.4@08/11/2019 15:50:05 Max.Between A and B:75.3@08/11/2019 15:46:55 Min.Between A and B:57.5@08/11/2019 15:41:55 Avg. Between A and B:62.2

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Tabla 85: Digitalización prueba 2 aislamiento acústico (caja con M. tradicional a 100 cm de fuente sonora)

Prueba	Prueba 2	
Sonómetro:	S1 – Exterior cajón acústico	S2 – Interior cajón recubierto con mortero tradicional
Distancia de la fuente sonora:	100 cm	
Datos:	Start Time:08/11/2019 15:52:15 Sampling Rate:5 DataNo:125 Avg.:62.0 Maximum:91.4@08/11/2019 15:46:45 Minimum:75.4@08/11/2019 15:54:05 Cursor A:75.6@08/11/2019 15:52:45 Cursor B:75.8@08/11/2019 16:02:15 Max.Between A and B:78.7@08/11/2019 15:56:00 Min.Between A and B:75.1@08/11/2019 15:53:55 Avg. Between A and B:75.8	Start Time:08/11/2019 15:52:15 Sampling Rate:5 DataNo:124 Avg.:62.4 Maximum:68.9@08/11/2019 15:54:10 Minimum:60.2@08/11/2019 15:54:50 Cursor A:60.9@08/11/2019 15:52:30 Cursor B:60.5@08/11/2019 16:02:05 Max.Between A and B:68.9@08/11/2019 15:54:10 Min.Between A and B:60.2@08/11/2019 15:54:50 Avg. Between A and B:62.4
		

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Tabla 86: Digitalización prueba 1 aislamiento acústico (caja con M. tradicional a 50 cm de fuente sonora)

Prueba	Prueba 3	
Sonómetro:	S1 – Exterior cajón acústico	S2 – Interior cajón recubierto con mortero con caucho
Distancia de la fuente sonora:	50 cm	
Datos:	Start Time:08/11/2019 16:07:03 Sampling Rate:5 DataNo:125 Avg.:66.5 Maximum:92.1@08/11/2019 16:08:18 Minimum:92.3@08/11/2019 16:07:08 Cursor A:92.1@08/11/2019 16:07:43 Cursor B:91.8@08/11/2019 16:17:03 Max.Between A and B:92.1@08/11/2019 16:07:43 Min.Between A and B:86.3@08/11/2019 16:09:38 Avg. Between A and B:91.8	Start Time:08/11/2019 16:07:03 Sampling Rate:5 DataNo:125 Avg.:62.8 Maximum:68.4@08/11/2019 16:07:03 Minimum:61.1@08/11/2019 16:07:18 Cursor A:62.2@08/11/2019 16:07:28 Cursor B:62.1@08/11/2019 16:17:13 Max.Between A and B:67.5@08/11/2019 16:09:53 Min.Between A and B:61.3@08/11/2019 16:16:23 Avg. Between A and B:62.7

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Tabla 87: Digitalización prueba 4 aislamiento acústico (caja con M. con caucho a 100 cm de fuente sonora)

Prueba	Prueba 4	
Sonómetro:	S1 – Exterior cajón acústico	S2 – Interior cajón recubierto con mortero con caucho
Distancia de la fuente sonora:	100 cm	
Datos:	Start Time:08/11/2019 16:17:48 Sampling Rate:5 DataNo:117 Avg.:76.0 Maximum:89.3@08/11/2019 16:17:48 Minimum:89.1@08/11/2019 16:18:08 Cursor A:89.1@08/11/2019 16:18:08 Cursor B:88.5@08/11/2019 16:27:13 Max.Between A and B:89.1@08/11/2019 16:18:08 Min.Between A and B:87.3@08/11/2019 16:21:13 Avg. Between A and B:88.6	Start Time:08/11/2019 16:17:47 Sampling Rate:5 DataNo:117 Avg.:62.2 Maximum:71.9@08/11/2019 16:27:27 Minimum:60.4@08/11/2019 16:23:07 Cursor A:62.1@08/11/2019 16:18:02 Cursor B:62.6@08/11/2019 16:27:17 Max.Between A and B:64.3@08/11/2019 16:18:52 Min.Between A and B:60.4@08/11/2019 16:23:07 Avg. Between A and B:62.0

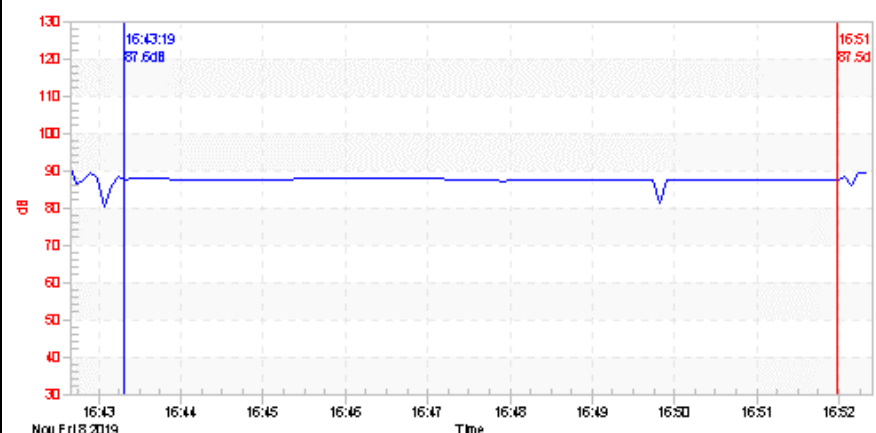
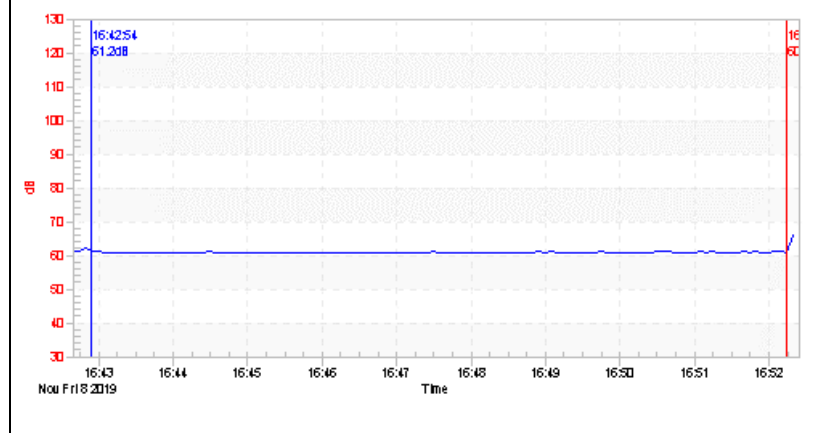
Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Tabla 88: Digitalización prueba 5 aislamiento acústico (caja con M. tradicional a 50 cm de fuente sonora)

Prueba	Prueba 5	
Sonómetro:	S1 – Exterior cajón acústico	S2 – Interior cajón recubierto con mortero tradicional
Distancia de la fuente sonora:	50 cm	
Datos:	Start Time:08/11/2019 16:31:38 Sampling Rate:5 DataNo:128 Avg.:73.6 Maximum:94.3@08/11/2019 16:36:03 Minimum:94.5@08/11/2019 16:33:43 Cursor A:94.9@08/11/2019 16:32:03 Cursor B:94.2@08/11/2019 16:41:58 Max.Between A and B:95.1@08/11/2019 16:37:18 Min.Between A and B:89.3@08/11/2019 16:34:23 Avg. Between A and B:94.3	Start Time:08/11/2019 16:31:38 Sampling Rate:5 DataNo:128 Avg.:61.6 Maximum:66.5@08/11/2019 16:31:38 Minimum:60.7@08/11/2019 16:41:08 Cursor A:61.5@08/11/2019 16:31:53 Cursor B:61.2@08/11/2019 16:42:08 Max.Between A and B:61.9@08/11/2019 16:33:03 Min.Between A and B:60.7@08/11/2019 16:41:08 Avg. Between A and B:61.6

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Tabla 89: Digitalización prueba 6 aislamiento acústico (caja con M. tradicional a 100 cm de fuente sonora)

Prueba	Prueba 6	
Sonómetro:	S1 – Exterior cajón acústico	S2 – Interior cajón recubierto con mortero tradicional
Distancia de la fuente sonora:	100 cm	
Datos:	Start Time:08/11/2019 16:42:39 Sampling Rate:5 DataNo:117 Avg.:67.7 Maximum:90.7@08/11/2019 16:42:39 Minimum:87.6@08/11/2019 16:43:54 Cursor A:87.6@08/11/2019 16:43:19 Cursor B:87.5@08/11/2019 16:51:59 Max.Between A and B:87.8@08/11/2019 16:45:54 Min.Between A and B:81.3@08/11/2019 16:49:49 Avg. Between A and B:87.5	Start Time:08/11/2019 16:42:39 Sampling Rate:5 DataNo:117 Avg.:60.9 Maximum:66.1@08/11/2019 16:52:19 Minimum:60.6@08/11/2019 16:43:44 Cursor A:61.2@08/11/2019 16:42:54 Cursor B:60.9@08/11/2019 16:52:14 Max.Between A and B:61.3@08/11/2019 16:50:29 Min.Between A and B:60.6@08/11/2019 16:43:44 Avg. Between A and B:60.9
		

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Tabla 90: Digitalización prueba 7 aislamiento acústico (caja con M. tradicional a 50 cm de fuente sonora)

Prueba	Prueba 7	
Sonómetro:	S1 – Exterior cajón acústico	S2 – Interior cajón recubierto con mortero con caucho
Distancia de la fuente sonora:	50 cm	
Datos:	Start Time:08/11/2019 16:53:37 Sampling Rate:5 DataNo:130 Avg.:68.5 Maximum:95.9@08/11/2019 16:53:42 Minimum:96.2@08/11/2019 17:03:52 Cursor A:96.4@08/11/2019 16:53:57 Cursor B:96.2@08/11/2019 17:04:02 Max.Between A and B:96.4@08/11/2019 16:53:57 Min.Between A and B:95.2@08/11/2019 16:54:07 Avg. Between A and B:96.2	Start Time:08/11/2019 16:53:37 Sampling Rate:5 DataNo:130 Avg.:62.0 Maximum:71.1@08/11/2019 17:04:22 Minimum:61.3@08/11/2019 16:55:27 Cursor A:62.2@08/11/2019 16:53:52 Cursor B:61.4@08/11/2019 17:04:12 Max.Between A and B:62.2@08/11/2019 16:53:52 Min.Between A and B:61.3@08/11/2019 16:55:27 Avg. Between A and B:61.8

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Tabla 91: Digitalización prueba 8 aislamiento acústico (caja con M. con caucho a 100 cm de fuente sonora)

Prueba	Prueba 8	
Sonómetro:	S1 – Exterior cajón acústico	S2 – Interior cajón recubierto con mortero con caucho
Distancia de la fuente sonora:	100 cm	
Datos:	Start Time:08/11/2019 17:04:46 Sampling Rate:5 DataNo:127 Avg.:66.2 Maximum:92.7@08/11/2019 17:04:46 Minimum:91.3@08/11/2019 17:05:06 Cursor A:91.3@08/11/2019 17:05:06 Cursor B:90.7@08/11/2019 17:15:01 Max.Between A and B:91.3@08/11/2019 17:05:06 Min.Between A and B:90.1@08/11/2019 17:09:56 Avg. Between A and B:90.7	Start Time:08/11/2019 17:04:45 Sampling Rate:5 DataNo:127 Avg.:66.5 Maximum:79.5@08/11/2019 17:06:00 Minimum:61.9@08/11/2019 17:04:50 Cursor A:62.9@08/11/2019 17:04:55 Cursor B:68.8@08/11/2019 17:15:05 Max.Between A and B:79.5@08/11/2019 17:06:00 Min.Between A and B:62.7@08/11/2019 17:05:00 Avg. Between A and B:66.4

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Tabla 92: Digitalización prueba 1 aislamiento acústico (caja sin revestimiento a 50 cm de fuente sonora)

Prueba	Prueba 1	
Sonómetro:	S1 – Exterior cajón acústico	S2 – Interior cajón sin revestimiento
Distancia de la fuente sonora:	50 cm	
Datos:	Start Time:18/12/2019 18:20:32 Sampling Rate:5 DataNo:123 Avg.:90.1 Maximum:93.1@18/12/2019 18:22:17 Minimum:70.0@18/12/2019 18:30:42 Cursor A:91.3@18/12/2019 18:23:57 Cursor B:90.7@18/12/2019 18:27:22 Max.Between A and B:91.3@18/12/2019 18:23:57 Min.Between A and B:85.7@18/12/2019 18:24:57 Avg. Between A and B:89.7	Start Time:18/12/2019 18:20:30 Sampling Rate:5 DataNo:123 Avg.:90.1 Maximum:63.5@18/12/2019 18:22:15 Minimum:61.5@18/12/2019 18:30:40 Cursor A:63.5@18/12/2019 18:20:40 Cursor B:63.3@18/12/2019 18:30:20 Max.Between A and B:64.3@18/12/2019 18:21:05 Min.Between A and B:61.5@18/12/2019 18:29:35 Avg. Between A and B:63.0

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Tabla 93: Digitalización prueba 2 aislamiento acústico (caja sin revestimiento a 100 cm de fuente sonora)

Prueba	Prueba 2	
Sonómetro:	S1 – Exterior cajón acústico	S2 – Interior cajón sin revestimiento
Distancia de la fuente sonora:	100 cm	
Datos:	Start Time:18/12/2019 17:46:52 Sampling Rate:5 DataNo:123 Avg.:91.1 Maximum:92.9@18/12/2019 17:51:17 Minimum:86.3@18/12/2019 17:46:57 Cursor A:91.2@18/12/2019 17:47:02 Cursor B:90.7@18/12/2019 17:56:52 Max.Between A and B:92.9@18/12/2019 17:51:17 Min.Between A and B:87.4@18/12/2019 17:50:12 Avg. Between A and B:91.1	Start Time:18/12/2019 17:46:51 Sampling Rate:5 DataNo:123 Avg.:88.6 Maximum:70.7@18/12/2019 17:47:31 Minimum:70.6@18/12/2019 17:47:46 Cursor A:69.1@18/12/2019 17:47:01 Cursor B:67.9@18/12/2019 17:57:01 Max.Between A and B:71.9@18/12/2019 17:49:56 Min.Between A and B:64.3@18/12/2019 17:50:36 Avg. Between A and B:70.0

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Tabla 94: Prueba de aislamiento térmico del mortero tradicional (1:2) a los 10 minutos.

PRUEBA DE AISLAMIENTO TERMICO DEL MORTERO TRADICIONAL (1:2)								
FUENTE DE CALOR:	349,6°C	DISTANCIA DE FUENTE A LA CAJA	25 Cm	TIEMPO DE EXPOSICION:	10 minutos			
CARA EXPUESTA A LA FUENTE			PROPAGACION EN CARAS LATERALES					
PUNTOS	LADO EXTERNO (°C)	LADO INTERNO (°C)	CARA 1		CARA 2		CARA 3	
			EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR
1	60	41,7	34,9	34,6	34,2	39,5	34,6	35
2	66,3	42,1						
3	55,7	39,8						
4	59,4	42,5						
5	71,4	43,7						
6	63,7	41						
7	53,5	39,9						
8	65,8	40,7						
9	68,8	38,3						

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Tabla 95: Prueba de aislamiento térmico del mortero tradicional (1:2) a los 20 minutos.

PRUEBA DE AISLAMIENTO TERMICO DEL MORTERO TRADICIONAL (1:2)								
FUENTE DE CALOR:	337,8°C	DISTANCIA DE FUENTE A LA CAJA	25 Cm	TIEMPO DE EXPOSICION:	20 minutos			
CARA EXPUESTA A LA FUENTE			PROPAGACION EN CARAS LATERALES					
PUNTOS	LADO EXTERNO (°C)	LADO INTERNO (°C)	CARA 1		CARA 2		CARA 3	
			EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR
1	61,6	42,3	33,3	33,3	32,3	33	32,8	33,1
2	69,8	44,1						
3	58,8	41,4						
4	64,7	45						
5	79,8	46,8						
6	66,3	43,2						
7	56,8	41,3						
8	69,4	42,3						
9	59,2	40						

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Tabla 96: Prueba de aislamiento térmico del mortero tradicional (1:2) a los 30 minutos.

PRUEBA DE AISLAMIENTO TERMICO DEL MORTERO TRADICIONAL (1:2)								
FUENTE DE CALOR:	362,1°C	DISTANCIA DE FUENTE A LA CAJA	25 Cm	TIEMPO DE EXPOSICION:	30 minutos			
CARA EXPUESTA A LA FUENTE			PROPAGACION EN CARAS LATERALES					
PUNTOS	LADO EXTERNO (°C)	LADO INTERNO (°C)	CARA 1		CARA 2		CARA 3	
			EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR
1	62,6	43,4	29,7	30	29,1	29,7	29,7	30
2	69	45						
3	58,1	41,8						
4	66,1	45,6						
5	79,9	48						
6	66,4	43,4						
7	57,7	42,3						
8	69,9	42,3						
9	69,4	38,9						

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Tabla 97: Prueba de aislamiento térmico del mortero tradicional (1:2) a los 40 minutos.

PRUEBA DE AISLAMIENTO TERMICO DEL MORTERO TRADICIONAL (1:2)								
FUENTE DE CALOR:	366,4°C	DISTANCIA DE FUENTE A LA CAJA	25 Cm	TIEMPO DE EXPOSICION:	40 minutos			
CARA EXPUESTA A LA FUENTE			PROPAGACION EN CARAS LATERALES					
PUNTOS	LADO EXTERNO (°C)	LADO INTERNO (°C)	CARA 1		CARA 2		CARA 3	
			EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR
1	69,7	47,6	32,7	32,7	32	32,7	32,5	32,5
2	76	49,1						
3	62,7	45,3						
4	69,1	49,8						
5	81,1	52,5						
6	68,7	47,6						
7	59,3	44,4						
8	72,2	45,5						
9	64,4	42,2						

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Tabla 98: Prueba de aislamiento térmico del mortero tradicional (1:2) a los 50 minutos.

PRUEBA DE AISLAMIENTO TERMICO DEL MORTERO TRADICIONAL (1:2)								
FUENTE DE CALOR:	352,4°C	DISTANCIA DE FUENTE A LA CAJA	25 Cm	TIEMPO DE EXPOSICION:	50 minutos			
CARA EXPUESTA A LA FUENTE			PROPAGACION EN CARAS LATERALES					
PUNTOS	LADO EXTERNO (°C)	LADO INTERNO (°C)	CARA 1		CARA 2		CARA 3	
			EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR
1	69,9	48,8	33	33,6	32	33,1	32,3	33,6
2	75,7	50,8						
3	63,1	46,4						
4	70,4	52,7						
5	83,6	53,8						
6	70,3	49,2						
7	58,3	45,3						
8	69,9	45,2						
9	67,2	42,3						

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Tabla 99: Prueba de aislamiento térmico del mortero tradicional (1:2) a los 60 minutos.

PRUEBA DE AISLAMIENTO TERMICO DEL MORTERO TRADICIONAL (1:2)								
FUENTE DE CALOR:	367,4°C	DISTANCIA DE FUENTE A LA CAJA	25 Cm	TIEMPO DE EXPOSICION:	60 minutos			
CARA EXPUESTA A LA FUENTE			PROPAGACION EN CARAS LATERALES					
PUNTOS	LADO EXTERNO (°C)	LADO INTERNO (°C)	CARA 1		CARA 2		CARA 3	
			EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR
1	69,9	53,4	34,8	34,6	34	34,9	34,3	34,5
2	78	54,3						
3	64,2	50,3						
4	70,9	54,4						
5	84,3	56,1						
6	70,5	51,1						
7	62	47,6						
8	77,3	48						
9	72,9	45						

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Tabla 100: Prueba de aislamiento térmico del mortero tradicional (1:2:1) a los 10 minutos.

PRUEBA DE AISLAMIENTO TERMICO DEL MORTERO CON CAUCHO (1:2:1)								
FUENTE DE CALOR:	366,9°C	DISTANCIA DE FUENTE A LA CAJA	25 Cm	TIEMPO DE EXPOSICION:	10 minutos			
CARA EXPUESTA A LA FUENTE			PROPAGACION EN CARAS LATERALES					
PUNTOS	LADO EXTERNO (°C)	LADO INTERNO (°C)	CARA 1		CARA 2		CARA 3	
			EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR
1	59,8	38,7	32,3	30,9	30,9	30,9	31,8	30,9
2	61,1	37,8						
3	50,9	36,5						
4	59,8	37						
5	65	37						
6	57,2	35,6						
7	55,9	35,2						
8	64,4	34,8						
9	63,6	34,2						

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Tabla 101: Prueba de aislamiento térmico del mortero tradicional (1:2:1) a los 20 minutos.

PRUEBA DE AISLAMIENTO TERMICO DEL MORTERO CON CAUCHO (1:2:1)								
FUENTE DE CALOR:	358,9°C	DISTANCIA DE FUENTE A LA CAJA	25 Cm	TIEMPO DE EXPOSICION:	20 minutos			
CARA EXPUESTA A LA FUENTE			PROPAGACION EN CARAS LATERALES					
PUNTOS	LADO EXTERNO (°C)	LADO INTERNO (°C)	CARA 1		CARA 2		CARA 3	
			EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR
1	63,1	39,6	31,1	30,2	29,7	29,9	30,8	29,6
2	63,6	39,8						
3	53,4	37,7						
4	64,6	39,2						
5	69,7	39,5						
6	57,2	37,3						
7	55,6	36,4						
8	64,2	36,5						
9	60,8	35						

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Tabla 102: Prueba de aislamiento térmico del mortero tradicional (1:2:1) a los 30 minutos.

PRUEBA DE AISLAMIENTO TERMICO DEL MORTERO CON CAUCHO (1:2:1)								
FUENTE DE CALOR:	359,3°C	DISTANCIA DE FUENTE A LA CAJA	25 Cm	TIEMPO DE EXPOSICION:	30 minutos			
CARA EXPUESTA A LA FUENTE			PROPAGACION EN CARAS LATERALES					
PUNTOS	LADO EXTERNO (°C)	LADO INTERNO (°C)	CARA 1		CARA 2		CARA 3	
			EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR
1	66,1	41,7	30,3	30,6	29,2	29,9	29,7	29,6
2	67,6	42,3						
3	55,8	39,8						
4	67,1	42,1						
5	73,5	42,6						
6	61,9	39,9						
7	59,7	38,4						
8	65,5	38,3						
9	62,2	35,9						

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Tabla 103: Prueba de aislamiento térmico del mortero tradicional (1:2:1) a los 40 minutos.

PRUEBA DE AISLAMIENTO TERMICO DEL MORTERO CON CAUCHO (1:2:1)								
FUENTE DE CALOR:	354,9°C	DISTANCIA DE FUENTE A LA CAJA	25 Cm	TIEMPO DE EXPOSICION:	40 minutos			
CARA EXPUESTA A LA FUENTE			PROPAGACION EN CARAS LATERALES					
PUNTOS	LADO EXTERNO (°C)	LADO INTERNO (°C)	CARA 1		CARA 2		CARA 3	
			EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR
1	62,5	41,9	29,6	28,8	28,3	28,8	28,8	28,6
2	64,9	42,2						
3	55,4	31,5						
4	65,7	42,6						
5	72,1	43,3						
6	59,8	39,8						
7	57,1	38,3						
8	63,8	38,1						
9	59,7	36,1						

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Tabla 104: Prueba de aislamiento térmico del mortero tradicional (1:2:1) a los 50 minutos.

PRUEBA DE AISLAMIENTO TERMICO DEL MORTERO CON CAUCHO (1:2:1)								
FUENTE DE CALOR:	350,2°C	DISTANCIA DE FUENTE A LA CAJA	25 Cm	TIEMPO DE EXPOSICION:	50 minutos			
CARA EXPUESTA A LA FUENTE			PROPAGACION EN CARAS LATERALES					
PUNTOS	LADO EXTERNO (°C)	LADO INTERNO (°C)	CARA 1		CARA 2		CARA 3	
			EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR
1	63,8	46,1	31,8	30,9	30,5	31,4	30,1	30,9
2	68	46,3						
3	55,7	43,2						
4	68,3	46,3						
5	75,6	47,1						
6	62,6	43,6						
7	60,7	41,9						
8	71,44	41,4						
9	64,2	39,8						

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Tabla 105: Prueba de aislamiento térmico del mortero tradicional (1:2:1) a los 60 minutos.

PRUEBA DE AISLAMIENTO TERMICO DEL MORTERO CON CAUCHO (1:2:1)								
FUENTE DE CALOR:	362,2°C	DISTANCIA DE FUENTE A LA CAJA	25 Cm	TIEMPO DE EXPOSICION:	60 minutos			
CARA EXPUESTA A LA FUENTE			PROPAGACION EN CARAS LATERALES					
PUNTOS	LADO EXTERNO (°C)	LADO INTERNO (°C)	CARA 1		CARA 2		CARA 3	
			EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR
1	65,4	44,8	30,2	30	28,9	30	30	29,7
2	67,4	45,6						
3	55,9	42,6						
4	69,3	45,5						
5	75,7	46,4						
6	60,8	42,8						
7	58,5	40,9						
8	69,3	40,9						
9	63,5	39,2						

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Tabla 106: Prueba de aislamiento térmico caja de plywood a los 10 minutos.

PRUEBA DE AISLAMIENTO TERMICO CAJA PLYWOOD								
FUENTE DE CALOR:	363,5°C	DISTANCIA DE FUENTE A LA CAJA	25 Cm	TIEMPO DE EXPOSICION:	10 minutos			
CARA EXPUESTA A LA FUENTE			PROPAGACION EN CARAS LATERALES					
PUNTOS	LADO EXTERNO (°C)	LADO INTERNO (°C)	CARA 1		CARA 2		CARA 3	
			EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR
1	55,8	45,2	33	32,4	32	33,1	32,5	33,3
2	63,5	48,8						
3	56,3	45,6						
4	69,1	48,3						
5	87,6	54						
6	72,8	47,8						
7	59,9	44,2						
8	73,5	47,6						
9	68,6	43,4						

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Tabla 107: Prueba de aislamiento térmico caja de plywood a los 20 minutos.

PRUEBA DE AISLAMIENTO TERMICO CAJA PLYWOOD								
FUENTE DE CALOR:	366,1°C	DISTANCIA DE FUENTE A LA CAJA	25 Cm	TIEMPO DE EXPOSICION:	20 minutos			
CARA EXPUESTA A LA FUENTE			PROPAGACION EN CARAS LATERALES					
PUNTOS	LADO EXTERNO (°C)	LADO INTERNO (°C)	CARA 1		CARA 2		CARA 3	
			EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR
1	55	44,4	30,8	31,4	29,9	31,4	30,6	31,5
2	65,5	47,9						
3	57,4	44,5						
4	71,2	49,4						
5	87,1	55,7						
6	71,4	47,4						
7	59	45,5						
8	73	50						
9	88,3	43,7						

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Tabla 108: Prueba de aislamiento térmico caja de plywood a los 30 minutos.

PRUEBA DE AISLAMIENTO TERMICO CAJA PLYWOOD								
FUENTE DE CALOR:	364°C	DISTANCIA DE FUENTE A LA CAJA	25 Cm	TIEMPO DE EXPOSICION:	30 minutos			
CARA EXPUESTA A LA FUENTE			PROPAGACION EN CARAS LATERALES					
PUNTOS	LADO EXTERNO (°C)	LADO INTERNO (°C)	CARA 1		CARA 2		CARA 3	
			EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR
1	56,7	45,7	30,5	30,9	29,7	31,2	30,3	31,4
2	63,7	50,4						
3	56,8	45						
4	73,7	51,3						
5	90,5	57,1						
6	72,6	49,4						
7	61,9	45						
8	75,9	50,94						
9	96,5	44,8						

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Tabla 109: Prueba de aislamiento térmico caja de plywood a los 40 minutos.

PRUEBA DE AISLAMIENTO TERMICO CAJA PLYWOOD								
FUENTE DE CALOR:	352,6°C	DISTANCIA DE FUENTE A LA CAJA	25 Cm	TIEMPO DE EXPOSICION:	40 minutos			
CARA EXPUESTA A LA FUENTE			PROPAGACION EN CARAS LATERALES					
PUNTOS	LADO EXTERNO (°C)	LADO INTERNO (°C)	CARA 1		CARA 2		CARA 3	
			EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR
1	60,9	47,3	31,5	31,8	30,6	32,3	31,4	32,3
2	68,2	52,1						
3	60	47,2						
4	74,2	52,5						
5	90,7	58,4						
6	75,9	50						
7	60,7	48,4						
8	80,4	53,6						
9	72,1	45,9						

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Tabla 110: Prueba de aislamiento térmico caja de plywood a los 50 minutos.

PRUEBA DE AISLAMIENTO TERMICO CAJA PLYWOOD								
FUENTE DE CALOR:	372,12°C	DISTANCIA DE FUENTE A LA CAJA	25 Cm	TIEMPO DE EXPOSICION:	50 minutos			
CARA EXPUESTA A LA FUENTE			PROPAGACION EN CARAS LATERALES					
PUNTOS	LADO EXTERNO (°C)	LADO INTERNO (°C)	CARA 1		CARA 2		CARA 3	
			EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR
1	60,9	47,5	31,4	31,8	30,2	32	31,2	31,5
2	68,8	51,5						
3	60,5	46,5						
4	73,8	52,9						
5	92,3	58,6						
6	73,2	49,8						
7	61,6	50,14						
8	76,6	53,4						
9	69,1	46,8						

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)

Tabla 111: Prueba de aislamiento térmico caja de plywood a los 60 minutos.

PRUEBA DE AISLAMIENTO TERMICO CAJA PLYWOOD								
FUENTE DE CALOR:	355,5°C	DISTANCIA DE FUENTE A LA CAJA	25 Cm	TIEMPO DE EXPOSICION:	60 minutos			
CARA EXPUESTA A LA FUENTE			PROPAGACION EN CARAS LATERALES					
PUNTOS	LADO EXTERNO (°C)	LADO INTERNO (°C)	CARA 1		CARA 2		CARA 3	
			EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR
1	57,7	48,6	31,8	32,5	30,9	32,5	31,7	32,4
2	68,2	52,5						
3	59,2	47,9						
4	72,5	53,5						
5	92,8	59,3						
6	75,5	51,3						
7	61,5	48						
8	77,9	52						
9	72,1	47,3						

Elaborado por: Martínez & Martillo (2019)



A QUIEN INTERESE

Certifico que los Sres. Johann Alain Martínez Gómez Y Jordy Asbhy Martillo García, egresados de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte realizaron los ensayos y pruebas de laboratorio correspondientes al tema de tesis de grado "MORTERO TRADICIONAL CON CAUCHO RECICLADO PARA RECUBRIMIENTO DE MAMPOSTERÍA" los días 09, 10, 16, 17, 23, 30 de septiembre y 14 de octubre del 2019, con la supervisión del Operador de Equipo Sr. Dennys Reina Ban.

Se hace constancia que los ensayos realizados en el laboratorio de Mecánica de Suelos Dr. Ing. Arnaldo Ruffilli de la Universidad de Guayaquil no tuvo costo alguno

Guayaquil, 17 de octubre del 2019

Atentamente,

Ing. David Stay Coello, Mg. Geot.
DIRECTOR (E)



Figura 101

BUILDING TRUST



A QUIEN INTERESE

Por medio de la presente certifico que los Sres. Johann Alain Martínez Gómez con C.I. # 091626806-3 Y Jordy Asbby Martillo García con C.I. # 095170046-7, Egresados de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte, Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción, Carrera de Arquitectura, estuvieron realizando en laboratorio de Sika Ecuatoriana S.A. el tema de tesis de grado "MORTERO TRADICIONAL CON CAUCHO RECICLADO PARA RECUBRIMIENTO DE MAMPOSTERIA" Se comenzó a realizar las vigas de hormigón, enlucido de morteros y ensayos para adherencia "Pull Off" con el Equipo a utilizar el Satec para los morteros, comenzando desde el 16 de Octubre hasta el 21 de Noviembre del 2019 utilizando el equipo de Sated para calcular la resistencia de la adherencia en los morteros.

Todos estos ensayos se realizaron en presencia del personal de laboratorio de Sika Ecuatoriana el Ing. Armando Banchón.

Es todo cuanto puedo decir en honor a la verdad.

Duran, 2 de Diciembre del 201

Atentamente,

Ing. Armando Banchón V.
Sika Ecuatoriana S.A.
Jefe de Laboratorio, LEM
Telf.: 04-2812700 ext. 187
Cel: 0992113855

Sika Ecuatoriana S.A. <https://ecu.sika.com>

Guayaquil- Km. 31/2 vía Durán - Tambo (Casilla 10093) **PBX** (593-4) 2812700 **Fax** (593-4) 2801229

Quito- Av. Naciones Unidas entre Iñaquito y Nuñez de Vela Edificio Metropolitano Piso 11 Oficinas 1111-1112 **Tel:** (593-2) 24437-224 / 2434-267

Cuenca- Av. Ordoñez Lazo y Los Claveles, Edf. Palermo **Tel:** (593-7) 4089725 / 4102829

Figura 102