



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA, Y CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE ARQUITECTURA

PROYECTO DE INVESTIGACION

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ARQUITECTO

TEMA

**FABRICACIÓN DE UN PANEL PARA TUMBADO A PARTIR DE POLIESTIRENO
RECICLADO PARA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL EN EL SECTOR DEL
SUROESTE DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL**

TUTOR

ARQ. JORGE ABARCA ABARCA MSC.

AUTOR

BRUNO ARMANDO SALCEDO VERA

GUAYAQUIL, 2020



| REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA | | |
|--|--|------------------------------------|
| FICHA DE REGISTRO DE TESIS | | |
| TÍTULO Y SUBTÍTULO: Fabricación de un panel para tumbado a partir de poliestireno reciclado para vivienda de interés social en el sector del suroeste de la ciudad de Guayaquil | | |
| AUTOR/ES: Salcedo Vera Bruno Armando | REVISORES O TUTORES: Arq. Jorge Abarca Abarca Msc. | |
| INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil | Grado obtenido: Arquitecto | |
| FACULTAD: Facultad de Ingeniería, Industria, y Construcción | CARRERA: Carrera de Arquitectura | |
| FECHA DE PUBLICACIÓN: 2020 | N. DE PAGS: 123 | |
| ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción | | |
| PALABRAS CLAVE: Construcción, fabricación, reciclaje, vivienda | | |
| RESUMEN: El presente estudio de investigación tiene como objetivo fabricación de un panel rectangular para tumbado a partir de poliestireno reciclado para una vivienda de interés social en la ciudad de Guayaquil, así como también el establecimiento de las actividades y tareas más idóneas y pertinentes a seguir para dicho proceso, desde la caracterización del material hasta la fabricación artesanal del panel propuesto como parte del estudio. | | |
| N. DE REGISTRO (en base de datos): | N. DE CLASIFICACIÓN: | |
| DIRECCIÓN URL (tesis en la web): | | |
| ADJUNTO PDF: | SI <input checked="" type="checkbox"/> | NO <input type="checkbox"/> |

| | | |
|---|---|--|
| CONTACTO CON AUTOR/ES: Salcedo Vera Bruno Armando | Teléfono: +593986753813 | E-mail: brunosalcedo3@gmail.com |
| CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN: | Ing. MSc. Alex Salvatierra Espinoza, Decano Teléfono: 2596500 Ext. 241 Decanato E-mail: asalvatierrae@ulvr.edu.ec Mg. María Eugenia Dueñas Barberán, Teléfono: 2596500 Ext. 211 E-mail: mduenasb@ulvr.edu.ec | |

CERTIFICADO DE SIMILITUDES



Urkund Analysis Result

Analysed Document: TESIS BRUNO SALCEDO REV06 PARA PLAGIO.docx (D61121212)
Submitted: 16/12/2019 2:11:00
Submitted By: jabarcaa@ulvr.edu.ec
Significance: 1 %

Sources included in the report:

Tesis viky&geraldine- para urkund.docx (D54445715)
CARPIO RODRIGUEZ ERIKA MARYELY..pdf (D21634113)
URKUND PANELES CYNDI & GINA.docx (D41426792)
<https://docplayer.es/94692881-Universidad-politecnica-de-cartagena-materiales-compuestos-con-posibles-aplicaciones-en-el-ambito-de-la-construccion.html>

Instances where selected sources appear:

5

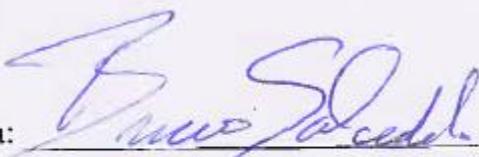
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

El estudiante egresado BRUNO ARMANDO SALCEDO VERA, declara bajo juramento, que la autoría del presente trabajo de investigación corresponde totalmente a los/as suscritos/as 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 el comportamiento de materiales reciclados en la aplicación de un panel rectangular para tumbado.

Autor

Firma: 
BRUNO ARMANDO SALCEDO VERA
C.I. 0926794488

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor(a) del Proyecto de Investigación FABRICACIÓN DE UN PANEL PARA TUMBADO A PARTIR DE POLIESTIRENO RECICLADO PARA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL EN EL SECTOR DEL SUROESTE DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL, designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de 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: “FABRICACIÓN DE UN PANEL PARA TUMBADO A PARTIR DE POLIESTIRENO RECICLADO PARA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL EN EL SECTOR DEL SUROESTE DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL”, presentado por el estudiante BRUNO ARMANDO SALCEDO VERA como requisito previo, para optar al Título de ARQUITECTO, encontrándose apto para su sustentación

Firma: _____
ARQ. JORGE ABARCA AVARCA MSc.
C.I. 0919511592

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la vida de mis padres y por haberme guiado en este arduo camino para poder llegar a cumplir esta meta.

Agradezco a mis padres por ser los principales promotores de que cumpla mis metas, la dedicación que tuvieron, la paciencia y el sacrificio que hicieron para que pueda llegar a cumplir mis sueños, gracias a ellos porque cada día me impulsaban y me guiaban para poder llegar a este logro, agradecido por todas las noches de desvelo que pasaron a mi lado y por separar tiempo para poder ayudarme y verme triunfar, gracias porque nunca me abandonaron.

Agradezco a mis hermanos que también fueron parte de mi formación académica y supieron guiarme y ayudarme.

Agradezco a quienes fueron mis maestros de cátedra, que con paciencia, dedicación, motivación y criterio, supieron impartir sus conocimientos. Ha sido un privilegio poder contar con su guía y ayuda

DEDICATORIA

El presente proyecto va dedicado a mis padres Armando Salcedo y Ángela Vera, pilares fundamentales en mi vida; ya que gracias a su esfuerzo, ímpetu diario y el apoyo incondicional que me brindaron puedo alcanzar y finalizar una meta en mi formación académica, por ello honro la vida de ellos y de mis hermanos por sus consejos y ayuda en mis arduas horas de estudio.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|------|
| REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA | II |
| CERTIFICADO DE SIMILITUDES | IV |
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES..... | V |
| CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR | VI |
| AGRADECIMIENTO | VII |
| DEDICATORIA | VIII |
| ÍNDICE GENERAL | IX |
| INDICE DE TABLAS | XIII |
| INDICE DE FIGURAS..... | XIV |
| INDICE DE ANEXOS | XV |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO I | 2 |
| DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN | 2 |
| 1.1. TEMA..... | 2 |
| 1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 2 |
| 1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 7 |
| 1.4. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA..... | 7 |
| 1.5. OBJETIVOS..... | 7 |
| 1.5.1. OBJETIVO GENERAL..... | 7 |
| 1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 7 |
| 1.6. JUSTIFICACIÓN | 8 |
| 1.7. DELIMITACIÓN | 9 |
| 1.8. HIPÓTESIS | 10 |
| 1.9. VARIABLES..... | 11 |
| 1.10. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN..... | 13 |

| | |
|---|----|
| CAPÍTULO II..... | 14 |
| MARCO TEÓRICO..... | 14 |
| 2.1. ANTECEDENTES..... | 14 |
| 2.1.1. Habitabilidad, vivienda y vivienda de interés social. | 17 |
| 2.1.1.1 Habitabilidad: definición..... | 17 |
| 2.1.1.3 Vivienda: definición..... | 18 |
| 2.1.1.3 Vivienda de interés social: definición..... | 18 |
| 2.1.2. Cielo raso o tumbado..... | 19 |
| 2.1.2.1 Cielo raso o tumbado: definición..... | 19 |
| 2.1.2.2 Historia del cielo raso o tumbado..... | 19 |
| 2.1.2.3 Tipos de cielo raso según modo de instalación..... | 20 |
| 2.1.2.4 Tipo de cielo raso o tumbado según material..... | 24 |
| 2.1.2.5 <i>Tipo de cielo raso o tumbado según junta invisible</i> | 28 |
| 2.1.2.6 <i>Tipo de cielo raso o tumbado según sujeción</i> | 29 |
| 2.1.2.7 Perfilaría para la estructura..... | 30 |
| 2.1.2.8 Tipo de cielo raso o tumbado según estructura..... | 32 |
| 2.1.2.9 <i>Instalación de cielo raso</i> | 33 |
| 2.1.3. Aislamiento para ruidos y calor..... | 34 |
| 2.1.3.1 Aislamiento acústico..... | 34 |
| 2.1.3.2. Aislamiento térmico..... | 35 |
| 2.1.4. Poliestireno..... | 35 |
| 2.1.4.1. <i>Historia del Poliestireno expandido (EPS)</i> | 35 |
| 2.1.4.2. <i>Poliestireno</i> | 37 |
| 2.1.4.3. <i>Poliestireno expandido (EPS)</i> | 37 |
| 2.1.5. Propiedades Poliestireno expandido (EPS)..... | 39 |
| 2.1.5.1. Propiedades físicas..... | 39 |
| 2.1.5.2. Propiedades químicas..... | 43 |

| | | |
|-------------------------|---|----|
| 2.1.6. | Aplicación en la construcción..... | 44 |
| 2.1.6.1. | Usos..... | 45 |
| 2.1.7. | Ventajas y usos | 45 |
| 2.1.8. | Vida útil del poliestireno, inocuo o reutilizado..... | 45 |
| 2.1.9. | El reciclaje: uso en la arquitectura y la construcción | 46 |
| 2.1.9.1. | <i>El reciclaje en el Ecuador</i> | 47 |
| 2.1.9.2. | <i>Proceso de reciclaje del poliestireno</i> | 48 |
| 2.1.9.2. | <i>Tipos de reciclaje del poliestireno</i> | 49 |
| 2.1.10. | Método de disolución: uso de thinner (diluyente). | 50 |
| 2.2. | Marco conceptual | 50 |
| 2.3. | Marco legal..... | 53 |
| 2.3.1. | Constitución del Ecuador..... | 53 |
| 2.3.1. | Código orgánico organización territorial autonomía descentralización (COAAD) .. | 54 |
| 2.3.1. | Código orgánico del ambiente (COA)..... | 55 |
| 2.3.2. | Norma NTE INEN-EN 239 | 55 |
| 2.3.3. | Norma NTE INEN-EN 520 2018-06..... | 55 |
| 2.3.4. | Norma NTE INEN-EN 685:2010 | 56 |
| 2.3.5. | Norma NTE INEN-EN 1688 | 56 |
| 2.3.6. | Ordenanza contra ruido..... | 57 |
| CAPÍTULO III..... | | 58 |
| MARCO METODOLÓGICO..... | | 58 |
| 3.1. | TIPO DE INVESTIGACIÓN | 58 |
| 3.2. | TIPO DE ENFOQUE..... | 58 |
| 3.3. | HERRAMIENTA | 59 |
| 3.3.1. | Experimentación | 59 |
| 3.3.2. | Observación | 59 |
| 3.3.3. | Entrevista | 59 |

| | | |
|----------|---|----|
| 3.4. | TÉCNICA | 59 |
| 3.5. | POBLACIÓN Y MUESTRA..... | 60 |
| 3.6. | RESULTADOS..... | 61 |
| 3.6.1. | Preparación de los materiales | 61 |
| 3.6.1.1. | <i>Experimentación</i> | 61 |
| 3.6.2. | Resultados particulares | 64 |
| 3.6.2.1. | <i>Prueba de densidad aparente de panel (UNE EN 1602:1997)</i> | 64 |
| 3.6.2.2. | <i>Prueba de conductividad térmica de panel (UNE EN 13163:2002 y UNE 12667:2002)</i> | 65 |
| 3.6.2.3. | <i>Prueba de absorción de agua por inmersión total de panel (adaptado de ISO 2896:2001 y ASTM D2842-01)</i> | 65 |
| 3.6.3. | Resultados de laboratorio | 67 |
| 3.6.4. | Guía de Observación..... | 68 |
| 3.6.5. | Entrevista | 69 |
| 3.6.6. | Encuesta..... | 70 |
| 3.7. | ANÁLISIS DE RESULTADO | 76 |
| 3.8. | VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS..... | 77 |
| | CAPÍTULO IV..... | 78 |
| | Propuesta..... | 78 |
| 4.1. | Título de la propuesta..... | 78 |
| 4.2. | Contenido de la propuesta..... | 78 |
| 4.3. | Materiales para la construcción de paneles..... | 78 |
| 4.4. | Características de los materiales | 79 |
| 4.5. | Diseño del proceso para la fabricación de paneles | 80 |
| 4.5.1. | Capacidad de la planta | 80 |
| 4.5.2. | Flujograma | 81 |
| 4.5.3. | Elaboración de manual de procedimiento para elaboración artesanal de paneles. .. | 85 |
| | PROCESO DE ELABORACIÓN DE MOLDE ARTESANAL | 86 |

| | |
|---|-----|
| PROCESO DE FABRICACIÓN ARTESANAL DE PANELES PARA TUMBADO A PARTIR DE POLIESTIRENO RECICLADO | 88 |
| PROCESO DE USO ARTESANAL DE DILUYENTE | 90 |
| 4.6. Presupuesto de elaboración de una plancha rectangular del producto propuesto | 91 |
| 4.7. Evaluación del proyecto aplicando Análisis Costos/Beneficio | 91 |
| 4.8. Impacto/ Producto/ Beneficio Obtenido | 93 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 95 |
| Conclusiones | 95 |
| Recomendaciones | 96 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS..... | 97 |
| ANEXO..... | 105 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Operacionalización de las variables..... | 12 |
| Tabla 2 <i>Coficiente de absorción con diferentes materiales según niveles de frecuencia</i> | 40 |
| Tabla 3 <i>Propiedades químicas EPS</i> | 43 |
| Tabla 4 <i>Aplicaciones del EPS</i> | 44 |
| Tabla 5 <i>Técnica e instrumentos utilizados en la investigación</i> | 60 |
| Tabla 6 <i>Dosificaciones elaboradas</i> | 62 |
| Tabla 7 <i>Resumen de resultados</i> | 67 |
| Tabla 8 <i>Guía de observación de pruebas de laboratorio</i> | 68 |
| Tabla 9 <i>Guía de observación de pruebas artesanales</i> | 68 |
| Tabla 10 <i>Resumen de respuestas de las entrevistas realizadas</i> | 69 |
| Tabla 11 <i>Medidas más conocidas de paneles de tumbado</i> | 70 |
| Tabla 12 <i>Tipo de vivienda</i> | 71 |
| Tabla 13 <i>Adquisición o uso de paneles de tumbado</i> | 72 |
| Tabla 14 <i>Percepción de las características de paneles de tumbado</i> | 73 |
| Tabla 15 <i>Medidas más conocidas de paneles de tumbado</i> | 74 |
| Tabla 16 <i>Percepción sobre el uso de poliestireno reciclado para hacer paneles de tumbado</i> | 75 |

| | |
|---|----|
| Tabla 17 <i>Inversión para elaborar un panel para tumbado de poliestireno reciclado de 1,22 cm x 2.44 m. x 12.7 mm</i> | 91 |
| Tabla 18 <i>Análisis Costo/Beneficio</i> | 92 |
| Tabla 19 <i>Cuadro comparativo de paneles para tumbado de 1,22 cm x 2.44 m. x 12.7 mm, según tipo de material</i> | 92 |
| Tabla 20 <i>Propiedades físicas y químicas del panel para tumbado a base de poliestireno reciclado</i> | 94 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Basura flotante en India..... | 3 |
| Figura 2: Árbol de problemas..... | 5 |
| Figura 3: Sector de estudio..... | 10 |
| Figura 4: Panel de tumbado desmontable..... | 21 |
| Figura 5: Panel de tumbado liso..... | 22 |
| Figura 6: Cielo raso de esquema estuco liso sin diseño..... | 22 |
| Figura 7: Panel de tumbado mixto..... | 23 |
| Figura 8: Panel de tumbado especial..... | 24 |
| Figura 9: Panel de tumbado de fibra mineral..... | 24 |
| Figura 10: Panel de tumbado de madera..... | 25 |
| Figura 11: Panel de tumbado metálico..... | 26 |
| Figura 12: Panel de tumbado de yeso tipo Drywall..... | 27 |
| Figura 13: Panel de tumbado en PVC..... | 28 |
| Figura 14: Panel de tumbado de junta invisible..... | 28 |
| Figura 15: Panel de tumbado de junta invisible..... | 29 |
| Figura 16: Suspensión en madera..... | 29 |
| Figura 17: Estructura de metal..... | 30 |
| Figura 18: Emparrillado de cielo raso (en planta)..... | 31 |
| Figura 23: Estructura en Drywall suspendida..... | 32 |
| Figura 20: Estructura en Drywall aplicada..... | 32 |
| Figura 21: Procesos de obtención de estireno..... | 36 |
| Figura 22: Fases del poliestireno..... | 37 |
| Figura 23: Proceso de obtención del poliestireno expandido..... | 38 |

| | |
|---|----|
| Figura 24: Coeficiente de conductividad térmica del EPS según densidad | 40 |
| Figura 25: Aplicaciones del EPS en la construcción..... | 45 |
| Figura 26: Viscosidad de las dosificaciones elaboradas..... | 62 |
| Figura 27: Tiempo de secado de las dosificaciones elaboradas | 63 |
| Figura 28: Densidad aparente del panel | 64 |
| Figura 29: Conductividad térmica del panel..... | 65 |
| Figura 30: Absorción de agua por inmersión total del panel..... | 66 |
| Figura 31: Medidas más conocidas de paneles de tumbado..... | 70 |
| Figura 32: Tipo de vivienda..... | 71 |
| Figura 33: Adquisición o uso de paneles de tumbado | 72 |
| Figura 34: Percepción de las características de paneles de tumbado | 73 |
| Figura 35: Medidas más conocidas de paneles de tumbado..... | 74 |
| Figura 36: Percepción sobre el uso de poliestireno reciclado para hacer paneles de tumbado | 75 |
| Figura 37: Flujograma en bloque del proceso industrial propuesto para fabricación industrial. | 82 |
| Figura 38: Flujograma del proceso industrial propuesto para fabricación industrial. | 83 |

INDICE DE ANEXOS

| | |
|---|-----|
| Anexo 1: Certificado del laboratorio..... | 105 |
| Anexo 2: Tabla de especificaciones de panel de yeso..... | 106 |
| Anexo 3: Tabla de especificaciones de panel propuesto | 107 |
| Anexo 4: Fotos de fabricación de prototipo de panel para tumbado | 108 |

INTRODUCCIÓN

A lo largo del tiempo los rellenos sanitarios se han ido llenado principalmente con materiales reciclados y el material más común que se puede encontrar es el poliestireno conocido como: espumaflex, plumafón o espumafón; se usa comúnmente en materiales de construcción, empaquetado y envases para alimentos siendo este último el material más usado y de gran versatilidad en todo el mundo, pero que cuenta también con el índice de contaminación más alto tanto por producción inmensurable como su dificultad para su disposición final debido a que es desechado una vez utilizado.

Conociendo la problemática que ocasiona el poliestireno ante el medio ambiente, se han puesto en marcha formas de reciclaje variadas para disminuir su índice de contaminación llegando a su prohibición en ciertos países de Europa, pero en América Latina se le intenta dar nuevos usos como madera reciclada o energía por combustión.

Debido a que su mayor uso se da en viviendas no se hace la correcta separación de los materiales reciclables y orgánicos por ende esta investigación tiene un gran valor debido a que las familias van a mejorar su hábito de reciclaje porque van a observar y a conocer los otros tipos de usos que se le puede volver a dar al poliestireno y uno de esos es convertirlo en un panel de tumbado desmontable.

Los tumbados desmontables se los puede encontrar comúnmente hechos con yeso y tienen una apariencia muy atractiva. Debido a que el yeso es un material delicado puede fisurarse y llegar a partirse mientras se lo manipula, no es resistente al clima poniendo énfasis en la humedad lo que ocasiona que se generen mohos con un color verde oscuro llegando a caerse si hay humedad extrema.

Esta investigación se realiza para conocer cuáles son las características de los tumbados y las propiedades del poliestireno y poder fusionarlos para introducir una nueva plancha de tumbado en el mercado que reúna los aspectos de ambos materiales creando un tumbado nuevo y completamente resistente pero que sea accesible para propietarios de viviendas de interés social.

Para ello, procederá a elaborarse bajo el siguiente esquema: capítulo I, se presentará la problemática, justificación y alcance de la propuesta; capítulo II, se elaborará la base teórica que sustentará el proyecto para su diseño; capítulo III, se procederá a realizar un análisis y estudio técnico del material. Finalmente, en el capítulo IV, se realizará se describirá el proceso y se analizarán los costos.

CAPÍTULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. TEMA

Fabricación de un panel para tumbado a partir de poliestireno reciclado para vivienda de interés social en el sector del suroeste de la ciudad de Guayaquil.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La industria de la construcción es un verdadero termómetro de la economía de cualquier país, lo que se demuestra en su aporte al valor agregado bruto (VAB). Desde el año 2007, se mantuvo y existió un crecimiento considerable hasta el año 2014, donde se alcanzó la cifra de aproximadamente USD 6.893 millones de dólares generados (Guerra, 2018).

La gran demanda a nivel mundial por más proyectos inmobiliarios ha generado el incremento y uso de un sinnúmero de materiales que dispararon los precios como también la producción de muchos más desperdicios, entre los que destacan los materiales de plásticos que es posible encontrar en una innumerable cantidad de productos y diseños para el hogar.

El plástico es un elemento químico que ha ayudado a la humanidad para su crecimiento dominante por completo del planeta, así como el desarrollo de toda su tecnología y conocimiento para beneficio suyo. Pero, su multiuso, que va desde la simple funda hasta el fuselaje de un avión Boing 787, ha generado también una alta polución o contaminación de los recursos naturales. Se estima que existen, a nivel mundial, una cantidad de plástico aproximada en 8,5 millones de toneladas que se produce de este material y que en el mundo se recicla menos de una quinta parte, a pesar de que los recursos que más se contaminan con plástico es el suelo y el agua, donde las corrientes marinas han facilitado su expansión. En Estados Unidos, menos del 10% reciclan el material (Parker, 2019).

Así, el mundo entero se enfrenta a un problema de kilos y kilos de basura, desperdicios y polución por plástico, debido a que es un material y/o elemento que puede ser utilizado, a primera instancia una sola vez, y si presenta problemas o deterioro, es fácilmente desechado. Pero en realidad, además de que es fácil de producirlo y en grandes

cantidades, es posible su reutilización de forma casi inmediata sin tener que realizar algún tipo de acondicionamiento previo.

Se estima que se producen aproximadamente 500 millones de toneladas de plásticos que no pueden ser reutilizados debido a su composición o porque son insumos que forman parte de otros productos finales para fines comerciales. Existen una diversidad y variedad de clases de plásticos que son utilizados en el mundo moderno, e incluso siguen siendo objeto de mejora, pero el de mayor utilización es el poliestireno. Todo lo anterior, también se debe ante la falta de una valoración y respeto al ambiente circundante; y, por ende, la falta de procesos de reciclaje que contribuyan con su reducción (Rojas, 2018).



Figura 1: Basura flotante en India.

Fuente: Parker (2019).

Existen, en Ecuador, aproximadamente 5.000 empresas cuya principal actividad económica declarada a los entes de control público se enfoca a la industria de la construcción y que tiene la siguiente distribución: 40% a proyectos inmobiliarios de casas y edificios residenciales; 10% a proyectos de obras públicas como vías, puentes y carreteras; 10% a obras de mantenimiento de superficie como: carreteras, vías y puentes; 10% a proyectos inmobiliarios de edificios no residenciales (oficinas, comercios, etc.);

10,5% a las actividades de construcción de obras civiles para centrales eléctricas; 10,5% a proyectos de obra muerta (instalación de accesorios eléctricos, líneas de telecomunicaciones, redes informáticas, entre otros). Finalmente, 9% a obras de ingeniería civil relacionadas con la instalación y/o mantenimiento de sistema hidráulico-sanitario como son las tuberías urbanas. Por lo cual se observa que cerca de la mitad de las empresas dedicada a la construcción se han focalizado a proyectos inmobiliarios a gran escala (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2017).

Esto hace que, en Ecuador, considerando las demás actividades económicas, cada habitante produzca -en promedio- aproximadamente 0,50 kg. de residuos sólidos generados solamente en el área urbana sin considerar el área rural; y se recolecta aproximadamente 13 mil toneladas diarias de desechos, entre ellos los sólidos donde se encuentra al plástico como el de mayor densidad. Así, el plástico es uno de los mayores contribuyentes dentro de los desechos y el de mayor contaminación debido, principalmente, a su gran cantidad y densidad en cuanto a la composición de los mismos y el espacio que ocupa en ello, lo cual se basa en estudios realizados por entes públicos de control ambiental (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2018).

Es importante mencionar que el 40% de los Gobiernos Autónomos Descentralizado en el Ecuador, aproximadamente 80 municipios) cuenta con procesos de separación en la fuente; es decir, diferencian los materiales orgánicos e inorgánicos (cartón, papel, plástico, vidrio, madera, metal, chatarra, caucho, textil, focos, pilas y desechos sanitarios no peligrosos, entre otros). En la región Insular, la totalidad de sus municipios implementaron dichos procesos debido a la sensibilidad de su naturaleza y entorno ambiental (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2018).

La ciudad de Guayaquil tiene un alto crecimiento poblacional abarcando a otros sectores aledaños como: Vía Daule, Aurora y Samborondón. Dicha incidencia demográfica ha incidido enormemente a tal punto que se ha incrementado la oferta inmobiliaria. La oferta inmobiliaria conllevó a un incremento en los precios de las viviendas, debido al incremento de los insumos, materiales, entre otros que se utilizan en gran medida tanto para su construcción como para su decoración y productos complementarios adicionales (Enríquez, 2016).

Actualmente, la urbe porteña cuenta con aproximadamente 600 empresas que se dedican a la producción del plástico cuya fabricación se destina a utensilios del hogar y a

fundas comerciales en general. Adicionalmente, la ciudad tiene aproximadamente el 40% del consumo del plástico nacional, superando a ciudades como Quito (Bazán, 2018).

El 5 de septiembre del 2018, el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Guayaquil aprobó la ordenanza que regula la fabricación, comercialización, distribución y entrega de productos plásticos de un solo uso con la finalidad de aportar a la urbe de un instrumento legal de forma tal que colabore con el cuidado de su medio ambiente circundante, así como reducir efectos negativos y que son evidentes en la ciudad. Dichos productos se conforman por sorbetes, tarrinas, envases, cubiertos, tazas y fundas tipo camiseta. El instrumento legal vigente que se analiza y presenta, establece que el reemplazo por materiales 100% biodegradables y 70% reciclado o reutilizable en la producción (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Guayaquil, 2018).

Efectos

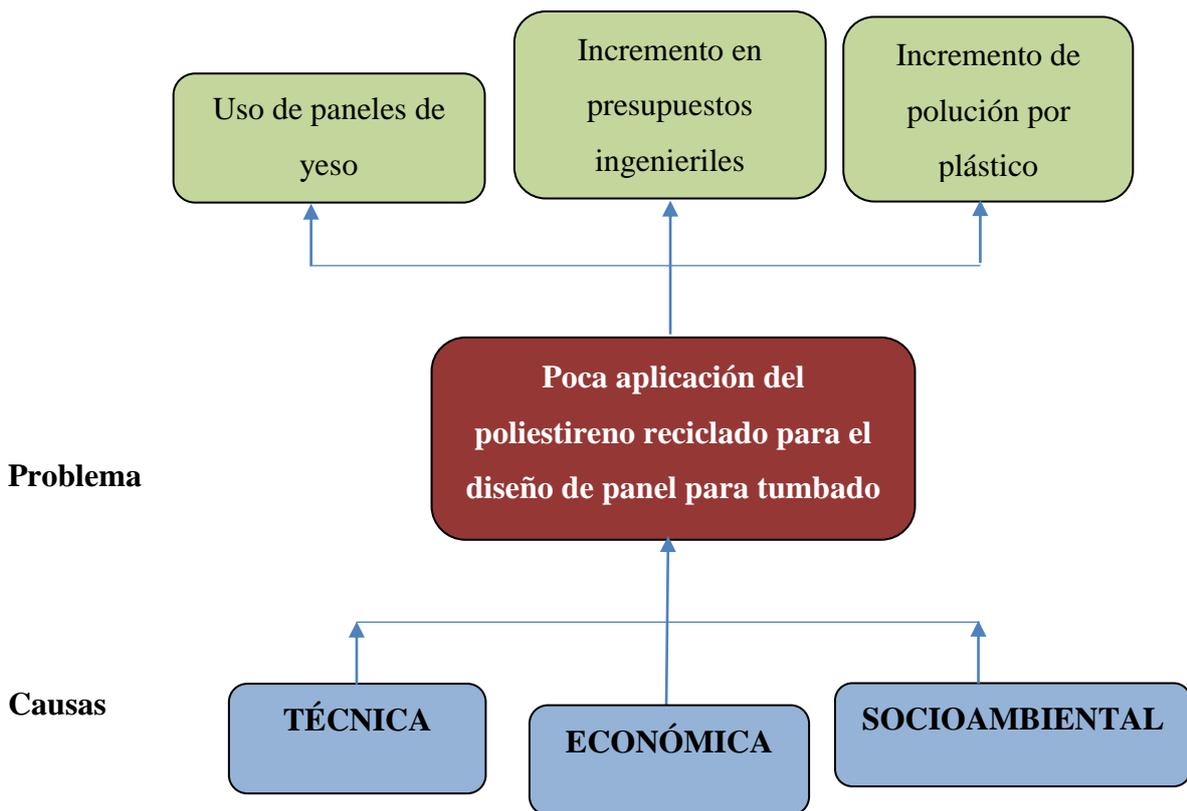


Figura 2: Árbol de problemas

Elaborado por: Salcedo, B. (2019).

Los malos procesos tanto de recolección como de su disposición han generado la gran cantidad de desperdicios y residuos al medio ambiente en muchas obras inmobiliarias que ocasiona costos no planificados e incrementan los presupuestos planificados de los proyectos habitacionales o de construcción, adecuación de unidades de viviendas, afectando directamente al entorno natural. De ahí que, se busca la mejora de los materiales que se utilicen y la buena reutilización de dichos residuos para ayudar a la conservación y cuidado ambiental.

Uno de los materiales que se ha considerado mejorar y que sirve la adecuación de las unidades de viviendas son las planchas de tumbado. Dichas planchas convencionales para tumbado son fabricadas y/o elaboradas a partir de la explotación del yeso, que es un material extraído generalmente de canteras y compuesto de sulfato de calcio hidratado, sustancia que es nociva para el medio ambiente y cuya extracción requiere de maquinaria pesada como especializada, así como también el deterioro de cerros o montañas que contienen el elemento. Debido al tipo de material, se rompen durante su traslado e instalación en su lugar de destino. Así como también son incompatible con el clima y toman un aspecto poco agradable (Merchán, 2017).

- **Causas Técnicas:**

- a) Uso limitado del poliestireno reciclado en procesos y proyectos arquitectónicos.
- b) Desconocimiento de su reciclaje, preparación y usos.
- c) Desconocimiento de ventajas y desventajas del material.

- **Causas Económicas**

- a) Percepción de altos costos logísticos para su reciclaje y producción.
- b) Precio bajo comparado a materiales convencionales como el yeso.
- c) Desconocimiento de su costo de fabricación y tiempos.

- **Causas Socioambientales**

- a) Unidades de vivienda de interés que requieren de material sustentables.

- b) Desconocimiento sobre procesos de reutilización de materiales.
- c) Falta de cultura de reciclaje.

A pesar de todo lo anterior, se requiere de medidas que puedan dar uso a la gran cantidad de plásticos haciendo una reutilización del material para su destino a otras actividades o en la fabricación de componentes principales como complementarios, convirtiéndole pasar de un material descartables y de poca vida útil, a su aplicación en la construcción como paneles de tumbado.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Por qué no se usa el poliestireno reciclado para elaborar panel para tumbado como reemplazo de paneles convencionales pocos sustentables, aspecto poco agradable y baja resistencia?

1.4. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

- ¿Cuáles son las propiedades físicas y de comportamiento del poliestireno reciclado para elaborar panel para tumbado?
- ¿Es posible la caracterización del panel para tumbado haciendo uso del poliestireno reciclado?
- ¿Cómo verificar que el producto propuesto cumple con las propiedades mínimas requeridas?

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. OBJETIVO GENERAL

- Fabricar paneles rectangulares para tumbado mediante la aplicación de poliestireno reciclado para uso en vivienda de interés social.

1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Fabricar paneles rectangulares aplicando poliestireno reciclado en relación con diversos usos.

- Determinar las características de composición y resistencia del panel rectangular para tumbado propuesto.
- Evaluar a través de pruebas de laboratorio y particulares las propiedades del panel rectangular para tumbado propuesto.

1.6. JUSTIFICACIÓN

Desde inicio de la arquitectura como un arte y hasta como un factor psicológico, la construcción de unidades de vivienda consideró importante la comodidad ambiental y el efecto psicológico que puede tener un hogar en las personas. En este aspecto, es importante mencionar que la altura incidió enormemente en ambos factores. Pero, luego durante la segunda guerra mundial y hasta después de algunos años de su conclusión y/o final, ante la ausencia de materiales, se redujo el espacio en las viviendas y con ello, se inició la búsqueda de materiales y la creación de nuevos componentes que puedan ser utilizados en las viviendas.

Actualmente, en la urbe porteña del Ecuador, así como en todas partes del mundo, existen requerimientos legales mínimos establecidos en gacetas municipales a cumplir para cada sector de la ciudad afines con el uso del suelo que se le ha dado. Esto varía la medida de las alturas por zona geográfica. Uno de los componentes más utilizado para mejorar el ambiente de las unidades de viviendas sea o no de interés social, son los paneles rectangulares para tumbado que ayudan a refrescar el interior de dichos hogares, así como también sirven como un aislante térmico y acústico.

En el presente proyecto de investigación, se ha considerado diseñar paneles rectangulares para tumbado aplicando poliestireno reciclado, cuya finalidad es brindar un producto a través de la reutilización de los desechos de envases de plásticos para comida que son generados debido a su gran uso en la ciudad de Guayaquil.

Este estudio se hará para conocer la factibilidad de uso de envases de poliestireno para comida en paneles de tumbado, que ayuden a mejorar y beneficiar procesos de fabricaciones de paneles para tumbado de tal manera que se busque más opciones para la reutilización de materiales reciclados.

Se busca que la propuesta tenga un gran incidencia e importancia tanto para el ambiente como para la sociedad porque fortalecerá una cultura de innovación para la reutilización de todo tipo de material reciclable, así como también incentivará a la cultura del reciclaje tanto para los habitantes de la urbe como para las diversas actividades

económicas, sobre todo aquellas enfocada a la construcción, mantenimiento y adecuación de unidades de residencias de utilidad social.

Actualmente, los paneles convencionales hacen uso del yeso en su mayoría, pero el mineral ocasiona que el producto sea frágil y ocasiona residuos y desechos que contaminan, además que su extracción (yeso) se genera desde una cantera. En cambio, el poliestireno reciclado tiene diversos usos y beneficios que no han sido utilizado en la ingeniería y construcción de edificaciones como de unidades de residencia de utilidad social, donde se requieren materiales que brinden comodidades.

El presente proyecto hará uso de un enfoque cualitativo. Dicho enfoque facilita el diseño de una hipótesis que se va a probar a partir del análisis de los datos. Se hará uso de la investigación exploratoria debido a que se procederá a la revisión de documentos que incluirán investigaciones con la problemática o solución parecida a lo que se ha planteado, lo que permite establecer una fuerte base teórica. Pero, también se hará uso de la investigación descriptiva que permitirán el tratamiento de datos mediante la aplicación de la estadística, fórmulas matemáticas, gráficos y tablas que ayudarán a obtener información de gran interés para demostrar que la propuesta con el material sugerido es válida. Los instrumentos de investigación que serán utilizados es la observación participativa donde se diseñará el material y luego se procederá a evaluar sus propiedades considerando una norma internacional que facilite el establecimiento de su validez. Se harán uso de equipos de laboratorios certificados que facilitarán la realización de pruebas que se plantearán como parte del presente documento de estudio.

Finalmente, El contenido de la presente investigación busca dar cumplimiento y enmarcarse en los objetivos establecidos dentro del Plan del Buen Vivir (PBV) vigente en el Ecuador y actualizado desde el año 2017. Así, la propuesta será de gran aporte e interés para toda la industria de la edificación, obra pública, proyectos inmobiliarios, así como actividades económicas complementarias.

1.7. DELIMITACIÓN

- **Área:** Arquitectura.
- **Lugar:** Guayas, Guayaquil.

La investigación está dirigida a viviendas de interés social y a los fabricantes artesanales de cielo raso o tumbado del cantón Guayaquil, provincia del Guayas, Parroquia Febres Cordero, sector suroeste de la urbe, conocido como “Batallón del Suburbio”. El sitio fue seleccionado debido a las facilidades que se tiene para acceder tanto en espacio como en tiempo de traslado y por la uniformidad de las viviendas que son de interés social, proyecto inmobiliario que fue puesto en marcha años atrás, así como construcciones independientes.

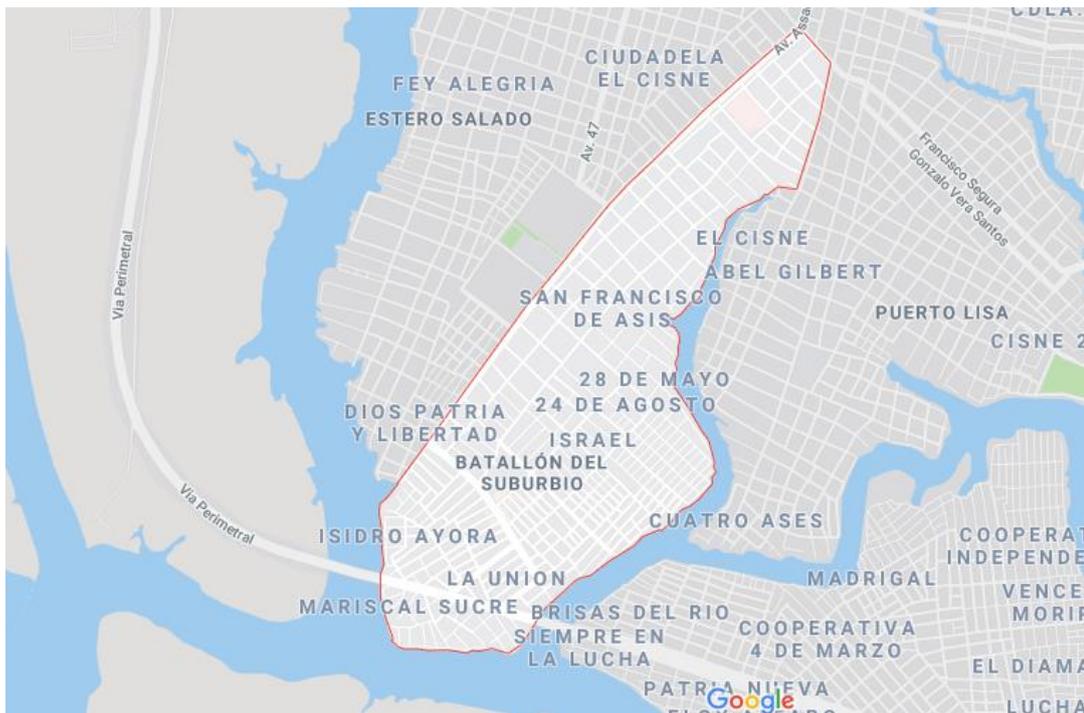


Figura 3: Sector de estudio

Fuente: Google Maps.

El desarrollo de la presente investigación, se lo llevará a cabo en el periodo correspondiente al segundo semestre del año 2019. El tiempo que conlleva a realizar el presente estudio es de tres meses aproximadamente.

1.8. HIPÓTESIS

A través del estudio de poliestireno reciclado como material de fabricación, mostrará los beneficios de diseñar paneles rectangulares para tumbado.

Los beneficios e impactos esperados que se obtendría de la propuesta formulada serían los siguientes:

- a) Diseño de un panel rectangular para tumbado haciendo uso de poliestireno reciclado de bajo costo que puede ser utilizado en la industria de la construcción e ingeniería civil.
- b) Mejora del ambiente en viviendas de interés social.
- c) Obtención de un material de fabricación de paneles para tumbado que es sustentable.
- d) Validación de resistencia y compuestos del material propuesto.
- e) Reducción de los costos de fabricación de los paneles para tumbado.

1.9. VARIABLES

Variable dependiente: Diseño de panel rectangular para tumbado.
Variable Independiente: Uso de poliestireno reciclado.

Tabla 1*Operacionalización de las variables*

| VARIABLES | INDICADORES | TÉCNICAS | INSTRUMENTO |
|----------------------------|--------------------|-----------------|--------------------------|
| <i>Variable</i> | | | |
| <i>Independiente:</i> | Pruebas de | Diseño | Estudio de caso con una |
| <i>Uso de poliestireno</i> | composición y | preexperimental | sola medición |
| <i>reciclado</i> | resistencia | | |
| <i>Variable</i> | | | |
| <i>Dependiente:</i> | Evaluación de | Observación | Observación Participante |
| <i>Diseño de panel</i> | propiedad | | |
| <i>rectangular para</i> | | | |
| <i>tumbado</i> | | | |

Elaborado por: Salcedo, B. (2019)

1.10. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

La línea de investigación se basa en la línea 4 denominada “Desarrollo estratégico empresarial y emprendimientos sustentables”, bajo el dominio “Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de la construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables.”, con línea institucional de “Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción” y con línea de facultad “Materiales de construcción” establecida para la facultad de Ingeniería, Industria, y Construcción en la carrera de Arquitectura.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

Este proyecto se genera para demostrar las oportunidades como también las bondades en el ámbito de la construcción, pensando así en la idea de fabricar paneles para tumbado a partir de poliestireno reciclado, utilizando dos tipos de investigaciones como son: la exploratoria y la experimental. Se van a ofrecer propuestas concretas para el uso del poliestireno que se van a moldear como paneles para tumbado en base a pruebas o ensayos a flexión y su resistencia al clima.

El proyecto está dirigido a los fabricantes artesanales de cielo raso en la ciudad de Guayaquil; se ofrece un material nuevo a base de poliestireno reciclado que busca ser asequible en cuanto a su costo de fabricación frente a otros materiales convencionales existentes en el mercado para los consumidores ecuatorianos y que, debido a su composición, su tiempo de producción se reducirá en comparación al de los tumbados de yeso.

La investigación se enfoca a viviendas de interés social con acabados de materiales reciclados que ayudaran a mejorar las condiciones de dicha vivienda disponiendo de residuos de materiales de tipo PS (Poliestireno) ayudando a mejorar su calidad de vida. A continuación, se presentarán investigaciones que han permitido conocer sobre las propiedades y beneficios del poliestireno reciclado como materia prima aplicado a la elaboración de diversos productos para la construcción, la arquitectura y otras ramas de la ingeniería.

Estudiantes de la Universidad de Caldas (Manizales, Colombia), realizaron un estudio sobre la síntesis y caracterización de la mezcla de polipropileno-poliestireno expandido (PP- EPS) reciclados como alternativa para el proceso de producción de autopartes. El objetivo del estudio fue comparar las propiedades mecánicas y térmicas del material obtenido (PP-EPS) con el material que utilizaban (PP-fibra de vidrio). Asimismo, determinaron la viabilidad para incorporar la mezcla PP- EPS al proceso productivo y evitar su disposición directa. Las mezclas fueron caracterizadas mediante ensayos de tensión-deformación, dureza, Shore A y análisis termo gravimétrico (TGA). Por este medio obtuvieron el favorecimiento en las propiedades térmicas y en la reducción de la

resistencia mecánica y a su vez, identificaron un ahorro significativo en el cambio de insumos del proceso productivo.

Por otra parte, la revista “Colombiana de Materiales” publicó un estudio sobre el aprovechamiento del poliestireno expandido (recuperado) para generar un nuevo producto. Evaluaron las características sometidas a una alta tensión de un papel específico recubierto con resina fabricada de EPS con tres diferentes dosificaciones de dicho compuesto (12%, 16% y 20%). El resultado identificó un incremento considerable en el parámetro de la resistencia del papel tasado.

En la Universidad Pontificia Bolivariana (Medellín, Colombia), se realizó una investigación sobre tratamiento de residuos del EPS utilizando solventes verdes. Al principio se evaluaron la agitación y el porcentaje de la mezcla solvente verde con poliestireno hasta obtener diferentes disoluciones. Luego se planteó una matriz de diseño factorial 23 para evaluar el efecto de la temperatura (30 a 80 °C), agitación (310 a 500 rpm) y porcentaje de mezcla (40 a 80%), con la reducción del volumen de EPS. Finalmente propusieron un layout (diseño de planta) para el tratamiento de poliestireno destinado a la reutilización, para lo que se diseñó -para dicho efecto- puntos primarios de generación de desechos.

En la Universidad de Sonora (Hermosillo, México), estudiaron el uso del poliestireno expandido (reciclado) en recubrimiento anticorrosivo con disolventes orgánicos. Al inicio del estudio, se planteó el uso del EPS con limoneno (compuesto cítrico obtenido de cáscaras de frutas o verduras) como solvente y se comparó con el aditivo del anticorrosivo comercial (octoato de cobalto). Observaron que con el recubrimiento de EPS alrededor del 10% de la superficie fue corroída mientras que con el recubrimiento comercial el 50% hubo corrosión. Finalmente validaron que el EPS disuelto con limoneno es una buena opción para evitar la corrosión en los metales.

En la Universidad Politécnica Salesiana (Cuenca, Ecuador), realizaron un estudio sobre el aprovechamiento de residuos plásticos (poliestireno, polietileno de alta densidad y polietil-entereftalato) con el fin de obtener combustible líquido por medio de pirólisis. Determinaron que el poliestireno puede generar mayor porcentaje de líquido (68,55%) sin embargo, el crudo que genera es muy pesado y no de buena calidad en comparación con el polietileno de alta densidad. El polietileno generó un crudo de calidad media. Además, observaron que las actividades y tareas de pirólisis requieren y es necesario aplicar temperaturas superiores a 400 °C por un tiempo mínimo de 30 minutos.

En el 2015, un grupo de ingenieros que laboran como docentes e investigadores de la Universidad de Stanford (Palo Alto, California) estudiaron la biodegradación del plástico a través de un proceso bacteriano que realizaron los gusanos de la harina. Este proceso de descomposición generó residuos muy similares al excremento de conejo y a su vez convirtió la espuma del poliestireno en dióxido de carbono (CO₂). En este estudio tomaron cerca de 100 gusanos de harina y observaron que, en un día de experimento, los gusanos comían entre 34 y 39 miligramos de espuma de poliestireno expandido y durante 24 horas, desarrollaron residuos muy seguros para el uso en los cultivos. Cabe recordar que el CO₂ es un gas incoloro e inodoro que ayuda a mejorar el rendimiento de cultivos por medio de la absorción del CO₂ y al mismo tiempo beneficia en el calentamiento de global en pequeñas cantidades.

En la Universidad de Southampton (Southampton, Inglaterra), un grupo de estudiantes realizaron un análisis sobre el reaprovechamiento de cristal de uso doméstico y/o empresarial como también de poliestireno cuyo destino era disminuir el impacto negativo ocasionado por el consumo de energía y materiales en las empresas productoras, pero también en el consumo masivo que se da en la población que es, al final, el verdadero demandante de los productos finales que se fabrican o elaboran con los componentes considerados para evaluación. Se basaron en el estudio de la ecología o ecosistema industrial para conocer la relación del reutilizamiento de los materiales con el gasto de la energía y hasta su frecuencia. Del mismo modo estudiaron el comportamiento del reutilizamiento del cristal y el poliestireno en el Reino Unido y en Suiza, para comprobar la existencia una significativa reducción en el gasto de energía y cómo beneficiaría en las industrias e impactaría de forma positiva en el ambiente circundante a corto o largo plazo. Además, determinaron la importancia y prioridad de diseñar e implementar un plan que facilite la administración apropiada de elementos reciclables como eran el cristal y poliestireno generados en diversas actividades económicas industriales y que ayudará a su reducción significativa en la ciudad de Southampton, así como el aporte de una cultura para el reciclaje y la reutilización de elementos.

De manera similar, en el Centro de Ecología Industrial de la Universidad de Yale (New Haven, Connecticut) evaluaron los impactos que generan las botellas plásticas de polietileno de tereftalato (PET) desechadas en la ciudad de Honolulu (Hawái, Estados Unidos). Con base en eso, lograron identificar el *cómo* afecta la estructura y diseño del módulo urbano en la administración óptima de residuos sólidos, así como lograron estimar y establecer de forma precisa los costos y beneficios potenciales de implementar un

proceso de incineración de botellas plásticas y el reutilizamiento transcontinental. La finalidad de todo ello es para analizar y observar su sostenibilidad en el ecosistema industrial norteamericano. Además, evaluaron las posibles motivaciones socioeconómicas para una buena gestión y/o administración de desechos plásticos y reciclables en la ciudad de Honolulu. Para ello, fue necesario analizar las actividades que facilitan dicha administración de desechos reciclables desde un punto de vista medioambiental, económico y considerando la seguridad urbana que brindaría dichas acciones. Al finalizar, destacaron la importancia de estudiar los residuos plásticos con las comunidades interesadas en el diseño urbano sostenible y en los residuos urbanos.

2.1.1. Habitabilidad, vivienda y vivienda de interés social.

2.1.1.1 *Habitabilidad: definición*

Según Araujo (2017) se definió a la habitabilidad como:

“La habitabilidad es la condición de un ámbito determinado de poder estar adecuado a las necesidades del hombre y de sus actividades, este concepto se relaciona con el cumplimiento de estándares mínimos, ya que la habitabilidad es la calidad de vida y, el confort son términos íntimamente relacionados con las condiciones de habitabilidad, definición según la enciclopedia de la construcción (Construpedia y Construmatica). Así, la habitabilidad se encarga del análisis de las condiciones tanto naturales como artificiales del lugar en el que se habitará, convirtiéndose en uno de los principios fundamentales del proceso de investigación, desarrollo del proyecto, construcción, habitación y la valoración arquitectónica” (p. 31).

La habitabilidad se convierte en un requerimiento intrínseco que debe de estar presente en cada proyecto inmobiliario de tal manera que no es necesario que se especifique o solicite. Se caracteriza por brindar el ambiente apropiado para la convivencia de un o más personas. Esto convierte a la habitabilidad en un factor de gran incidencia para mejorar la calidad de vida de una comunidad. Es por ello, que se han establecido condiciones y parámetros que permitan su evaluación y correspondiente medición. Junto con ello, se han creado técnica, elementos, materiales, entre otros que facilitan su perfeccionamiento a través del tiempo. Para el presente estudio se ha considerado como parte del marco teórico para su estudio, aunque su aplicación práctica no podrá ser factible debido a la carencia de instrumentos técnicos y legales para su medición dentro del Ecuador.

2.1.1.3 Vivienda: definición

Según Araujo (2017) se definió a la vivienda como:

“Es la vivienda básica es la que cumple con la concepción de germen de núcleo familiar o de convivencia, pensada para albergar y satisfacer las necesidades de dos personas, con el horizonte de que pueda modificar su composición con la incorporación de otra persona (descendiente, familiar o invitado) o que pueda incorporar espacios productivos sin entorpecer las tareas reproductivas propias, es decir, una vivienda que se adecue a diferentes grupos y necesidades” (pág. 37)

Según Valarezo (2014) definió a la vivienda como:

“Aquel espacio físico donde se desarrollan las actividades propias de sus habitantes, está establecida en diversas formas, siendo una de ellas, la agrupación o conjuntos habitacionales, en donde el Estado Ecuatoriano concibe soluciones de dentro de un contexto urbano, generalmente aprobados por autoridades públicas pertinentes denominándolos programas o proyectos inmobiliarios de viviendas” (p. 8).

La vivienda, entonces, es una infraestructura apropiada que permiten la habitabilidad de las personas. Su principal objetivo es brindar seguridad a sus residentes, pero también lograr facilitar la comodidad de estos, y convertirse en un refugio para las inclemencias del clima. Es por ello, que la construcción de proyectos inmobiliarios donde se ofrecen unidades de viviendas es una industria que mueve millones y millones de dólares en todo el mundo. Además, es uno de los bienes que más se vende y cuya demanda no es posible satisfacer (Molar y Aguirre, 2014).

2.1.1.3 Vivienda de interés social: definición

Según Valarezo (2014) definió como: “Vinculados al tema social, se considera a la vivienda como una solución política habitacional sustentada en una concepción integral del alto déficit habitacional, siendo su principal impulsador el Estado dirigiéndolo a las familias más pobres de la sociedad” (p. 8).

Las viviendas de interés social son unidades que nacen o surgen como una política gubernamental para satisfacer una necesidad básica de la población y que debido a su finalidad son fáciles de adquirir por parte de personas de escasos recursos a quienes,

generalmente, están dirigidas. Tienen un gran efecto positivo, socialmente hablando, pero también es una herramienta de clientelismo utilizados por los políticos.

2.1.2. Cielo raso o tumbado

2.1.2.1 Cielo raso o tumbado: definición

Según Gavin (2018) se definió al cielo raso o tumbado como: “todos aquellos elementos colgantes que se ubican por debajo del techo generalmente son elaborados como piezas prefabricadas y de distintos materiales” (p. 11).

Se conoce como cielo raso o tumbado a la estructura construida de planchas prefabricadas que son instaladas a una distancia determinada del techo que facilita la generación de confort térmico dentro de una edificación o estructura, así como también para disimular la altura baja de una habitación y dando un aspecto elegante y muy atractivo dependiendo de la necesidad o gusto.

Se denomina falso techo, techo falso, placas falsas de techo o cielo nublado al componente que se instala a distancia del techo y hace uso de otros elementos para formar una estructura metálica que permite sostener las placas o paneles de cielo raso. En forma habitual se construye mediante piezas prefabricadas, generalmente de aluminio, acero, PVC o escayola, que son instaladas de manera solapada (superpuestas) y a una cierta distancia haciendo uso de fijaciones metálicas, regularmente; pero también, hace uso de caña y estopa. En muchos casos se sabe utilizar otros tipos de elementos que han sido parte experimentos para mejorar y brindar variedad de opciones en el sector de la construcción (Álvarez, 2016).

En la construcción la aplicación de los cielos rasos ha evolucionado. Desde un elemento decorativo simple, se ha convertido en un sofisticado aislante termo acústico, también en un contenedor de sistemas de iluminación, acondicionamiento de sonido, aire, etc. Las tenemos presentes en todos los tipos de topologías arquitectónicas, que ofrece diferentes alternativas para industrias, viviendas, comercios y sectores de esparcimiento. (Baque y Briones, 2015).

2.1.2.2 Historia del cielo raso o tumbado

El cielo raso o tumbado se elabora en base de diversos materiales, siendo el más utilizado el yeso. Las utilidades del tumbado han caminado de la mano con el hombre desde las primeras construcciones monumentales que comenzó a realizar cuando se formaron las primeras grandes metrópolis en el planeta. Dicho material es muy adaptativo

y su funcionalidad le ha hecho que sirva para la decoración, en la medicina, la arquitectura y la ingeniería civil como material de revoco (Gavin, 2018).

Normalmente, el cielo raso o tumbando fueron hecho en yeso porque es uno de los más antiguos y primeros materiales descubiertos y empleados en la construcción de las primeras viviendas o casas y que a través de la historia de la humanidad, ha sido comunicado y transferido como conocimiento técnico, lo que le hace un material de gran trascendencia y relevancia histórica como técnica. Lo anterior, tiene evidencias científicas muy bien fundamentada en el período Neolítico, cuando el hombre comenzó el dominio del fuego, se elaboraba yeso calcinando llamado “Aljez”, muy utilizado como pegamento cuya aplicación reemplazo al conocido barro. Sus usos iban desde unir piezas de mampostería hasta sellar juntas en los muros. También se sabía emplear como elemento para elaborar cimientos y muros.

En Anatolia, se encontraron restos de vasijas y frascos decorativos elaborados a base de yeso con aproximadamente 10.000 años de antigüedad, según pruebas de carbono. Existen muchos indicios en las pirámides egipcias para establecer que el yeso era hecho masa para ser aplicado en las paredes interiores, de acuerdo con la data de carbono, tienen una antigüedad aproximada de 5000 años, lo que demuestra históricamente que tiene sus usos desde la antigüedad y que es muy probable que mucho más antes de la muestra hallada y estudiada. En el siglo XIX, el yeso se convirtió en un material de revoco y como elemento decorativo en palacios y viviendas, tuvo mucho auge en la edad media y fue un elemento muy utilizado por los artistas del renacimiento para diversas obras, algunas han sobrevivido al tiempo.

Actualmente, el yeso es un material de gran innovación y uso cuyas aplicaciones se ha incrementado al aumento de las necesidades y del crecimiento poblacional a nivel mundial, dándole a conocer debido a sus características y propiedades estéticas y mecánicas. Todo lo anterior, ha facilitado su conversión para ser la mejor elección que logre confort y calidad de vida (Armijo, 2012).

2.1.2.3 Tipos de cielo raso según modo de instalación

- a) **Desmontable:** Los cielos rasos o tumbando desmontables son aquellos que facilitan tanto la instalación como el mantenimiento de estos. Este tipo de material es muy utilizado en la mayoría de las áreas, espacios y cuartos

tanto de un edificio como de una vivienda. Es muy resistente a la humedad, moho y hasta golpes (Borbor, 2014).

Hay que recordar que los cielos rasos o tumbados se conforman por paneles de iguales dimensiones y pesos que facilitan su manejo, lo que brinda un aspecto de cuadrícula debido a la estructura de aluminio que hace uso. No requiere de adhesivo y permita su movilidad.

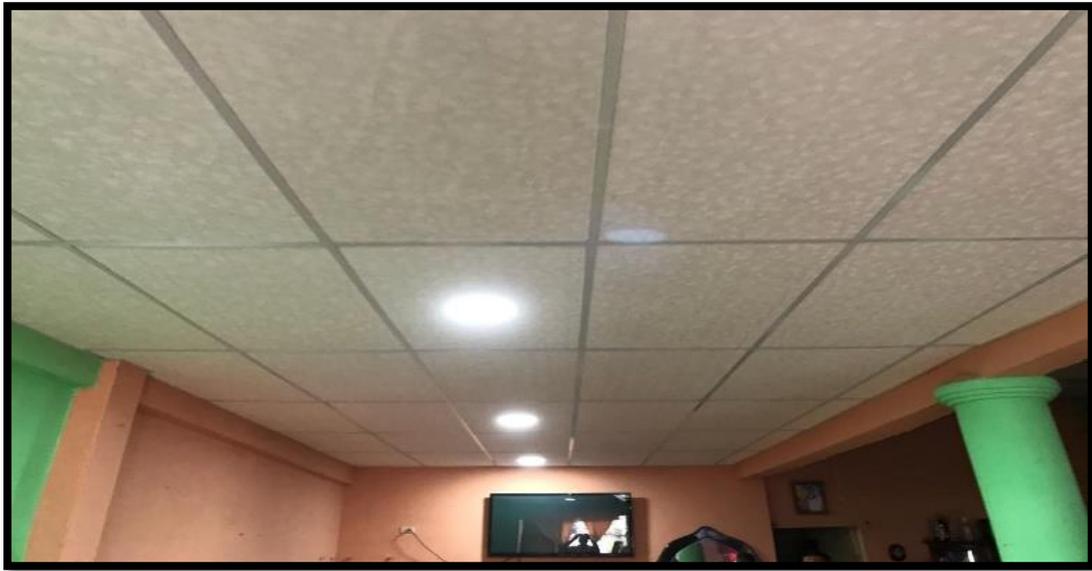


Figura 4: Panel de tumbado desmontable

Elaborado por: Salcedo, B. (2019).

Los techos desmontables son el tipo de cielo raso al que se enfoca esta investigación; reúnen todas las características antes mencionadas sin olvidar la instalación debido a que su estructura de aluminio que queda a la vista dando. Además, que es uno de los más utilizadas en las residencias que fueron consideradas para el estudio. Es importante destacar que la mayoría de los paneles para tumbado son fabricados considerando las medidas para su aplicación en este tipo de cielo raso.

- b) **Liso y continuo:** Son cielos rasos o tumbados que son muy utilizados en baños y duchas debido a que brindan protección contra el moho y la humedad al no existir hendidias por donde se llegue a acumular cualquier tipo de material biológico. Es muy utilizado en instalaciones de centros comerciales, comedores, clínicas médicas y/u hospitalarias (Borbor, 2014).

Este tipo de techo está formado por planchas de gypsum laminado las cuales se instalan sobre una estructura desarrollada por montantes mientras que sus uniones superficiales se fortalecen y se cubren con cintas y/o pastas y una apariencia de continuidad se recubre todo con una mezcla de yeso que al secar es lijado y pintado generalmente de color blanco.



Figura 5: Panel de tumbado liso

Elaborado por: Salcedo, B. (2019).



Figura 6: Cielo raso de esquema estuco liso sin diseño

Fuente: Mogrovejo, 2013.

- c) **Mixto:** Es un tipo muy poco utilizado y que es sólo aplicado en proyectos inmobiliarios específicos, a tal punto que hay muy escasa literatura al respecto. Este tipo de tumbado hace uso de dos formas de instalación seccionado el área en dos partes: el centro con tumbado desmontable y las esquinas con tumbado liso y continuo. Existen variaciones dependiendo de las necesidades y requisitos del cliente, o del proyecto donde se intercambia: sección continua en el centro dando un estilo tipo isla.



Figura 7: Panel de tumbado mixto

Elaborado por: Salcedo, B. (2019).

- d) **Especiales:** Estos cielos rasos se los denomina especiales por que pueden poseer sistemas alternativos de suspensión, estos pueden ser lineales, de formas curvas, también pueden ser radiales, ente otros.

En casos como estos, la mejor recomendación que se puede hacer es seguir al pie de la letra el manual de instrucciones en el que se indica los pasos para instalarlos de forma apropiada, así se evita que su mal proceder ocasionen problemas en la estructura o dificultad en su instalación, así como el potencial deterioro del mismo (Baque y Briones, 2015).



Figura 8: Panel de tumbado especial

Fuente: Instituto de la Construcción en Seco, Argentina (2019). Disponible en: http://www.incose.org.ar/portal/images/stories/newsletter/news8/durlock_ec1.jpg

2.1.2.4 Tipo de cielo raso o tumbado según material

A continuación, se presentará los materiales más usados, entre los que están:

- a) **Fibra mineral:** Es un tipo de cielo raso o tumbado que mejora la iluminación y reduce el ruido, así como también la temperatura. Es muy utilizado en áreas tanto comerciales como domésticas, es decir, sitios con mucho tránsito o con residentes permanentes (Mestas, 2018).



Figura 9: Panel de tumbado de fibra mineral

Fuente: Mestas, 2018.

- b) **Madera:** Los cielos rasos de madera vienen en una variedad de patrones y técnicas de instalación, creando diferentes efectos de textura. Mientras que algunos son lineales, otros son cúbicos o acanalados. Se instalan en un marco de metal o rejilla para sostener el aparato que conforma el cielo raso junto y evitar que se caiga (Álvarez, 2016).

Algunos de ellos pueden estar suspendidos de la estructura para lograr una apariencia colgante. Una ventaja del cielo raso de madera es la capacidad de insertar otras cosas en el sistema de red, tales como iluminación y altavoces. Se debe tener en cuenta la seguridad cuando el aparato está suspendido. Las directrices locales, estatales y federales consideran los eventos sísmicos, los códigos contra incendios y la integridad estructural al permitir que se instale cielo raso de madera y se sigan pautas rígidas (Álvarez, 2016).



Figura 10: Panel de tumbado de madera
Elaborado por: Salcedo, B. (2019).

- c) **Metal:** Los cielos rasos o tumbados metálicos son fabricados en su mayoría en aluminio, con alta durabilidad en el tiempo. Son empleados porque son resistente al hongo o a la humedad, además que no requieren de cambio o mantenimiento. Es muy usado en zonas públicas y en residencias que busca una buena estética (Mestas, 2018).



Figura 11: Panel de tumbado metálico
Fuente: Mestas, 2018.

- d) **Yeso:** El yeso es uno de los materiales más usados desde los mismos inicios de la construcción. De todos los tipos de yeso, se utiliza el yeso b́hidratado que tiene papel de celulosa para darle una mayor resistencia. Entre los productos comerciales que hacen uso de este tipo de material es el Gypsum que es el más conocido, es parcialmente duradero, su instalación como mantenimiento es fácil. Pero tiene la desventaja de ser alto su inversión para la instalación y mantenimiento que dependerá mucho del área. Hay otros tipos de yesos que también se utiliza como el “Aljez”, que es una piedra natural que se obtiene mediante el proceso de calcinación y permite la adición de otras sustancias químicas que brinden una mayor resistencia (Armijo, 2012).

La importancia del yeso es su uso milenario que tiene sus inicios desde los mismos albores de la humanidad y con ello un elemento de importancia en el sector de la construcción en sí. Su costo depende en gran manera del área, la calidad, el diseño y otro requerimiento que tenga el residente o dueño de la edificación lo que puede pasar de un material “barato” a un alto costo para obras o edificaciones no habitables.

Dentro de este tipo de material se sabe hacer uso de dos tipos de yesos que son muy utilizados a su vez. Según Mestas (2018) definió a:

- i) Drywall: Es el tipo de tumbado con yeso. Es muy utilizado con estructuro de acero galvanizado, pero de fácil instalación y poco peso. Tiene una gran resistencia, no es inflamable y aísla ruidos como el calor exterior (p. 5).

- ii) Escayola: Es el tipo de tumbado con yeso, pero mezclado con fibras sintéticas. Dicho material es muy utilizado por sus beneficios de aislamiento acústico, resistencia y rajaduras. Finalmente, ayuda a la iluminación ambiental (p. 6)



Figura 12: Panel de tumbado de yeso tipo Drywall

Fuente: Mestas, 2018.

- e) **PVC:** Brinda un excelente aislamiento térmico y de ruido, así como facilidad de instalación. Puede ser moldada como la madera y dar muy buena estética. Es muy resistente ante la humedad y al fuego.

Es muy utilizado en clínicas, hospitales y lugares de gran asepsia como la cocina, incluso. Por su adaptación a diversos ambientes, el falso techo PVC es también de las alternativas más buscadas, incluso son tan populares como los de yeso o escayola (Mestas, 2018).



Figura 13: Panel de tumbado en PVC

Fuente: Mestas, 2018.

A la hora de instalar un cielo raso, el propietario elige el material que cumpa con sus necesidades, pero también que sea el más adecuado para la vivienda y que brinde también decoración, duración y confort. El factor económico determina mucho el material que se va a seleccionar.

2.1.2.5 *Tipo de cielo raso o tumbado según junta invisible*

- a) Sistema Drywall: Es un sistema que hace uso de plancha de yeso las cuales se unen a través de masilla y cinta de papel. Luego de ello, se procede a pintar con vinilo todo el tumbado para dar la percepción de lisa y monolítica (Mestas, 2018).



Figura 14: Panel de tumbado de junta invisible

Fuente: Mestas, 2018.

- b) Sistema Machimbrado: Es un sistema que hace uso de tablas machimbrado y tercio ranurado, derivado de PVC (Mestas, 2018).



Figura 15: Panel de tumbado de junta invisible

Fuente: Mestas, 2018.

2.1.2.6 Tipo de cielo raso o tumbado según sujeción

La estructura es el componente más importante que se forma el cielo raso se suele hacer de aluminio o de madera, ésta es la que mantiene cuadradas las placas de terminación y da la forma final al cielo raso o tumbado. Este elemento constructivo se puede encontrar hecho específicamente de tres tipos de materiales que son madera, metal y PVC.

- a) Madera: Las estructuras de madera poseen deformaciones por la presencia de la humedad, lo que significa una diferencia y notable desventaja por que esta se pudre con el pasar del tiempo (Baque y Briones, 2015).

Es de poco uso debido a su alta inversión y costo de mantenimiento, así como por el peso generado (Mestas, 2018).



Figura 16: Suspensión en madera

Fuente: Mestas, 2018.

- b) **Metal:** Las estructuras metálicas no tiene problema alguno con deformaciones, su problema frecuente es la corrosión que se evita con adecuado mantenimiento y protección de esta (Baque y Briones, 2015). Dichas suspensiones hacen uso 4 tipos de perfiles metálicos galvanizados: perimetral, larguero, travesaño y velas. Se utiliza perfiles de suspensión cuyo autoensamblaje brindan gran estabilidad y apariencia (Mestas, 2018).



Figura 17: Estructura de metal

Fuente: Mestas, 2018.

2.1.2.7 *Perfilaría para la estructura*

- a) **Perfil perimetral (ángulos):** Es la perfilaría que va en los extremos de la estructura, se instala un refuerzo para su resistencia (Baque y Briones, 2015).
- b) **Perfil primario:** Están suspendidas de una varilla con nivelador del cielo existente o con un alambre galvanizado (Baque y Briones, 2015, p. 27).
- c) **Perfil secundario:** Se encuentra dos tipos de Perfiles Secundarios, de 61 cm y de 122 cm. La aplicación de ambos o uno solo depende de la alternativa de colocación que se elija (Baque y Briones, 2015).

Las estructuras de perfilería para la estructura detalladas antes son las que actualmente se hacen uso dentro de proyectos inmobiliarios, obras públicas en edificaciones, entre otros. Las tres perfilerías son requeridas y son entrelazadas para elaborar un emparrillado que forman parte de toda la estructura. A continuación, se presenta un diagrama de lo que sería el emparrillado mencionado. Así se tiene:

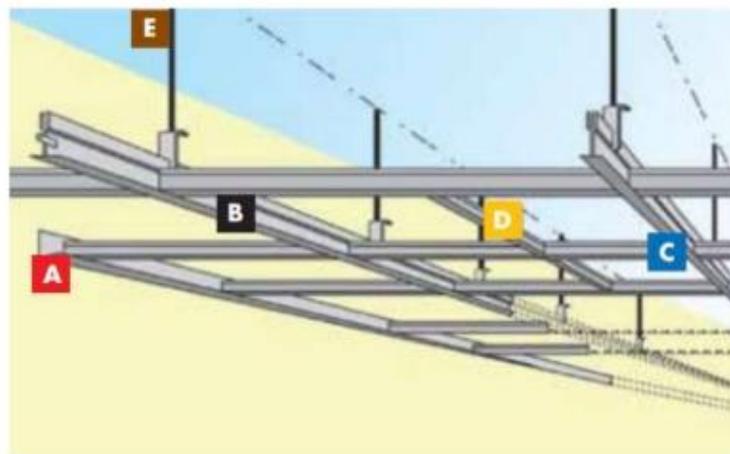
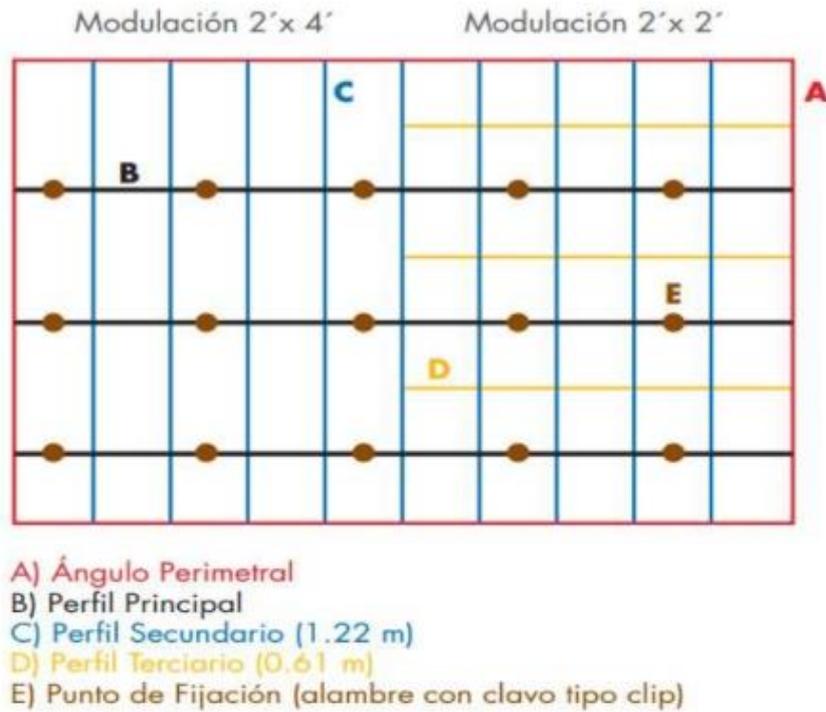


Figura 18: Emparrillado de cielo raso (en planta)

Fuente: Mestas, 2018.

La perfilaría es básicamente de lo que está compuesta la estructura de un cielo raso, los cuales al momento de unirse constituyen un entramado o “emparrillado” el cual dará la forma del cielo raso. Es un aspecto importante para considerar dentro del estudio porque el panel de tumbado propuesto deberá mantener las mismas dimensiones que los paneles de tumbado convencionales.

2.1.2.8 *Tipo de cielo raso o tumbado según estructura*

- a) **Suspendida:** Permite la instalación de cielo raso o tumbado ubicándoles a una distancia interior de la losa de concreto. Para ello, se colocan alambres a una distancia máxima de 1.200 mm, no deben de poseer una inclinación de 10 grados y estos deben de estar fijados de una manera directa a la estructura principal (Mestas, 2018).



Figura 19: Estructura en Drywall suspendida
Fuente: Mestas, 2018.

- b) **Aplicada:** Permite el revestimiento de una losa de concreto de forma directa (Mestas, 2018).



Figura 20: Estructura en Drywall aplicada
Fuente: Mestas, 2018.

2.1.2.9 Instalación de cielo raso

Al momento de instalar un cielo raso se debe de tener claro como es el proceso de instalación. A continuación, se va a detallar el proceso para la instalar un cielo raso desmontable.

Fijar perfil perimetral

1. Marcar la altura deseada en la pared.
2. Marcar una línea perimetral con la ayuda de un nivel.
3. Ubicar los perfiles perimetrales a nivel de la línea guía y fijarlos con clavos o tornillos a una distancia de 60 cm.

Elementos de suspensión

1. En el caso de ser losa ubicar líneas o puntos guías cada 1.20m de separación según el esquema o diseño elegido.
2. Sujetar los elementos de detención a la estructura de la cubierta
3. Para losa, se procede a instalar sujetadores en los puntos guías para que tengan un mayor agarre.

Instalar perfiles vitales

1. Los perfiles vitales se deben colocar en el sentido de la medida más corta para su correcto funcionamiento.
2. Cortar el perfil principal de acuerdo a la medida deseada.
3. De ser necesario alargar el perfil se debe utilizar el sistema de encastre de cabezales hasta llegar a la longitud deseada.
4. Colocar los perfiles sobre el ángulo perimetral de acuerdo al esquema elegido y sujetar con los elementos de suspensión.
5. Revisar y regular la altura y el nivel de los perfiles mediante los elementos de suspensión.

Colocar perfiles secundarios

1. Introducir los extremos del perfil secundario al encastre del perfil primario mediante el sistema de cabezales.

Colocación de placas

2. Introducir desde abajo y de forma inclinada las placas de cielo raso entre los perfiles cuidando de no dañar los bordes.
3. Introducir primero las placas enteras y al final las placas con recortes.
4. Una vez colocada la placa acomodar para que la placa descansa sobre los perfiles.

5. En el caso de colocar artefactos de iluminación pesados utilizar perfiles rígidos fijados a la estructura del cielo raso

2.1.3. Aislamiento para ruidos y calor

Las características más comunes del cielo raso o tumbado es el confort que brinda a partir del aislamiento tanto térmico como acústico que su propiedad les permite obtener, lo que beneficia a las viviendas de interés social y cualquier otro proyecto inmobiliario presente en la ciudad de Guayaquil. A continuación, se presentarán y describirán algunos de los beneficios que brinda en cuanto a aislamiento para ruidos. son versatilidad y fácil instalación, cuando platicamos de las tipologías de cielo raso asimismo formamos referencia a sus beneficios porque en este asunto se sienten semejantes.

2.1.3.1 Aislamiento acústico

Según Gavin (2018) se definió como aislamiento acústico a:

“El conjunto de medios o materiales que se ponen para oponer la penetración del sonido hacia los pisos inferiores de una edificación, con el fin de aislar y evitar que el ruido se propague hacia el interior” (p. 25).

El aislamiento acústico es de gran importancia debido a que permite que las unidades de viviendas o proyectos inmobiliarios donde se tiene un gran tránsito de personas como también visitas o residentes permanentes, requieren de confort para el descanso o la conversación entre las personas dentro de dichas áreas.

Algunos cielos rasos poseen su estructura diseñada para que los sonidos se disipen o se expandan de acuerdo a su necesidad, estos poseen una capacidad que se denomina índice de reducción de sonido o índice de ampliación de sonido según su uso como se dijo anteriormente esto implica la frecuencia, la incidencia, la durabilidad, la claridad etc. (Baque y Briones, 2015)

La acústica puede causar que el confort de los usuarios de un recinto resulte agradable o desagradable. El diseño acústico de un espacio se basa principalmente en dos requerimientos: la absorción del ruido y el aislamiento del recinto. Si bien elementos estructurales pesados tales como el hormigón son buenos aislantes de ruido, muchas veces no es viable disponer de este tipo de elementos (Baque y Briones, 2015).

La acústica es un elemento físico que incide enormemente en la psiquis del residente o dueño de la unidad de vivienda y permite establecer si la misma es óptima para la convivencia. Su importancia es tal que se tienen parámetros que permiten medirle y evaluarle de forma objetiva, así como el desarrollo de técnicas apropiadas de forma tal que se pueda brindar y establecer confort, incluso se hacen estudios e investigaciones sobre dicho campo debido a su efecto en el ser humano.

Según Gavin (2018) se ha identificado las siguientes vías de transmisión de los ruidos que son:

- Esta transmisión de la energía sonora puede efectuarse por diferentes caminos.
- Puede ser por las vibraciones elásticas de las paredes.
- Puede ser por el cerramiento que los separa primero, siendo de vía directa.
- Puede ser por las paredes adyacentes (cerramientos, suelos, techos) en el cual cuenta con un aislante insuficiente, siendo de vía indirecta.
- Puede ser por su canalización o conducto de ventilación que produce ruido, siendo de vía indirecta.

2.1.3.2. Aislamiento térmico

Según Gavin (2018) se definió como aislamiento térmico a:

“En la realidad, tanto en el campo térmico como en el eléctrico no existen aislantes perfectos, sino cuerpos malos conductores del calor y capaces de frenar la intensidad de un flujo térmico, todos los materiales llamados aislantes pueden cumplir el aislamiento térmico y acústico” (p. 26).

El aislamiento térmico siempre es un requisito *sine qua non* que es muy exigido para todo tipo de materiales y componentes, entre los que se incluye los paneles de tumbado. En este sentido, al aplicar una estructura en Drywall suspendida se logra que la distancia entre la losa de concreto, la cámara de aire y el emparrillado.

2.1.4. Poliestireno

2.1.4.1. Historia del Poliestireno expandido (EPS)

Fue en el año 1839 un farmacéutico berlinés llamado Edgar Simon quien realizó una destilación del storax (líquido derivado de la corteza del árbol “liquambar orientalis”) del cual se obtuvo un líquido altamente reactivo que denominó “estireno”. Posteriormente

en 1845 los químicos J. Blyth y A.W. Hoffman, sometieron al estireno a altas temperaturas obteniendo productos sólidos parecidos al vidrio. En 1868 Berthelot descubrió la primera obtención sintética de estireno, a partir de la eliminación de dos hidrógenos de la molécula etilbenceno. El procedimiento antes indicado se utiliza actualmente para la elaboración de sintética de estireno (Herrera, 2015).

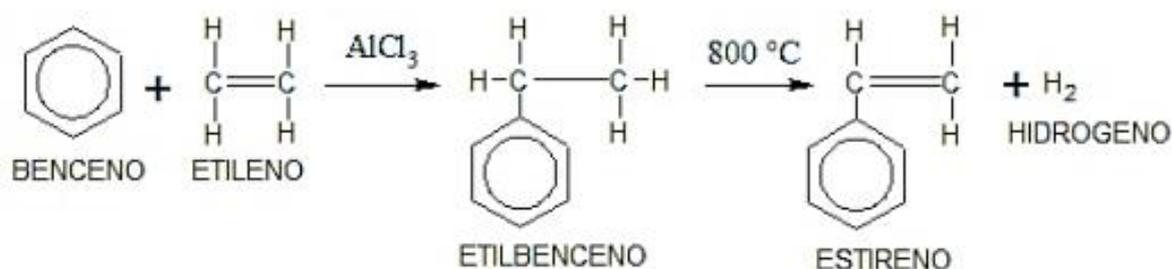


Figura 21: Procesos de obtención de estireno

Fuente: Herrera, 2015.

El poliestireno está conformado por un gran grupo de derivados y sub-derivados que contiene dicho elemento como componente principal. Este grupo de plásticos son conocidos como familia de “Polímeros de Estireno”. Entre ellos están:

- Poliestireno Cristal o de uso general (PSC)
- Poliestireno Grado Impacto (PS-I)
- Poliestireno Expandido (EPS)
- Estireno/Acrilonitrilo (SAN)
- Copolímero en Bloque de Estireno/Butadieno/Estireno (SBS)
- Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno (ABS)

Los polímeros de estireno son de gran uso y consumo debido a su versatilidad en el mercado a nivel mundial debido a su facilidad de moldeo. El estireno también se le conoce como vinilbenceno, feniletileno, estiol o estirolo y es un líquido transparente, muy reactivo, de olor dulce y apariencia aceitosa, insoluble en agua y con punto de ebullición de 145°C. (Herrera, 2015).

2.1.4.2. Poliestireno

“El poliestireno es un plástico (y, como tal, derivado del petróleo) que solemos ver fundamentalmente de dos maneras: expandido o extruido. En ambos casos, se trata de una espuma con una gran cantidad de aire en su interior y con características nada despreciables: constituye un material ligero pero resistente, es un buen aislante térmico y resulta difícilmente colonizable por microorganismos. El primero tiene un aspecto característico en forma de perlas o bolitas (es el conocido como poliespán), y se usa en numerosos paquetes de embalaje. El segundo es más denso, y es el que encontramos, por ejemplo, en las bandejas de los supermercados” (Méndez, 2015).

El poliestireno es un elemento químico con una gran variedad de uso y debido a sus características principales ayudan a moldear un sinnúmero de formas que han permitido crear el mundo actual. Todo lo anterior ha facilitado el crecimiento de un producto con alta demanda. Para el presente estudio, se ha considerado el uso de dicho elemento como el componente principal para la propuesta formulada como parte de la solución considerada para la problemática identificada. Así, se busca aportar con innovación amigable al medio ambiente.

2.1.4.3. Poliestireno expandido (EPS)

Según Gavin (2018) definió al poliestireno como: “una de las resinas termoplásticas de síntesis que hoy en la actualidad lo aplican en varios campos de la construcción” (p. 30).

El poliestireno expandido (EPS por sus siglas en inglés) es una espuma polimérica termoplástica, ligera y rígida, que se forma al expandir perlas de poliestireno que contienen un agente de expansión en su estructura. Esto le brinda una gran versatilidad para adaptarse en formas y tamaños, como también le hace un gran contaminante debido a su gran producción debido al uso que tienen en muchos productos finales y comerciales (Oña y Sarmiento, 2015).

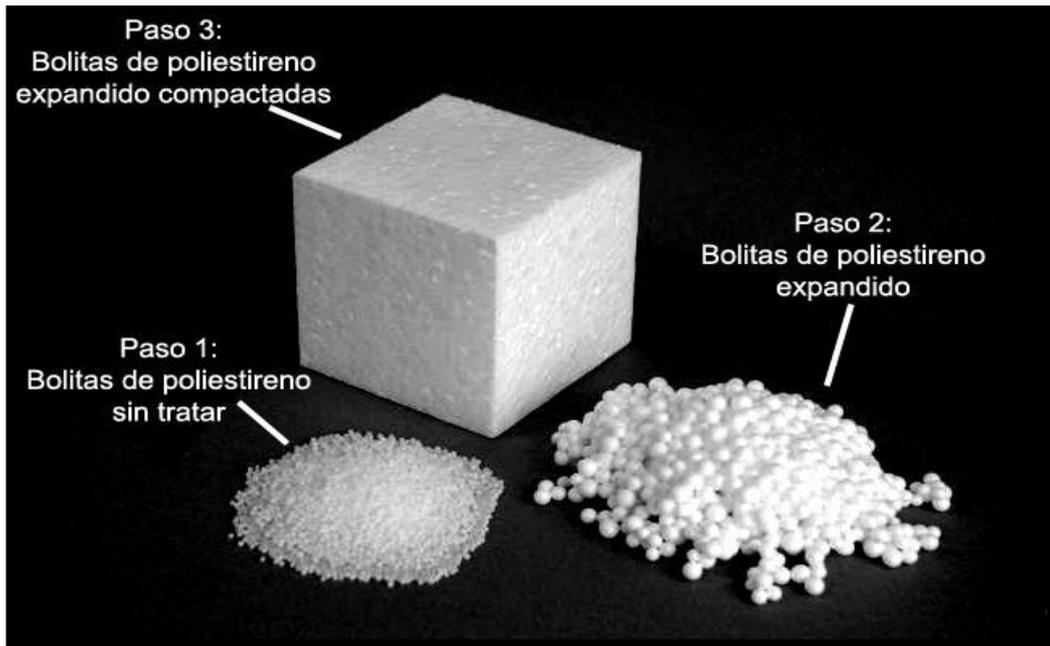


Figura 22: Fases del poliestireno
Fuente: Gavin, 2018.

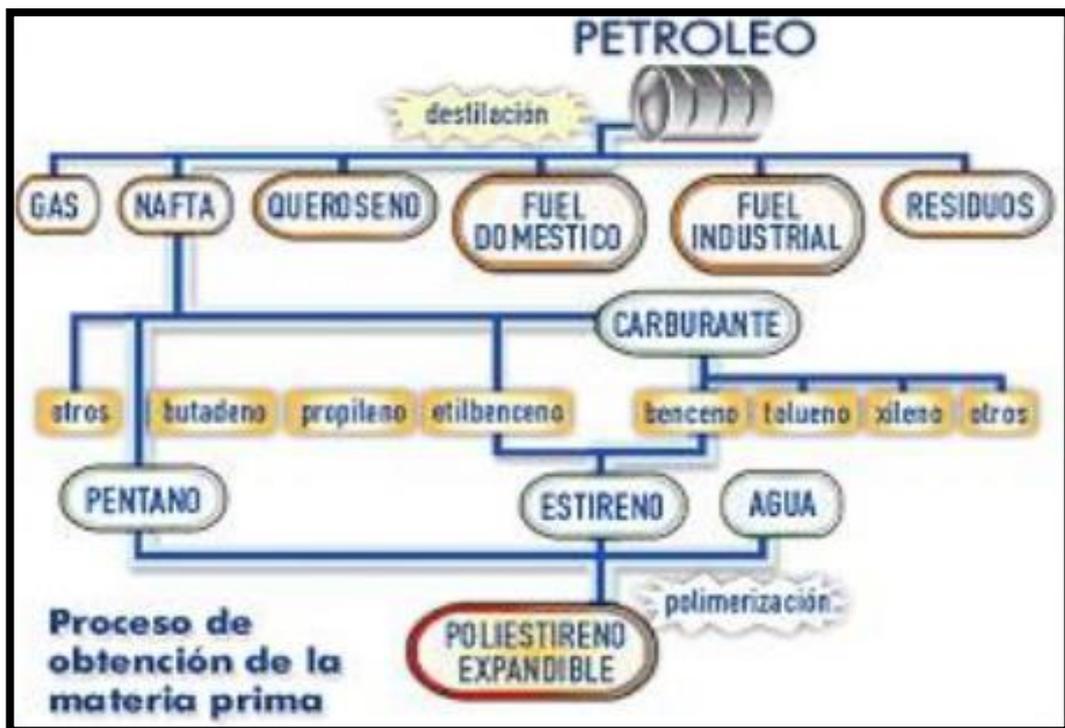


Figura 23: Proceso de obtención del poliestireno expandido
Fuente: Lomas, 2015.

2.1.5. Propiedades Poliestireno expandido (EPS)

2.1.5.1. Propiedades físicas

a) Aislamiento térmico: “Los productos y materiales de poliestireno expandido (EPS) presentan una excelente capacidad de aislamiento térmico frente al calor y al frío. Esta buena capacidad de aislamiento térmico se debe a la propia estructura del material que esencialmente consiste en aire ocluido dentro de una estructura celular conformada por el poliestireno, lo que le hace un aislante natural del mismo compuesto. Aproximadamente un 97-98% del volumen del material es aire y únicamente un 3-2% materia sólida (poliestireno), esto significa que su interior es hueco” (Herrera, 2015).

El aislamiento térmico es una de las propiedades más importantes y destacadas que tiene el poliestireno y sobre la cual se basa la mayoría de sus usos, diseño y productos fabricados que tienen como componente principal a dicho elemento químico. Así mismo, su facilidad de maleabilidad permite que se puedan realizar bienes con diversos tamaños y formas, de acuerdo con los requisitos o las necesidades que se tenga en la producción. Es un elemento que no pierde sus propiedades al ser usado, lo que facilita su reutilización una y otra vez sin que exista o se genere un desgaste en el mismo, es de gran relevancia el considerarle dentro del presente estudio.

b) Aislamiento acústico: Es una eficiente y verdadera barrera contra la contaminación acústica permitiéndole reducir de forma significativamente hasta 40 dB en los niveles de ruido, de un área a otra (Gavin, 2018).

En este sentido, el EPS tiene una capacidad de absorción más que el aislamiento, debido a que la absorción es un material liviano, lo que es el material que se está estudiando, mientras que el aislamiento de materiales pesados. Así, la capacidad de absorción acústica del EPS tiene una dependencia muy fuerte de su densidad aparente y a mayor frecuencia, tal como es observable en la siguiente tabla y que se expondrá a continuación:

Tabla 2

Coefficiente de absorción con diferentes materiales según niveles de frecuencia

| Material | Frecuencia, (Hz) | | | | | |
|---|------------------|------|------|------|------|------|
| | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 |
| Hormigón sin pintar | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.04 |
| Revoque de cal y arena | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 0.08 | 0.04 | 0.06 |
| Madera (a 5 cm de la pared) | 0.30 | 0.25 | 0.50 | 0.5 | 0.58 | 0.63 |
| Lana de vidrio (14 kg/m ³ , 25 mm) | 0.15 | 0.25 | 0.40 | 0.50 | 0.65 | 0.70 |
| Lana de vidrio (14 kg/m ³ , 50 mm) | 0.25 | 0.45 | 0.70 | 0.80 | 0.85 | 0.85 |
| Vidrio | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.07 | 0.04 |
| Espuma de poliuretano 50 mm | 0.07 | 0.32 | 0.72 | 0.88 | 0.97 | 1.01 |

Fuente: Herrera, 2015

c) **Densidad:** Los productos fabricados haciendo uso del poliestireno como componente principal, se identifican por ser bienes muy ligeros y resistentes, así como aislante térmico, como propiedad principal. Sus densidades se encuentran en el rango de 10kg/m³ hasta los 50kg/m³ (Dávalos, 2015).

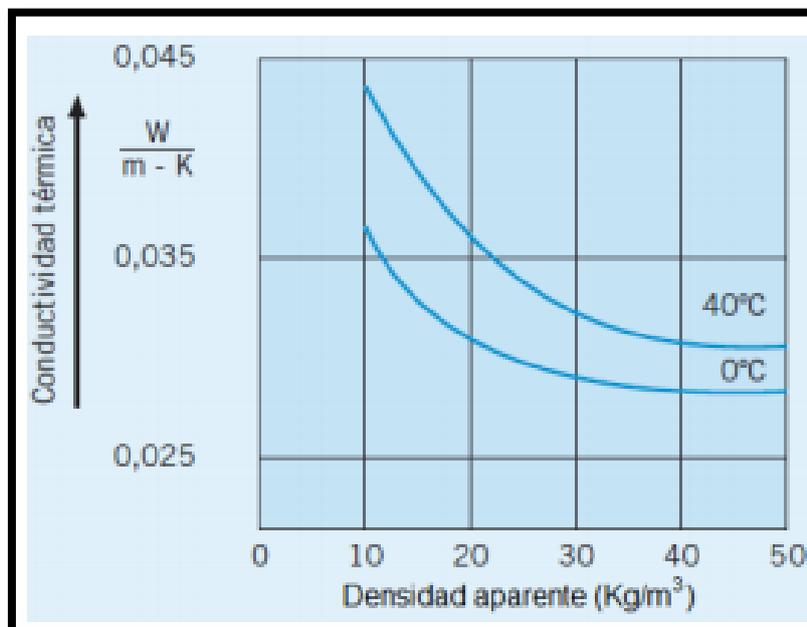


Figura 24: Coeficiente de conductividad térmica del EPS según densidad

Fuente: Herrera, 2015

d) 100 % Ecológico: Su fabricación no daña la capa de ozono, tampoco genera material particulado, además que es muy fácil de reciclar y realizar cualquier tipo de retratamiento o reutilización. Enfocado a los paneles de tumbado, ayuda a preservar los bosques y evitar la contaminación del aire como lo hace el yeso cuando es extraído de la cantera. Optimiza energía al tener propiedades aislantes y es 100% reciclable (Gavin, 2018).

e) Propiedades mecánicas: “Los valores de resistencia a la compresión del EPS permiten que los productos fabricados en este material sean sometidos a cargas de compresión sin que se fracturen. Esta propiedad es de gran utilidad en aplicaciones donde se requiere almacenar productos o soportar cargas al ser parte de una estructura” (Oña & Sarmiento, 2015).

Adicionalmente el EPS tiene la característica de absorber impactos lo que le permite ser usado en aplicaciones donde se busca proteger elementos delicados durante su almacenamiento y transporte (Oña y Sarmiento, 2015).

Es una de las propiedades más importantes para ser considerado como un elemento para la obtención de otros componentes dentro de los proyectos inmobiliarios, debido a que permite ser evaluado a una gran presión, sin que presente fisuras o problemas ante este tipo de escenario y ambiente. Su importancia radica en que la propiedad no se pierde si el poliestireno es reciclado lo que es mayor y de gran beneficio, considerando que para efectos del presente estudio se hará uso de este tipo de elemento.

f) Resistencia: Debido a sus propiedades mecánicas antes mencionadas, al formar parte del emparrillado de paneles de tumbado, lo vuelve mucho más resistente y hace que dicho sistema de enrejado de acero electrosoldado permite que se unan cada cara del panel de forma cohesiva (Gavin, 2018).

g) Durabilidad: “Su composición química le hace impermeable ante la descomposición por presencia de material biológico como hongos” (Gavin, 2018).

“El poliestireno expandido es imputrescible, no enmohece y no se descompone. Tampoco se ve atacado por las bacterias del suelo. Los productos de EPS cumplen con las exigencias sanitarias y de seguridad e higiene establecidas, con lo que pueden utilizarse con total seguridad en la fabricación de artículos de embalaje destinados al contacto alimenticio. En cuanto al efecto de la temperatura, mantiene las dimensiones estables hasta

los 85°C. No se produce descomposición ni formación de gases nocivos” (Ardila y Castañeda, 2010).

Debido a sus propias propiedades como por su estructura química única, el poliestireno es un elemento muy durable a tal punto que no cambia hasta ser sometido a diversos métodos de reciclaje o transformaciones a calor, con disolución y precipitación para la obtención de nuevos componentes que se requieran. Así mismo, es un material que difícilmente se contamina o mezcla, en estado sólido, con otros componentes o elementos químicos. Es un material con el cual es posible trabajar sin mucho procesamiento o reacondicionamiento de este.

h) Comportamiento frente al agua: “El poliestireno expandido no es higroscópico. Incluso sumergiendo el material completamente en agua los niveles de absorción son mínimos con valores oscilando entre el 1% y el 3% en volumen (ensayo por inmersión después de 28 días). Nuevos desarrollos en las materias primas resultan en productos con niveles de absorción de agua aún más bajos” (Herrera, 2015).

Debido a su durabilidad y resistencia, esto le impide la retención del agua dentro de su estructura, así como todo producto que sea elaborado en base a poliestireno comparte esta propiedad inherente una vez que se solidifica. Esto le brinda enormes ventajas dentro de las edificaciones, obras o proyectos inmobiliarios donde se requieren elementos que no absorban agua.

i) Estabilidad frente a la temperatura: “El rango de temperaturas en el que este material puede utilizarse con total seguridad sin que sus propiedades se vean afectadas no tiene limitación alguna por el extremo inferior (excepto las variaciones dimensionales por contracción). Con respecto al extremo superior el límite de temperaturas de uso se sitúa alrededor de los 100°C para acciones de corta duración, y alrededor de los 80°C para acciones continuadas y con el material sometido a una carga de 20 kPa” (Ardila & Castañeda, 2010).

Debido a su propiedad de aislamiento térmico, le permite al poliestireno en no sufrir variaciones o desestabilizarse ante cualquier cambio de temperatura de tal forma que no se afecta ante los cambios del ambiente y le convierte en un material idóneo para la construcción y mucho más para proyectos inmobiliarios de casas donde el confort interno de una estructura no puede verse afectada por la temperatura externa y afecte la habitabilidad de esta

j) Comportamiento frente a factores atmosféricos: “La radiación ultravioleta es prácticamente la única que reviste importancia. Bajo la acción prolongada de la luz UV, la superficie del EPS amarillea y se vuelve frágil, de manera que la lluvia y el viento logran erosionarla. Debido a que estos efectos sólo se muestran tras la exposición prolongada a la radiación UV, en el caso de las aplicaciones de envase y embalaje no es objeto de consideración” (Ardila y Castañeda, 2010).

Como no es posible que sea afectado por los elementos ambientales, los efectos del sol son su única vulnerabilidad por lo cual es importante que se encuentre protegido ante dichas condiciones y le hace perfecto para obras o infraestructuras donde se requieren elementos o materiales internos. Existen muchos estudios donde se ha buscado reforzar dicha falencia para poderlo hacer resistente ante los rayos UV y con eso contar con un elemento multifuncional y de gran utilidad para la arquitectura e ingeniería civil.

2.1.5.2. *Propiedades químicas*

Tabla 3

Propiedades químicas EPS

| SUSTANCIA ACTIVA | ESTABILIDAD |
|---|---|
| Agua de mar | No presenta variación |
| Jabón | No presenta variación |
| Lejía | No presenta variación |
| Ácidos diluidos | No presenta variación |
| Ácidos clorhídricos (35%) Ácidos nítricos (50%) Ácidos concentrados | No presenta variación |
| Solución alcalina | No presenta variación |
| Acetona | No presenta variación |
| Hidrocarburos alifáticos saturados | No presenta variación |
| Vaselina | Relativamente estable: en una acción prolongada el EPS puede contraerse o se ataca su superficie |
| Aceites de diésel | No presenta variación |
| Carburantes | No presenta variación |
| Etanol | No presenta variación |
| Aceites de silicona | Relativamente estable: en una acción prolongada el EPS puede contraerse o ser ataca su superficie |

Fuente: Ardila y Castañeda, 2010

2.1.6. Aplicación en la construcción

Es bien conocido que debido a sus características el poliestireno tiene diversos usos, siendo aplicado principalmente como aislante térmico, paredes, pisos, etc. también como material de empaquetado que absorbe muy bien los golpes, existen otros usos que se le pueden dar, pero en menor porcentaje en comparación a los antes mencionados. Actualmente, el EPS es un material de gran consumo debido a sus facilidades de moldeo, bajo precio y costo de producción, ligereza y demás propiedades es cada vez más utilizado en construcciones.

Dentro de ese contexto, el EPS se está comercializando como planchas y son muy apreciadas por sus características de retardante contra incendio. El EPS cuenta con una gran estabilidad frente a los materiales tradicionales de construcción como el cemento, la cal y el yeso. Esto brinda una gran durabilidad también porque no puede ser fácilmente atacada por morteros y hormigones. Su empleo como material absorbente dentro la industria constructiva, brinda y facilita -además de proponer- soluciones factibles de aislamiento térmico con un rango de temperaturas entre -150 y 90 °C [7, 34] (Herrera, 2015).

Tabla 4

Aplicaciones del EPS

| Sector | Participación |
|----------------------------|----------------------|
| Aislamiento y construcción | 70% |
| Empaquetado | 25% |
| Otros | 5% |

Fuente: Oña y Sarmiento, 2015

Las propiedades mecánicas y características del EPS permiten que este sea utilizado en varios campos de la industria de la construcción desde la construcción de grandes estructuras como carreteras, puentes y edificios hasta la edificación de pequeñas residencias familiares (Oña y Sarmiento, 2015).

- Paneles de aislamiento térmico para paredes, pisos y techos.
- Bloques de relleno para aligerar estructuras de soporte de carga.
- Encofrados para cemento reforzado.
- Material de relleno para construcción de carreteras.

- Molduras decorativas para interiores y exteriores.

2.1.6.1. Usos

Es muy utilizado el EPS en la construcción para entrepisos y cubiertas planas o inclinadas de edificios y viviendas, techos invertidos, etc. que funcionen como elementos sustitutivos de la losa tradicional de hormigón armado, así como también para reemplazar otros elementos tal como se observa en la siguiente figura (Herrera, 2015).



Figura 25: Aplicaciones del EPS en la construcción

Fuente: Herrera, 2015

2.1.7. Ventajas y usos

- Proporciona un cómodo confort debido a sus propiedades de aislamiento.
- Poco peso propio aportando a la propiedad antisísmica de la estructura, así como su manejo, traslado, almacenamiento e instalación.
- Facilita el ahorro de electricidad requerida en climatización de áreas.
- Producto con alta adaptabilidad y facilidad de moldeo.
- Reducción considerable en desperdicios causados por pérdidas de material o roturas de los mismos.

2.1.8. Vida útil del poliestireno, inocuo o reutilizado.

El poliestireno expandido es material que puede ser reutilizado cómodamente debido sus propiedades sobre todo durabilidad y de resistencia lo que le brinda una ventaja sobre otros elementos. Es por ello que facilita y permite la elaboración de los paneles de tumbado propuesto con dicho material. Debido a su gran uso y producción, no es difícil encontrar y reciclar dicho material. Es importante mencionar que se pueden realizar muchos otros tipos de producto como base de materia prima para los mismos. Es un

componente químico con alto poder calorífico, que es uno de sus tipos de reciclado, y no contiene gases del grupo de los Cloro Fluoruro de Carbono, facilitando el proceso de incineración en plantas de recuperación energética u otras similares. No es deseable verterlo en rellenos ya que este material no es fácilmente degradable, incluso su degradación puede tardar desde unos meses hasta más de 500 años (Almeida, 2014).

2.1.9. El reciclaje: uso en la arquitectura y la construcción

Debido a los efectos del calentamiento global, actualmente muchos proyectos inmobiliarios alrededor del mundo, sobre todo aquellos enfocados a interés social, están haciendo uso cada vez más de materiales de construcción estables con materiales reciclados y amigables con el medio ambiente. Dichos materiales deberán brindar un gran confort a las infraestructuras donde serán utilizadas, esto es: frescura, comodidad y valores de fácil adquisición (Montero, 2014).

La arquitectura y la construcción han volteado sus ojos hacia los materiales reciclables debido a las múltiples ventajas y beneficios que brinda que van desde ahorro de tiempo y reducción de costos hasta aislamiento y durabilidad. Mucho más, cuando dichos materiales son fáciles de moldear porque se obtiene un amplia y versátil cantidad de productos que pueden ser utilizados. Existen muchos materiales que tienen sus orígenes como productos finales de otras industrias, pero que con el tratamiento y acondicionamiento apropiado pueden ser usados nuevamente, debido a que son de fácil reciclaje y bajo costo de producción (Chila, 2017).

La misma sociedad ha creado esta tendencia ecológica y presiona para que se utilicen cada vez más materiales biodegradables, así como reciclables y fáciles de utilizar. La gran cantidad de residuos derivados de un modelo de producción insostenible de desechos que contribuye a la degradación progresiva del medio ambiente (Lema, 2016).

Este creciente interés por la problemática ambiental conlleva no sólo una demanda de información sino también una necesidad de adquisición de conductas activas y positivas a favor de una rápida solución, necesariamente compartida, del problema de los residuos domésticos (Lema, 2016).

El EPS es un material muy retardante para que pueda ser biodegradado, esto ha originado grandes problemas e impactos ambientales negativos como la contaminación del manto acuífero que genera la muerte de animales marinos de dos maneras: química y mecánicamente. Químicamente ya que el poliestireno tiene propiedades absorbentes que recogen y concentran algunos de los contaminantes más dañinos del océano

convirtiéndose en letal si lo consume un animal marino. Por otro lado, la muerte de tipo mecánico se da cuando las especies marinas confunden los restos de EPS como alimento y luego es ingerido hasta producir la muerte por bloqueo intestinal (Agudelo, Vega, Rodríguez, Varela, & Benavides, 2018).

El potencial del poliestireno reciclado es infinito y variado, sin importar que se haya cumplido su vida útil para lo cual fue procesado, esto permite su aplicación en una gran cantidad de productos, materiales, elementos, componentes, entre otros para la arquitectura y la construcción. Adicionalmente, no se ha encontrado información que muestre un posible proceso para volver el EPS biodegradable. Ante dichas problemáticas se deben desarrollar procesos que permitan reutilizar el EPS: recolección, transporte, limpieza, triturados, compactación u otros y conlleven a la creación de nuevos productos, evitando así que el poliestireno expandido descartado (EPSd) se acumule en rellenos sanitarios o termine en los océanos (Agudelo, Vega, Rodríguez, Varela, & Benavides, 2018).

2.1.9.1. El reciclaje en el Ecuador

En Ecuador se ha impulsado el reciclaje de plásticos, papel y vidrio, puesto que solo se ha estudiado acerca de este tipo de reciclaje. Para incrementar este tipo de reciclaje muchas organizaciones públicas y privadas encargadas de preservar el medio ambiente han hecho muchas campañas en especial en las escuelas, colegios, ya que se han dado cuenta que si se impulsa desde la formación de niños y personas es mucho más fácil que la sociedad de mañana ya crezca con la buena costumbre de reciclar (Salas, 2018).

En diferentes ciudades del país, hay lugares que compran papel, cartones, plásticos para procesarlos y esto impulsa el reciclaje, ya que de una manera este tipo de actividades nos impulsan a reciclar, ya que, nos dan una gratificación, aunque no es mucha, para las personas que viven de esta manera que se encargan de reciclar (Salas, 2018).

De esta manera, es importante rescatar las iniciativas públicas y privadas dentro del país que buscan incentivar y motivar el reciclaje como parte de la cultura ecuatoriana y concientizar la importancia de mantener y, hasta mejorar, las condiciones del entorno ambiental que se ha visto afectada por el alto consumo que genera los residuos y desechos que han tenido un efecto negativo. Lamentablemente, no viene acompañado de otras iniciativas como el de la educación superior con programas dentro de su vínculo con la sociedad, de tal manera que sea efectivo el reciclaje como forma de vida y cultura de los

habitantes. Es importante indicar y recordar que existen instrumentos legales que viabilizan dicha práctica dentro del Ecuador, así como su regulación y control.

Del análisis del entorno dentro del Ecuador, se encontró que muchas empresas producen y comercializan EPS nuevo para uso doméstico e industrial nacional. Desafortunadamente el mismo análisis muestra que hay empresas cuya actividad primaria sea la recuperación y el reciclaje del EPS desechado (EPSd), para venderlo como materia prima aprovechando el potencial que tiene (Agudelo, Vega, Rodríguez, Varela, & Benavides, 2018).

En Ecuador, este material ha comenzado a tener muchas aplicaciones de la que se han presentado en párrafos anteriores y se ha empleado como material de aislamiento o de aliviamiento como: losas, modulares de decoración, planchas de aislamiento, entre otros. Se ha comenzado a utilizar mucho en proyectos inmobiliarios, arquitectónicos e ingeniería civil, debido a que brinda las facilidades tanto para la comercialización como para su producción. El EPS tiene sus ventajas en sus propiedades que le hacen destacar sobre otros materiales convencionales como parte de una solución a problemas medioambientales (Almeida, 2014).

2.1.9.2. Proceso de reciclaje del poliestireno

El poliestireno ser reciclado para formar nuevos materiales, pero su proceso dependerá del tipo de uso que le desean dar, por lo que pueden ser simples como complejos y actualmente no se lo realiza en el país. De ahí, la importancia de la presente propuesta (Bozano & Vera, 2014).

El proceso de reciclaje es muy simple: una vez desechado el poliestireno expandido puede ser recuperado, lavado y triturado para ser reutilizado en protección de productos frágiles, relleno de muebles tipo “puff”, aligerante para concretos, como barniz cuando se disuelve con terpenos, como protector acústico y mecánico para techos y paredes, y como pegamento para EPS y otros sustratos, entre otros. Por razones sanitarias el EPS reciclado igual que el plástico reciclado no se puede emplear en la fabricación de envases para alimentos, pero si puede usarse en muchas otras aplicaciones (Agudelo, Vega, Rodríguez, Varela, & Benavides, 2018).

El reciclaje del PS es un proceso corto que comprende de tres sencillos pasos que son: la preparación, la reducción y la molienda. Una vez obtenida la materia prima reciclada, está lista para pasar otra vez por el proceso de fabricación del poliestireno expandido convirtiéndose así en un nuevo bloque de EPS como se explica a continuación.

Para reciclar el EPS se debe proceder a la separación de otros residuos que es simple por su baja densidad y fácil identificación. Actualmente, la industria ha desarrollado equipos para la compactación y densificación del EPS que han facilitado aún más la ejecución de las diferentes técnicas de reciclaje. Es recomendable que su reprocesamiento se realice cerca de los sitios de recolección (Saltos, Aldás, & Quiroz, 2015).

2.1.9.2. Tipos de reciclaje del poliestireno

- **Reciclaje Mecánico:** Consiste en el reajuste de volumen a través de métodos físicos como son los de pulverización, compactación o densificación. Luego de ello, es posible la elaboración mediante el moldeo de productos en base a poliestireno como son materiales de construcción. Es una técnica viable a gran escala, limpia y de bajo costo (Saltos, Aldás, & Quiroz, 2015).
- **Reciclaje Químico:** Permite la degradación del poliestireno en otros materiales secundarios. Para ello, se realiza la degradación en un rango de temperatura ente 300 – 450 °C en una atmósfera controlada con otros componentes como el nitrógeno, clorofluorocarbono, propano o similares, con catalizadores óxidos ácidos o básicos (Saltos, Aldás, & Quiroz, 2015).
- **Reciclaje Energético:** Es una alternativa al reciclaje mecánico donde se aprovecha el alto poder calórico que tiene un EPS y convertirlo en energía mediante la combustión de dichos desechos. Este proceso no es el más aconsejable por la generación de emisiones gaseosas y al requerimiento de reactores cónicos de lecho fluidizado, es decir que requiere de una alta inversión (Saltos, Aldás, & Quiroz, 2015).
- **Reciclaje térmico:** En este proceso se procede a incinerar para generar el poder térmico requerido. En este sentido, se generará dióxido de carbono y vapor de agua, que son insumos utilizados como combustible para transformarlos en energía que es aprovechado en máquinas especiales para dicho efecto. La mayor desventaja que presente este tipo de reciclaje es la logística requerida en cuanto a recolección y transporte, así como su apropiado almacenamiento, lo que puede hacer que se acarreen grandes costos y la inversión se vuelva poco atractiva (Ocles, 2017)

- Método de disolución: Permite reducir el tamaño del EPS en más de 100 veces, al eliminar todo el aire que contiene su estructura sin degradación de las cadenas poliméricas, por lo que tiene una gran potencialidad de uso (Saltos, Aldás, & Quiroz, 2015).

2.1.10. Método de disolución: uso de thinner (diluyente).

Para el presente estudio, se consideró apropiado el uso del thinner (diluyente) como solución dentro del proceso de fabricación. El uso del diluyente se fundamenta en el método de disolución y precipitación que es muy utilizado debido a su rápido uso y descomposición del poliestireno. Debido a que el acceso a otros tipos de químicos requiere de permisos especiales y autorizaciones de entes públicos, se consideró el uso del thinner por facilidad de compra y rapidez de uso. Pero, debido a que el thinner (diluyente) es un químico peligroso se considerará apropiado establecer un proceso para su uso artesanal y que se adapta a las necesidades de la presente investigación, así como al alcance del mismo y del prototipo propuesto.

2.2. Marco conceptual

Aljez: Es conocido al resultado de la calcinación que se somete al yeso y cuyo subproducto es utilizado en áreas como la construcción y mampostería (Armijo, 2012).

Aluminio: Es un metal maleable a alta temperatura y de gran resistencia en frío que permite un sinnúmero de aplicaciones en diversas ramas y actividades económicas debido a sus bondades como resistencia a la corrosión, durabilidad y sobre todo ligereza (Zorrilla, 2016).

Ambiente: espacio donde reside una persona o el entorno circundante que le rodea y que puede verse afectado debido a sus acciones o actividades, esto incluye a la flora y fauna (Zorrilla, 2016).

Bihidrato: Son elementos que contienen poco agua (Armijo, 2012).

Contaminante: Es cualquier elemento, compuesto, sustancia, material biológico, radiaciones, vibraciones, ruidos o combinación de ellos, que causen un efecto adverso a los ecosistemas (Ministerio del Ambiente, 2018)

Densidad: Se determina como la masa partido por el volumen del objeto. Sus unidades en el sistema internacional es Kg/m³ (kilogramo por metro cúbico) (Martín, 2011).

Diferenciación del Producto: Es el valor agregado percibido por el usuario o consumidor respecto al producto y que le permite ser diferente a los productos de la competencia (Bohorque, 2017).

Entramado: Son articulaciones, generalmente con aluminio o hierro o madera, que conforman una armadura con los extremos de sus miembros. Son empleados para la elaboración de techos o paredes en la construcción (Guamán, 2014).

Espacio: Es un área, superficie o lugar delimitado destinado a una o varias actividades, y donde transitan o residen personas (Zorrilla, 2016).

Estuco: Es una masa de yeso blanco y agua, con la cual se fabrican un sinnumero de productos utilizados en la construcción (Armijo, 2012).

Extrusionar: El termino extrusionar proviene de la palabra extrusión que significa forzamiento o expulsar y es un proceso de prensado y modelado de algún tipo de materia prima y forma cortes definidos y fijos (Beltrán & Marcilla, 2015).

Gypsum: Es un material elaborado en base a yeso, el cual se utiliza en construcción como elemento decorativo en interiores de casas, oficinas, entre otros (Zorrilla, 2016).

Iluminación: Es la luz percibida dentro de un área, estructura o edifiaciación la cual puede lograrse también a través de medios artificiales haciendo uso de elementos decorativos los cuales se instalan en espacios para iluminarlos (Zorrilla, 2016).

Mampostería: Es la infraestructura elaborada ajustada unos con otros sin sujeción de orden o tamaños (Armijo, 2012).

Materiales reciclados: Es un nuevo bien obtenido a partir de productos, desechos o residuos generados de un proceso productivo o consumo excesivo. Siendo de gran ayuda ecológica debido a su facilidad de extracción de todas las materias exceptuando (Caibinagua, 2013).

Métodos: Son las herramientas o instrumentos que son empleados para la consecución de un objetivo o la evaluación equívoca de un fenómeno o problemática que se observe (Bohorque, 2017).

Necesidad: Es la carencia de un bien o servicio que es requerido como parte de su supervivencia o bienestar. En el actual mercado y mundo de negocios, todos los productos o servicios buscan satisfacer esos faltantes para cumplir diversas principales funciones que han sido identificadas previamente (Bohorque, 2017).

Panel: Fracción habitualmente cuadrangular superficie, que está restringida mediante bordes

Paramétricas: Engloba a indicadores o medidas que permiten la evaluación objetiva de variables que ayudan a establecer cumplimiento o límites que no se deben de sobrepasar (Kaled, 2016).

Pintura: es un producto líquido el cual sirve como elemento decorativo, o para recubrir y proteger el sitio donde se ha aplicado (Zorrilla, 2016).

Poliestireno: Es una de las principales materias primas que permite la fabricación del plástico y los diversos usos que tiene éste (Gonzales, 2014)

Prefabricada: Son secciones estandarizada y fabricada con antelación, previo planos y requisitos establecidos, lo cual le permite estar listas para ser rápidamente instalada en cualquier proyecto o necesidad del usuario (Bohorque, 2017).

Producto: Es un bien o servicio que fue creado para satisfacer una carencia existente o crear bienestar en sus usuarios o consumidores y está disponible en el mercado (Bohorque, 2017).

Tendencia: Es un forma de “moda” o gusto, que puede ser momentáneo (Zorrilla, 2016).

Topologías: Es la relación espacial y construida sobre una idea elemental, sus parte y su todo que tiene que ver con la inclusión (Millán, 1981)

Tumbado: son productos utilizados para la decoración, remodelación o confort dentro de un edificio, vivienda o instalación (Armijo, 2012)

Versatilidad: Fácil adaptación y uso, aplicando innovadoras técnicas y métodos, así como también considerando otras aplicaciones antes no concebidas (Garrido, 2004).

Vintage: Es un término en inglés que se refiere a objetos que por lo menos tengan 20 años de antigüedad pero que aún están en buen estado para ser utilizados (Orellana N. , 2018)

2.3. Marco legal

2.3.1. Constitución del Ecuador

En su Título II sobre “Derechos” en el capítulo Segundo sobre “Derechos del buen vivir” en la sección Sexta sobre “Habitat y vivienda” en su artículo 30 establece que: “las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica” (Asamblea Nacional, 2008).

En su Título VII sobre “Régimen del buen vivir” en el capítulo Primero sobre “Inclusión y equidad” en la sección Cuarta sobre “Habitat y vivienda” en su artículo 340 indica que: “el sistema nacional de inclusión y equidad social (...) se compone de los ámbitos de educación, salud, seguridad social, gestión de riesgos, cultura física y deporte, hábitat y vivienda (...)” (Asamblea Nacional, 2008).

La carta magna del Ecuador es muy clara en todo su articulado respecto al acceso como un derecho pleno de todas las personas que viven dentro de la jurisdicción del país donde garantizar e indica que tiene la competencia, como un Estado, de dictar políticas

que rijan a las viviendas. Para ello, el Gobierno Nacional desde el año 2008 creó el Plan Nacional para el Buen Vivir cuya política gubernamental prioriza la construcción de residencias de utilidad social como alternativa para satisfacer la alta demanda habitacional debido a sus altos costos. El Ministerio de Urbanismo y Vivienda es el brazo ejecutor que realiza dicha función a través de la entrega de bonos para su acceso y facilidades para la obtención de créditos.

2.3.1. Código orgánico organización territorial autonomía descentralización (COAAD)

El territorio del país conforme a lo mencionado se organiza en regiones, provincias, nivel metropolitano, cantones y parroquias rurales, con una estructura administrativa que requieran los GAD's, los cuales mediante sus funciones desarrollarán programas de vivienda de interés social rural en las provincias, de acuerdo a su capítulo II sobre "Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial" en su sección Primera sobre "Naturaleza jurídica, sede y funciones" en su artículo 41 que establece en su literal h) la función de: "Desarrollar planes y programas de vivienda de interés social en el área rural de la provincia" (pág. 22).

La ley en mención faculta al actual GAD Municipal de Guayaquil a implementar el derecho a la vivienda, y obliga a desarrollar planes de vivienda de utilidad social tal como lo establece en su artículo 54.

En el artículo 147 se establece que: "El gobierno central a través del ministerio responsable dictará las políticas nacionales para garantizar el acceso universal a un hábitat" (pág. 61).

La expropiación con el objeto de propiciar programas de interés social brinda la autoridad y competencia a los gobiernos regionales, provinciales, metropolitanos y municipales para que puedan realizarlo, sólo en el caso de interés social o utilidad pública, según lo establecido en la sección Séptima sobre "Expropiaciones" en su párrafo Único sobre "Procedimiento" en su artículo 446 establece:

"Con el objeto de ejecutar planes de desarrollo social, propiciar programas de urbanización y de vivienda de interés social, manejo sustentable del ambiente y de bienestar colectivo, los gobiernos regionales, provinciales, metropolitanos y municipales, por razones de utilidad pública o interés social, podrán declarar la expropiación de bienes, previa justa valoración, indemnización y el pago de conformidad con la ley. Se prohíbe todo tipo de confiscación" (pág. 126).

2.3.1. Código orgánico del ambiente (COA)

La presente ley se relaciona con el objetivo del presente estudio debido a que en los antecedentes que se incluyó dentro de los considerandos, debe de dar cumplimiento a lo establecido en el artículo 323 de la Constitución de la República del Ecuador respecto a ejecutar planes de desarrollo social, manejo sustentable del ambiente y de bienestar colectivo, las instituciones del Estado, por razones de utilidad pública o interés social y nacional, podrán declarar la expropiación de bienes, previa justa valoración, indemnización y pago de conformidad con la ley (Ministerio del Ambiente, 2018).

En el capítulo II sobre “Las facultades ambientales de los Gobiernos Autónomos Descentralizados” en su artículo 26 sobre “Facultades de los GAD en materia ambiental” en su numeral 8) establece que: “Controlar el cumplimiento de los parámetros ambientales y la aplicación de normas técnicas de los componentes agua, suelo, aire y ruido” (pág. 19).

En su artículo 194 sobre “Ruido y vibraciones” indica que se deberán de expedir las normas técnicas para el control de la contaminación por ruido. Dichos niveles máximos permisibles de ruido permitirán establecer la forma en que deberán ser evaluados, medidos, y establecimiento de procedimientos apropiados.

2.3.2. Norma NTE INEN-EN 239

En la normativa técnica que se estudia, es un reglamento elaborado para establecer los requisitos técnicos que deben de cumplir las placas de yeso laminado, específicamente previa a la importación, nacionalización y comercialización de dicho producto. Es importante destacar que en este documento se incluye como alcance a las placas de yeso laminado con elementos de perfilería. En este documento se hace mención sobre la normativa INEN 520 que será revisada brevemente en la siguiente sección, pero descrita de forma explícita en el capítulo consecutivo (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2018).

2.3.3. Norma NTE INEN-EN 520 2018-06

Es una normativa que define, brinda especificaciones y métodos de ensayos para placas de yeso laminado que son utilizadas en todo tipo de proyecto de construcción con lo cual es de gran importancia debido al uso masivo de este tipo de material. Las placas de yeso laminado que considera la normativa que se está revisando son aquellas que están formadas por yeso y dos láminas de cartón. Dentro de las variables que se han considerado

como medición están las dimensiones, las cuales son por lo general placas rectangulares y lisas, así como también mide su resistencia al fuego y aislamiento térmico como acústico que pueda brindar dentro de un área específica. Debido a su versatilidad como aplicaciones prácticas, la normativa establece el respectivo muestreo y selección de las placas de yeso laminado de acuerdo con su tipo, tamaño, espesor y perfil del borde. Debido a la amplitud del producto (placas de yeso) se limita la normativa a un alcance puntual como es la no evaluación y medición de placas que hayan sido re-transformadas, es decir tener modificaciones secundarias (Valdiviejo & Vera, 2019).

2.3.4. Norma NTE INEN-EN 685:2010

En dicha normativa técnica se establecen los requisitos para el uso del yeso como material para la construcción. Su requisito principal es la composición química que se establece en límites que, además, deben de ser cumplidos y solicitados ante la compra mediante un contrato. Así se requiere de al menos 70% en masa de $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (Valdiviejo & Vera, 2019).

Se definió los medios de inspección de acuerdo con lo que se establezca a través de un contrato y en base a lo hablado entre el comprador y el proveedor. Así como el muestreo y la cantidad para verificar, la cual se sugiere que sea cada 2 kg durante la carga o descarga, la cual deberá llegar al menos a 90 kg de material o porcentaje representativo de la cantidad que se desea inspeccionar. Se deberá realizar un tratamiento de triturado y reducción por cuarteo para obtener al menos 0,5 kg. de muestra para laboratorio (Valdiviejo & Vera, 2019).

2.3.5. Norma NTE INEN-EN 1688

Es una normativa técnica que establece los ensayos físicos a seguir para yesos que sean utilizados en la industria de la construcción. La finalidad de estos es poder identificar cualquier falencia, contaminación o modificaciones que sufra el material y que cambian las características del producto (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 1989). Así se tiene que:

- Cantidad de Agua Libre
- Finura
- Consistencia normal
- Tiempo de fraguado
- Resistencia de comprensión

2.3.6. Ordenanza contra ruido

El GAD Municipal de Guayaquil en su artículo 2 establece que la prohibición en el uso de cualquier otro aparato o dispositivo de alto sonido como parlantes, aún dentro de locales o edificaciones privadas, si el volumen empleado perturba la tranquilidad o el descanso colectivos, en las zonas correspondientes (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Guayaquil, 2019).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

- Investigación exploratoria: “Es el tipo de investigación empleada en estudios cuyo objetivo consiste en analizar un tema novedoso” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2017, p. 92). Para el presente estudio se busca estudiar el uso novedoso del poliestireno reciclado para hacer paneles de tumbado y establecer que cumple con la normativa vigente, además que brinda iguales o más beneficios que los productos convencionales hechos con yeso. Para ello, se procedió a hacer uso de la técnica de Cuestionario mediante el instrumento de la Entrevista.
- Investigación experimental: “Es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos, a determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente)” (Universidad Agraria del Ecuador, 2016). Para el presente estudio se procederá a la aplicación práctica con el uso de los materiales (poliestireno reciclado) para la ejecución de pruebas y verificación de cumplimiento de resultados, observando la reacción del material propuesto controlando la variable dependiente.

3.2. TIPO DE ENFOQUE

- Enfoque Cualitativo: “Los estudios cualitativos facilitan el diseño de una hipótesis que se va a probar a partir del análisis de los datos” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2017, p. 7). Para el presente estudio se procedió realizar pruebas de laboratorio para la obtención de datos que ayuden a establecer si existe el cumplimiento de la hipótesis formulada, confirmando las conclusiones a las cuales se desea llegar y alcanzar.

3.3. HERRAMIENTA

3.3.1. Experimentación

Mediante el uso de esta herramienta es posible establecer el cumplimiento y aceptación de la hipótesis formulada en el presente estudio donde se busca comprobar que el material propuesto es un componente nuevo que aporta para la elaboración de paneles de tumbado, así como determinar si dicho proyecto es factible económica y financieramente. Para todo ello, se procedió a realizar un diseño preexperimental bajo la técnica de Estudio de Caso con Una Sola Medición para lo cual se realizó un análisis de laboratorios considerando variables predeterminadas en la normativa nacional o internacional aplicable al proyecto, estos son resistencia, compresión, entre otros.

3.3.2. Observación

Para la presente investigación se procedió a usar la observación estructurada a través de la elaboración de una guía de observación que se aplicó en sitio tanto para las pruebas realizadas de forma particular como hechas en laboratorio, por lo cual se hizo las anotaciones del caso y su respectivo comentario. Como se mencionó, dicho documento permitió registrar y documentar todo lo que las pruebas realizadas al material propuesto presentaron y al cual fue sometido para verificar su viabilidad técnica. Durante el levantamiento de información se realizaron dos observaciones en todo el periodo de investigación que consideró los meses de julio a octubre del año 2019.

3.3.3. Entrevista

Las entrevistas fueron realizadas de forma personal a 3 expertos respecto al uso del material propuesto y los beneficios que conllevaría su uso. La finalidad es de obtener información que permita mejorar la propuesta y con ello, hacerlo cada vez más factible.

3.4. TÉCNICA

Se utilizarán para efectos del presente estudio las siguientes técnicas con sus respectivos instrumentos que serán descritos a continuación y que son parte del

enfoque cualitativo que fue considerado para el presente estudio y la propuesta formulada. Así se expone lo siguiente:

Tabla 5

Técnica e instrumentos utilizados en la investigación

| TÉCNICA | INSTRUMENTO |
|----------------|---------------------------------------|
| Observación | Guía de Observación |
| Cuestionario | Entrevista |
| Cuestionario | Encuesta |
| Experimental | Estudio de caso con una sola medición |

Elaborado por: Salcedo, B. (2019)

3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

Universo: De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC (2019), estimó mediante una proyección haciendo uso de los registros administrativos que la ciudad de Guayaquil tuvo para el año 2018, aproximadamente 2'671.801 de habitantes.

Muestra: Se ha considerado apropiado el cálculo del tamaño de muestra debido al número habitantes de la ciudad de Guayaquil. Para ello, se estableció los siguientes componentes:

N: Universo o población (N = 2'671.801).

p: Probabilidad de éxito que es igual al 0,5

q. Probabilidad de fracaso 0,5

z: Nivel de confianza del 95%

K: Error muestra del 5%

Se reemplaza en la siguiente fórmula:

$$n = \frac{z^2 * N * p * q}{K^2 * (N - 1) + z^2 * p * q}$$

$$n = 385$$

El tamaño de la muestra es de 385, es decir que se elaboraron 385 encuestas considerando todos los sectores de la ciudad.

3.6.RESULTADOS

3.6.1. Preparación de los materiales

El poliestireno reciclado puede ser obtenido de diversos productos que se utilizan actualmente, siendo fácil tanto su ubicación como su recolección respectiva. Se debe de recordar que dicho material sirve para la elaboración de productos como vasos desechables, bandejas para alimentos, envases, embalajes y platos que fueron hechos con dicho compuesto. Adicionalmente, es un elemento de fácil transporte debido a su peso, aproximadamente 10 kg/m^3 (Ruiz, 2019).

Todas estas bondades y fortalezas hacen que el poliestireno reciclado sea fácil de reutilizar el 100%. Es importante destacar que el poliestireno reciclado es del tipo expandido que es el material que permite la elaboración de los productos antes mencionados, además de que es muy utilizado por su buen aislamiento térmico.

Para el presente estudio solo se utilizó el poliestireno expandido reciclado sin mezclar con otros tipos de plásticos de ninguna forma. Esto es porque al mezclarse diferentes tipos de poliestireno se obtiene como resultado un material producido de muy difícil aplicación y uso práctico (Gaggino, 2009).

El poliestireno expandido reciclado consideró el uso a través del material cortado. Luego de esto, se procedió a hacer una comparación simple con paneles de tumbado convencionales, generalmente conformados por material de yeso que es lo que se utiliza actualmente en la industria de la construcción nacional mediante pruebas que podían aplicarse.

El poliestireno expandido reciclado fue obtenido directamente de centros de acopio quienes brindaron el material, sin tratamiento alguno. Es decir que dicho compuesto se lo encontró en su estado original de elaboración esto es como vasos plásticos, embalajes, bandejas de alimento, entre otros. Es importante mencionar que se tuvo que realizar una limpieza para eliminar cualquier tipo de contaminación, elemento nocivo o perjudicial en las características físicas del elemento que se usó para el experimento que se efectuó.

3.6.1.1.Experimentación

Se elaboraron cinco diferentes dosificaciones para identificar y establecer aquella que es la más apropiada como propuesta. Se realizó varios ensayos que medían la viscosidad de dichos compuestos para que sean similares a los productos

convencionales en el mercado, así como también se midieron los tiempos en que la sustancia llega a solidificarse de forma óptima.

Tabla 6

Dosificaciones elaboradas

| Fórmula |
|--|
| D1: 100% Molidos poliestireno expandido reciclado + Diluyente al 500% + Cemento blanco al 3% |
| D2: 100% Molidos poliestireno expandido reciclado + Diluyente al 300% + Cemento blanco al 5% |
| D3: 100% Molidos poliestireno expandido reciclado + Diluyente al 100% + Cemento blanco al 8% |
| D4: 100% Molidos poliestireno expandido reciclado + Diluyente al 50% + Cemento blanco al 10% |
| D5: 100% Molidos poliestireno expandido reciclado + Diluyente al 50% + Cemento blanco al 12% |

Elaborado por: Salcedo, B. (2019).

Los resultados obtenidos en las pruebas antes mencionados, se presentan a continuación en los siguientes gráficos.

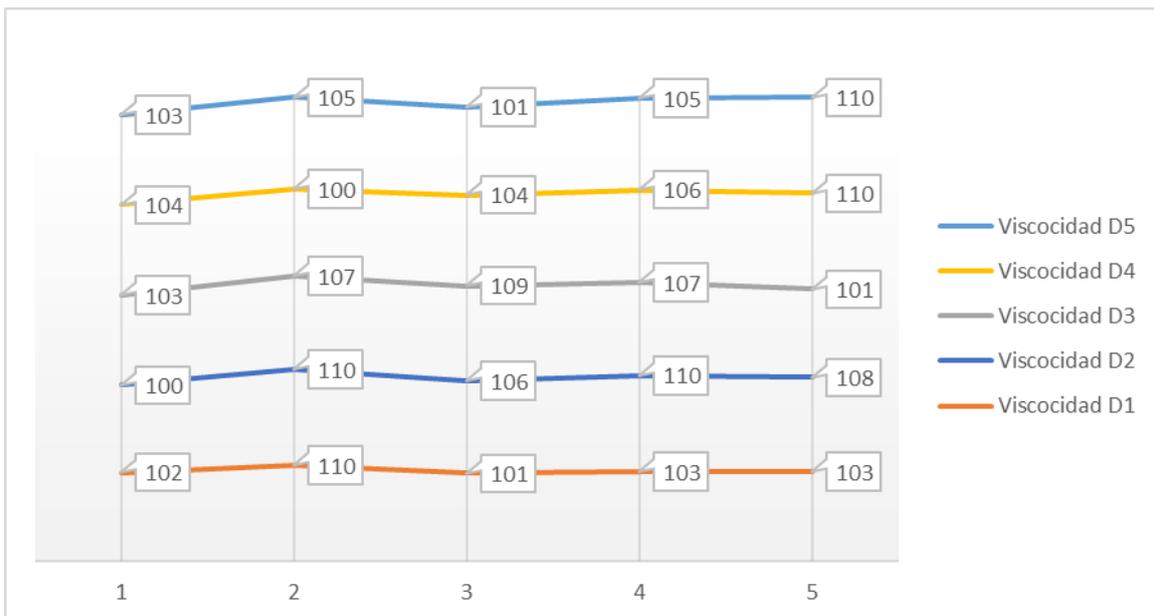


Figura 26: Viscosidad de las dosificaciones elaboradas

Elaborado por: Salcedo, B. (2019).

Se puede observar en la **Figura 26** que al realizar pruebas particulares de viscosidad la dosificación #1 tiene, en promedio, el menor valor de viscosidad (103,8) considerando las cinco muestras elaboradas para cada una de las formulaciones presentadas.

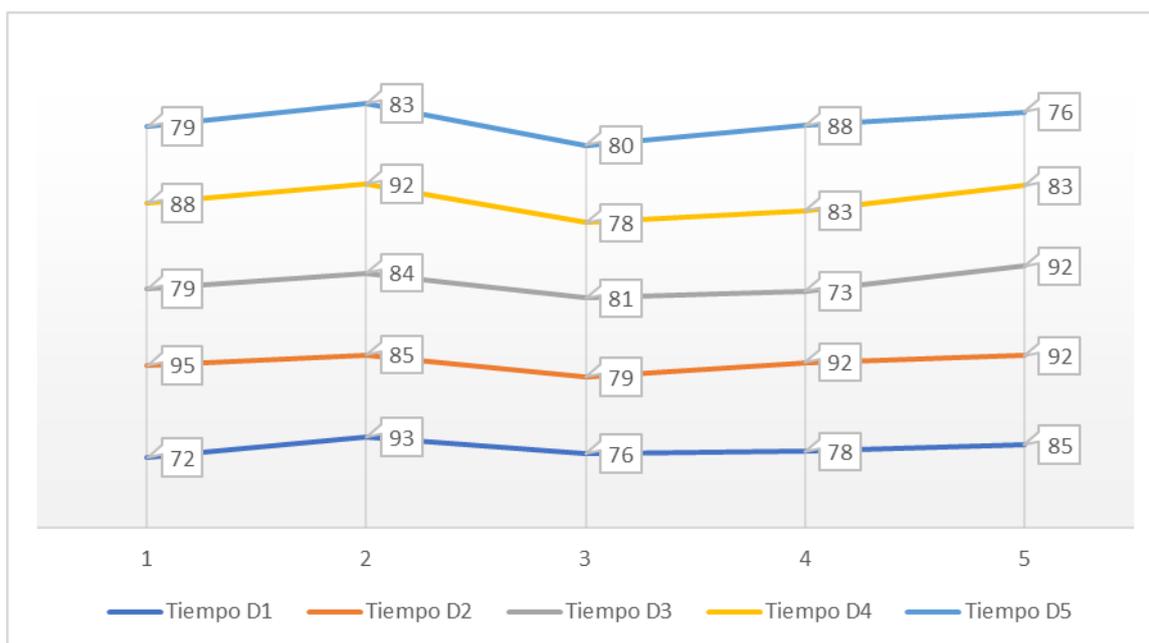


Figura 27: Tiempo de secado de las dosificaciones elaboradas

Elaborado por: Salcedo, B. (2019).

Se puede observar que al realizar pruebas particulares de medición de tiempo de secado que la dosificación #1 tiene, en promedio, el mejor tiempo para secarse al considerar 3 días con 2 horas considerando las cinco muestras elaboradas para cada una de las formulaciones presentadas.

Una vez identificada la dosificación óptima (D1), se elaboraron seis muestras: dos muestras para laboratorio y cuatro muestras para pruebas particulares. Cada mezcla contiene las mismas variables: cemento blanco, diluyente y porcentajes de residuos de EPS. Luego, las muestras fueron sometidas a pruebas de laboratorio y particulares que permitieron validarlas y que son especiales para esta fase del estudio.

Para la aplicación potencial de los paneles propuestos, las pruebas de laboratorio que fueron consideradas y que se presentarán a continuación fueron:

- Prueba de resistencia a la flexión; y,
- Prueba de resistencia a la compresión.

Para la aplicación potencial en paneles, las pruebas que fueron consideradas y que se presentarán a continuación fueron:

- Prueba de densidad,
- Prueba de conductividad térmica,
- Prueba de absorción de agua por inmersión completa,

Debido a que la normativa ecuatoriana respecto a paneles sólo se enfoca a paneles de yeso que no necesariamente son utilizados en tumbados sino para otros usos, se ha considerado como antecedente a la normativa española que permite y establece parámetros de medición para paneles para tumbado de forma puntual.

3.6.2. Resultados particulares

3.6.2.1. Prueba de densidad aparente de panel (UNE EN 1602:1997)

La prueba de densidad aparente de panel indica que los paneles del material propuesto contienen partículas con densidades levemente mayores a lo establecido en la normativa española considerada. Los resultados alcanzados indica que se obtuvo un valor promedio de $16,2 \text{ kg/m}^3$ para los paneles rectangulares a base de poliestireno expandido reciclado mientras que los paneles convencionales tienen un valor promedio de $14,7 \text{ kg/m}^3$, siendo el valor estándar máximo de 15 kg/m^3 .

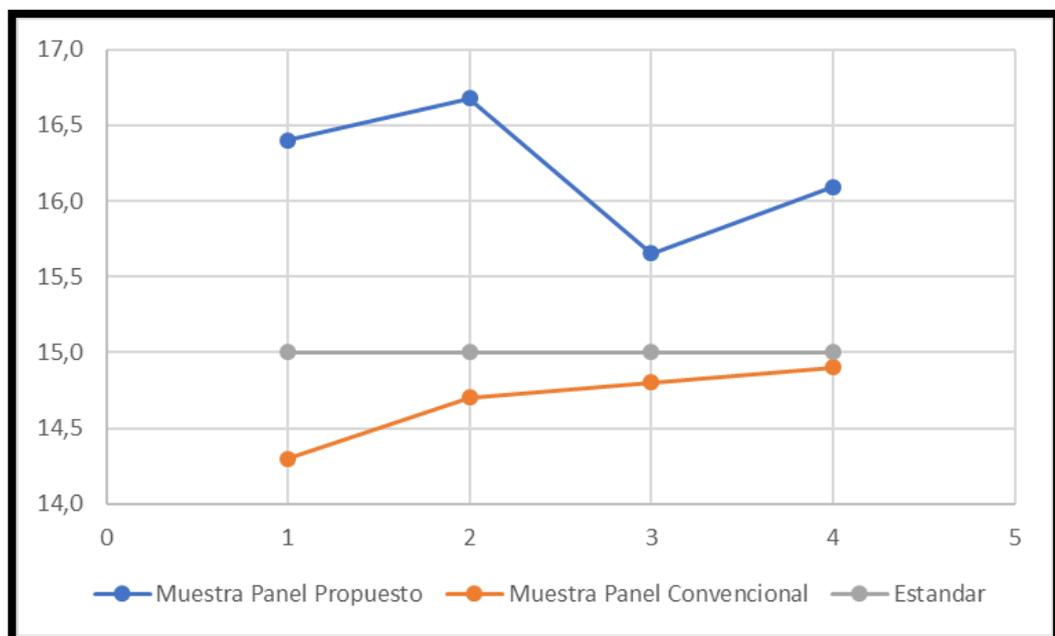


Figura 28: Densidad aparente del panel

Elaborado por: Salcedo, B. (2019)

3.6.2.2. Prueba de conductividad térmica de panel (UNE EN 13163:2002 y UNE 12667:2002)

La prueba de conductividad térmica de panel indica que los paneles del material propuesto tienen valores cercanos al máximo del rango establecido en la normativa española, pero levemente mayores. Los resultados alcanzados indican que se obtuvo un valor promedio de 0,043 W/mK para los paneles rectangulares a base de poliestireno expandido reciclado mientras que los paneles convencionales tienen un valor de 0,035 W/mK siendo el estándar el rango entre 0,030 a 0,046 W/mK en adelante.

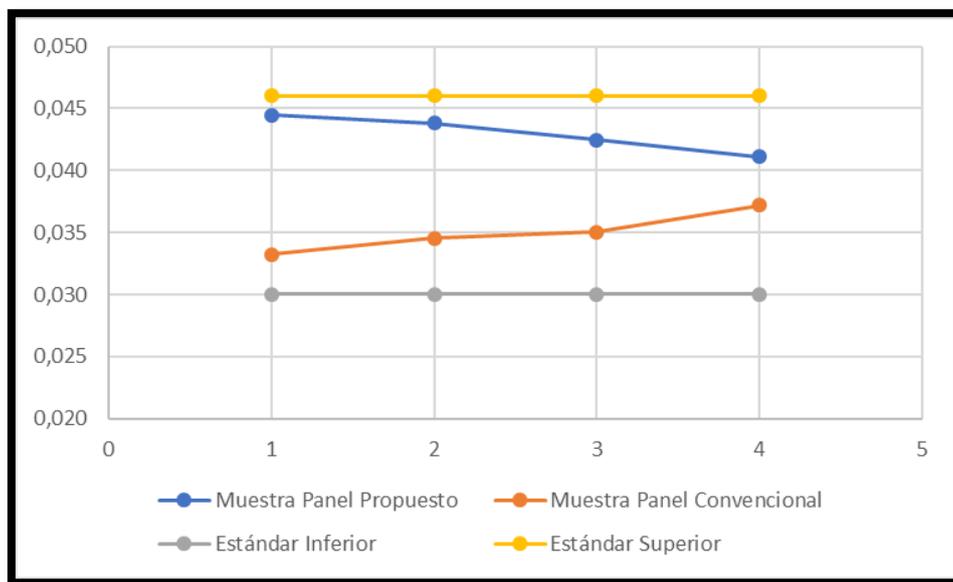


Figura 29: Conductividad térmica del panel

Elaborado por: Salcedo, B. (2019)

3.6.2.3. Prueba de absorción de agua por inmersión total de panel (adaptado de ISO 2896:2001 y ASTM D2842-01)

La prueba de absorción de agua del panel indica que los paneles del material propuesto tienen valores cercanos al mínimo valor posible y es muy cercano a lo que se ha encontrado en materiales convencionales.

Los resultados alcanzados indican que se obtuvo un valor promedio de 3,1% para los paneles rectangulares a base de poliestireno expandido reciclado mientras que los paneles convencionales tienen un valor promedio de 2,6% siendo el valor estándar es de 2.

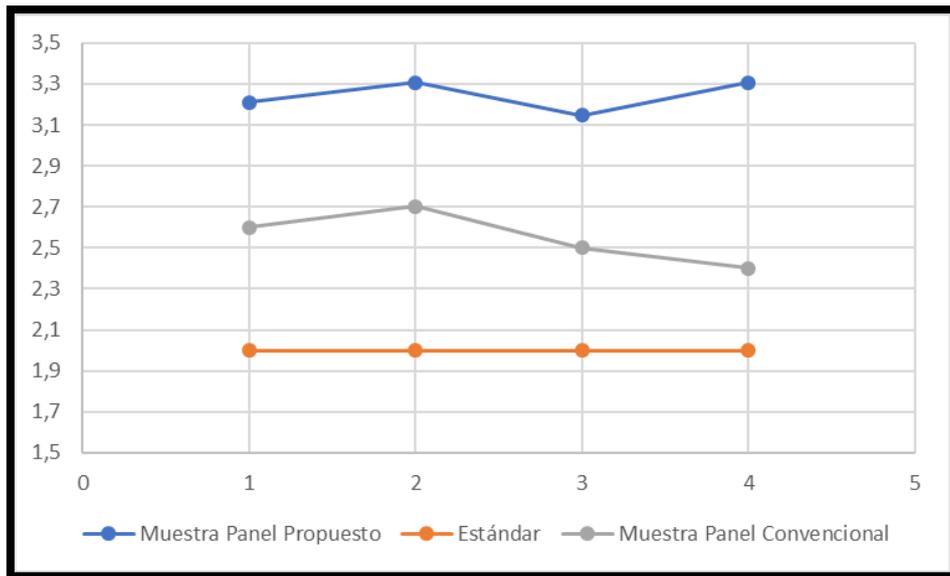


Figura 30: Absorción de agua por inmersión total del panel

Elaborado por: Salcedo, B. (2019)

Los paneles propuestos frente a los paneles convencionales muestran pequeñas variaciones que permiten deducir que existe alguna desventaja frente a los materiales comerciales. Pero dichas variaciones presentadas pueden ser disminuidas o eliminadas considerando la aplicación adicional de otros compuestos, elementos y/o aditivos que pueden reforzarlos.

3.6.3. Resultados de laboratorio

La prueba de flexión (*UNE 53204-2:2001*) de panel indica que los paneles del material propuesto tienen valores cercanos a lo establecido a la normativa española, pero levemente mayores. Los resultados alcanzados indican que se obtuvo un valor 0,0256 MPa en posición horizontal y de 0,5 MPa para los paneles rectangulares a base de poliestireno expandido reciclado, mientras que los paneles convencionales de yeso tienen un valor promedio de 99,9 kPa siendo el estándar el valor máximo de 100 kPa. Es decir que el panel propuesto se encuentra dentro del rango.

La prueba de compresión de panel (*UNE 53205:2001*) indica que los paneles del material propuesto tienen valores cercanos al mínimo de lo establecido a la normativa española, pero levemente mayores. Los resultados alcanzados indican que se obtuvo un valor 0,0256 MPa en posición horizontal y de 0,5 MPa en posición vertical para los paneles rectangulares a base de poliestireno expandido reciclado, mientras que los paneles convencionales de y tienen un valor promedio de 61,4 kPa siendo el estándar el valor mínimo de 55 kPa en adelante. Es decir que el panel propuesto no cumple con la prueba de compresión.

Tabla 7

Resumen de resultados

| Número | Procedencia | COLOR | FECHA DE RECEPCIÓN DE ESPECIMEN | Edad (Días) | FECHA DE ROTURA | Temperatura | AREA Neta (cm2) | CARGA (KN) | PESO (Kg) | RESISTENCIA Neta Kg/cm2 | RESISTENCIA MPa (Neta) | Posición de rotura | ESTRUCTURA |
|--------|-------------|--------|---------------------------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|------------|-----------|-------------------------|------------------------|--------------------|------------|
| 1 | - | Blanca | 03-10-19 | 7 | 10-oct-19 | 27,8 | 876,00 | 2,24 | 379,1 | 0,26 | 0,0256 | Horizontal | |
| 2 | - | Blanca | 03-10-19 | 7 | 10-oct-19 | 27,8 | 690,03 | 32,50 | 318,6 | 4,80 | 0,5 | Vertical | |

Elaborado por: Salcedo, B. (2019)

3.6.4. Guía de Observación



GUÍA DE OBSERVACIÓN

Lugar: Guayaquil.

Fecha: Desde el 10 de julio del 2019 al 10 de agosto del 2019.

Hora: De 10:00 a 12:00

Tabla 8

Guía de observación de pruebas de laboratorio

| ITEM | Panel Propuesto | Panel Estándar | OBSERVACIÓN |
|-----------------------------------|-------------------|----------------|---------------------|
| | Valores promedios | | |
| Resistencia a la flexión (kPa) | 0,2756 | 97,3 | CUMPLE NORMATIVA |
| Resistencia a la compresión (kPa) | 0,2756 | 61,4 | NO CUMPLE NORMATIVA |

Elaborado por: Salcedo, B. (2019)

Tabla 9

Guía de observación de pruebas artesanales

| ITEM | Panel Propuesto | Panel Estándar | OBSERVACIÓN |
|--|-------------------|----------------|---------------------|
| | Valores promedios | | |
| Absorción de Agua (%) | 3,2 | 2,6 | NO CUMPLE NORMATIVA |
| Densidad aparente (kg/m ³) | 16,2 | 14,7 | NO CUMPLE NORMATIVA |
| Condición Térmica (W/mK) | 0,043 | 0,035 | CUMPLE NORMATIVA |

Elaborado por: Salcedo, B. (2019)

En general, los ensayos y pruebas que fueron aplicadas al material propuesto con la finalidad de obtener información objetiva que permita demostrar y validar la existencia de calidad de dicho material frente a paneles comerciales o convencionales existente dentro del mercado ecuatoriano. Con ello, es posible establecer tanto las ventajas como las desventajas.

Los resultados registrados en la guía de observación donde se consideró pruebas como: Absorción de Agua (%), Densidad aparente (kg/m³), Resistencia a la flexión (kPa), Condición Térmica (W/mK) y Resistencia a la compresión (kPa) han permitido observar

que la comercialización de dicho material es probable y aceptable parcialmente dentro del mercado ecuatoriano debido que los valores obtenidos son superiores al máximo permitido excepto en la prueba de compresión.

Finalmente, es importante recordar que el panel que se ha propuesto cuya dosificación es experimental, también es perfectible y se busca que dicha alternativa pueda contribuir a brindar materiales amigables con el medio ambiente. El panel estándar tiene las características por lo descrito en el **Anexo 2**.

3.6.5. Entrevista

Para reforzar los análisis de laboratorios realizados, se procedió a considerar a 3 expertos en las áreas de construcción que ayudarán con su criterio técnico y que servirán como ayuda apropiada ante el material propuesto como solución del presente estudio.

Fecha de Entrevista: 15/07/2019
Entrevistador: Salcedo, B. (2019)

Tabla 10

Resumen de respuestas de las entrevistas realizadas

| PREGUNTAS | Ing. Patricia Valdiviezo | Ing. Yadira Molina | Ing. Vanessa Rosero |
|---|--|---|--|
| 1. ¿Cuál es el material más usado en la elaboración de paneles de tumbado? | Comercialmente se hace uso más de paneles de yeso, que es el más conocido y el más utilizado en cualquier tipo de obra o infraestructura | Depende de la obra y del cliente. Particularmente he visto que se utiliza paneles de madera y otros componentes | En proyectos sustentables utilizan paneles de caña de azúcar, entre otros elementos. Cada vez se mejora más |
| 2. ¿Es posible utilizar el poliestireno reciclado para elaborar paneles de tumbado? | Desde luego incluso otros materiales reciclables | Sí. Es un aporte de la arquitectura sustentable a los proyectos inmobiliarios | Existe estudios que demuestran que es posible hacerlo |
| 3. ¿La preferencia de materiales sustentables es una tendencia? | Sí, desde hace décadas es una exigencia a nivel mundial incluso. | Debido a los efectos negativos en el medio ambiente, se ha vuelto un requerimiento | Es parte de la arquitectura sustentable que cada vez está más en auge |
| 4. ¿Considera que un panel de poliestireno reciclado brinda la misma calidad que el panel convencional? | Si la dosificación o formulación es apropiada se convierte en un material innovador y que brindará una gran alternativa | Sí. Porque se le da uso a un elemento contaminador para hacerlo utilizado con otra función. | Sí. Existen estudio que demuestra que el poliestireno reciclado sirve hasta proyectos de ingeniería civil y arquitectura |

| | | | |
|---|---|--|---|
| 5. ¿Comercializaría un panel para tumbado a base de poliestireno reciclado? | Los paneles de tumbado tienen un mercado muy establecido. Deberá de tener un precio atractivo para ello | El precio atrae a los clientes y compradores. Debe de producirse con un precio que atraiga | Es importante el precio, muchas veces no se ve la calidad del producto, y en un mercado como el ecuatoriano sólo se ve costos |
|---|---|--|---|

Elaborado por: Salcedo, B. (2019)

3.6.6. Encuesta

1. ¿Vive en el sector del Suburbio, suroeste de la ciudad de Guayaquil?

Sí

No

Tabla 11

Medidas más conocidas de paneles de tumbado

| Respuesta | Frecuencia | Porcentaje |
|--------------|------------|----------------|
| No | 1 | 0,26% |
| Sí | 384 | 99,74% |
| Total | 385 | 100,00% |

Fuente: Base de datos de encuesta realizada.

Elaborado por: Salcedo, B. (2019)

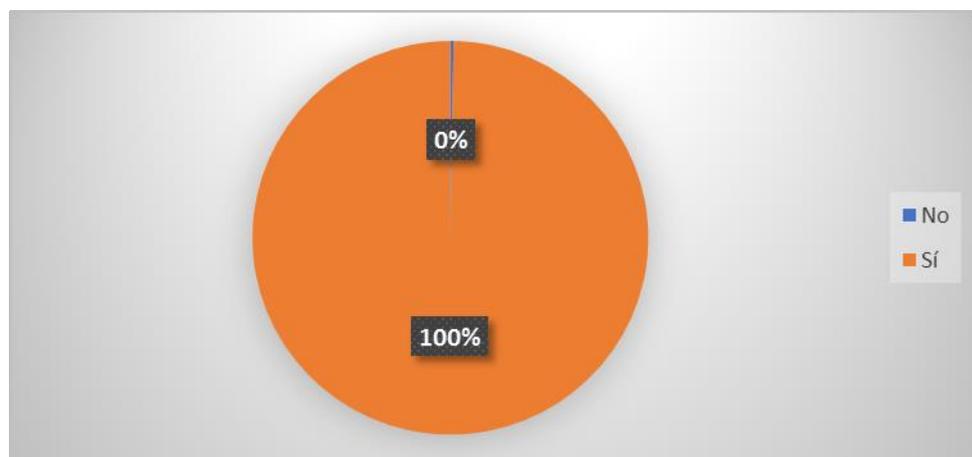


Figura 31: Medidas más conocidas de paneles de tumbado

Fuente: Base de datos de encuesta realizada

Elaborado por: Salcedo, B. (2019)

Análisis: La mayoría de las personas que participaron en la encuesta indicaron que viven en el sector del Suburbio en el suroeste de la ciudad, lo que permite y facilita el estudio de su percepción respecto al producto propuesto como solución a la problemática identificada.

2. ¿Su vivienda es de interés social?

Totalmente de Acuerdo De Acuerdo Indiferente
 En Desacuerdo Totalmente en Desacuerdo

Tabla 12

Tipo de vivienda

| Respuesta | Frecuencia | Porcentaje |
|--------------------------|------------|----------------|
| Totalmente de Acuerdo | 379 | 98,44% |
| De Acuerdo | 1 | 0,26% |
| Indiferente | 2 | 0,52% |
| En Desacuerdo | 1 | 0,26% |
| Totalmente en Desacuerdo | 2 | 0,52% |
| Total | 385 | 100,00% |

Fuente: Base de datos de encuesta realizada.

Elaborado por: Salcedo, B. (2019)

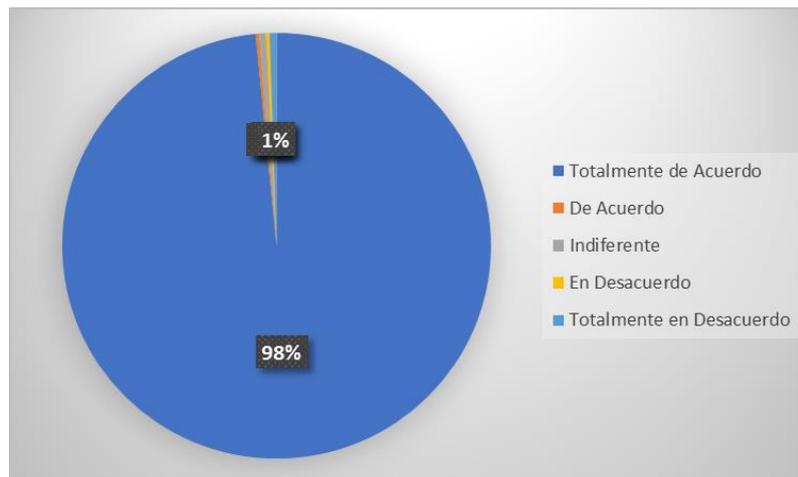


Figura 32: Tipo de vivienda

Fuente: Base de datos de encuesta realizada

Elaborado por: Salcedo, B. (2019)

Análisis: La mayoría de las personas que participaron en la encuesta indicaron estar totalmente de acuerdo que su vivienda es de interés social. Es decir que la percepción que se recolectará a través del presente instrumento considerará a los habitantes del sector y el tipo de vivienda objeto del estudio.

3. ¿Ha adquirido y/o usado usted paneles de tumbado en su vivienda?

Totalmente de Acuerdo De Acuerdo Indiferente En
 Desacuerdo Totalmente en Desacuerdo

Tabla 13

Adquisición o uso de paneles de tumbado

| Respuesta | Frecuencia | Porcentaje |
|--------------------------|------------|----------------|
| Totalmente de Acuerdo | 379 | 98,44% |
| De Acuerdo | 1 | 0,26% |
| Indiferente | 2 | 0,52% |
| En Desacuerdo | 1 | 0,26% |
| Totalmente en Desacuerdo | 2 | 0,52% |
| Total | 385 | 100,00% |

Fuente: Base de datos de encuesta realizada.

Elaborado por: Salcedo, B. (2019)

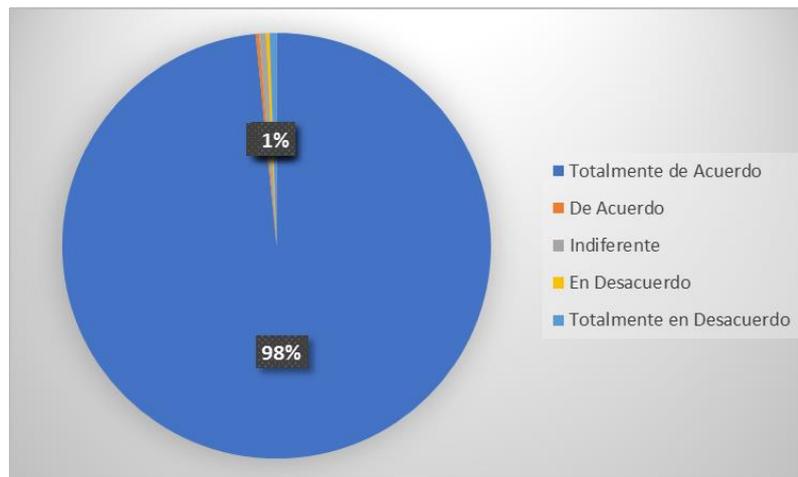


Figura 33: Adquisición o uso de paneles de tumbado

Fuente: Base de datos de encuesta realizada

Elaborado por: Salcedo, B. (2019)

Análisis: La mayoría de las personas que participaron en la encuesta indicaron estar totalmente de acuerdo respecto a que alguna vez adquirieron o usaron paneles para tumbado en sus viviendas. Es decir que las personas encuestadas tienen conocimiento sobre el producto convencional, lo que facilitará dar a conocer el producto propuesto.

4. ¿Cuáles son las características más importantes para usted de un panel de tumbado?

- Precio Peso Resistencia Durabilidad Facilidad de
 Instalación Diseño

Tabla 14

Percepción de las características de paneles de tumbado

| Respuesta | Frecuencia | Porcentaje |
|--------------------------|------------|----------------|
| Precio | 309 | 80,26% |
| Peso | 20 | 5,19% |
| Resistencia | 50 | 12,99% |
| Durabilidad | 1 | 0,26% |
| Facilidad de Instalación | 2 | 0,52% |
| Diseño | 3 | 0,78% |
| Total | 385 | 100,00% |

Fuente: Base de datos de encuesta realizada.

Elaborado por: Salcedo, B. (2019)

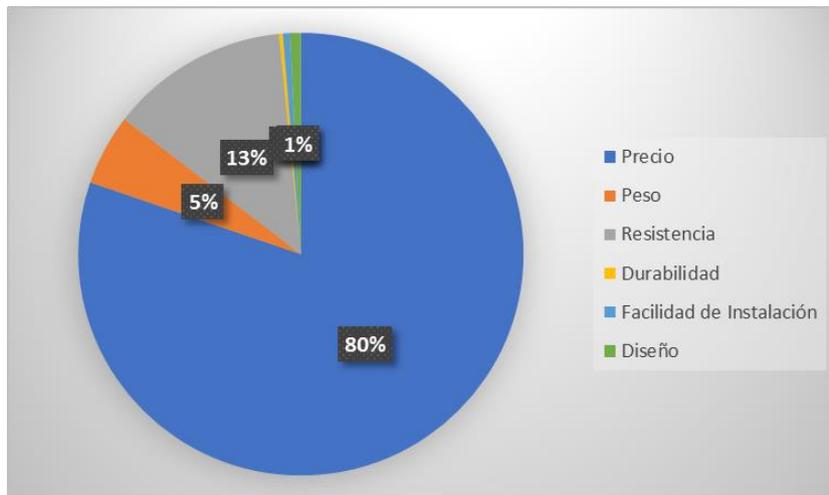


Figura 34: Percepción de las características de paneles de tumbado

Fuente: Base de datos de encuesta realizada

Elaborado por: Salcedo, B. (2019)

Análisis: La mayoría de las personas que participaron en la encuesta indicaron que el precio es la principal característica que se considera al momento de seleccionar o elegir un panel de tumbado. La segunda característica de interés es la resistencia del producto. Finalmente, el peso es la tercera característica por considerar.

5. ¿Cuáles son las medidas de panel de tumbado que usualmente adquiere o conoce?

A: 1,20 m – L: 0,60 cm

A: 1,22 m – L: 2,44 cm

Tabla 15

Medidas más conocidas de paneles de tumbado

| Respuesta | Frecuencia | Porcentaje |
|------------------------|------------|----------------|
| A: 1,20 m – L: 0,60 cm | 1 | 0,26% |
| A: 1,22 m – L: 2,44 cm | 384 | 99,74% |
| Total | 385 | 100,00% |

Fuente: Base de datos de encuesta realizada.

Elaborado por: Salcedo, B. (2019)

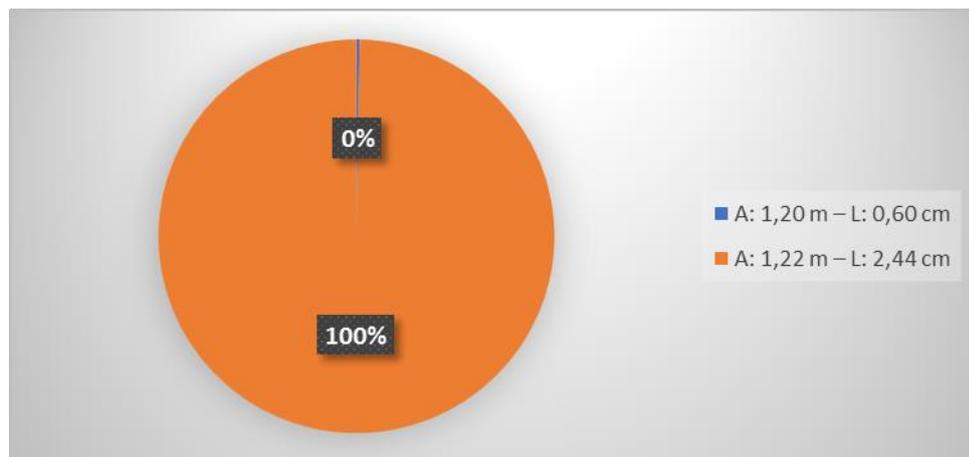


Figura 35: Medidas más conocidas de paneles de tumbado

Fuente: Base de datos de encuesta realizada

Elaborado por: Salcedo, B. (2019)

Análisis: La mayoría de las personas que participaron en la encuesta indicaron que la medida de mayor conocimiento o que es usualmente adquirida es la que tiene las dimensiones de: Ancho con 1.22 m y Largo con 2.44 cm. Lo que confirma que la propuesta formulada cumple y satisface la necesidad del mercado guayaquileño y, por ende, de los habitantes de viviendas de interés social del suroeste de la ciudad.

6. ¿Considera que el uso del poliestireno reciclado como material de fabricación, mostrará beneficios al diseñar paneles rectangulares para tumbado?

Totalmente de Acuerdo De Acuerdo Indiferente
 Desacuerdo Totalmente en Desacuerdo

Tabla 16

Percepción sobre el uso de poliestireno reciclado para hacer paneles de tumbado

| Respuesta | Frecuencia | Porcentaje |
|--------------------------|------------|----------------|
| Totalmente de Acuerdo | 379 | 98,44% |
| De Acuerdo | 1 | 0,26% |
| Indiferente | 2 | 0,52% |
| En Desacuerdo | 1 | 0,26% |
| Totalmente en Desacuerdo | 2 | 0,52% |
| Total | 385 | 100,00% |

Fuente: Base de datos de encuesta realizada.

Elaborado por: Salcedo, B. (2019)

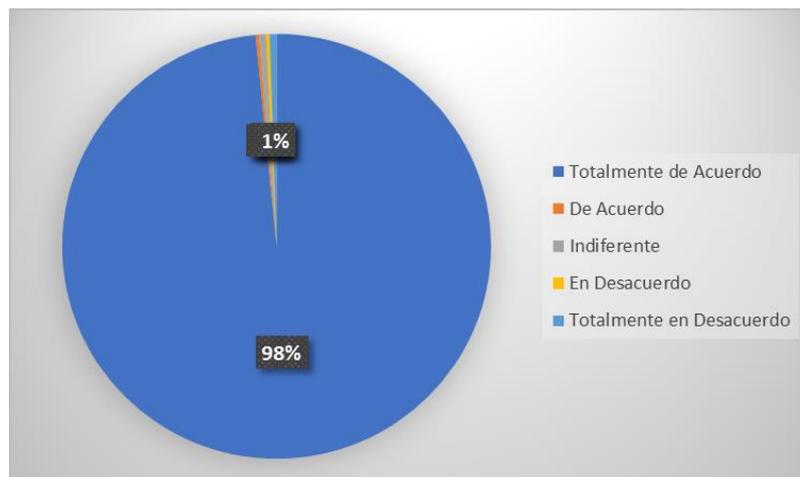


Figura 36: Percepción sobre el uso de poliestireno reciclado para hacer paneles de tumbado

Fuente: Base de datos de encuesta realizada

Elaborado por: Salcedo, B. (2019)

Análisis: La mayoría de las personas que participaron en la encuesta indicaron estar totalmente de acuerdo respecto al uso de poliestireno reciclado para hacer paneles de tumbado. Es decir que las personas encuestadas consideran apropiado la reutilización de residuos como el material antes mencionado como la base de un producto de gran uso.

3.7. ANÁLISIS DE RESULTADO

De las declaraciones recabadas en la entrevista realizada a los 3 expertos participantes se obtuvieron datos de gran valía y guía que ayudará a la elaboración de la propuesta formulada en este estudio y que muestran también la validez de la hipótesis formulada. Así se tiene:

1. Dentro de los materiales más usados, se ha considerado comercialmente, una gran variedad de paneles de diversos materiales entre los que más destacan los de yeso, que es el más conocido y el más utilizado en cualquier tipo de obra, pero también están los de madera y otros componentes como la caña de azúcar o fibra de coco. La idea es mejorar dichos materiales de la construcción con la innovación y uso de otros en base a elementos químicos que suponen ser desconocidos en cuanto a su aplicabilidad en la arquitectura, pero al mismo tiempo tenga una incidencia positiva en el medio ambiente.
2. Se observó que el uso del poliestireno reciclado para la elaboración de paneles de tumbado, así como otros materiales reciclables es un aporte para los proyectos inmobiliarios dentro de la industria de la construcción, lo que fomentó y dio inicio a la arquitectura sustentable. Se dio respaldo a la propuesta con la afirmación de la existencia de estudios que demuestran que es posible hacerlo, así como de pruebas que avalan de alguna forma sobre el uso del poliestireno y que supera incluso los límites establecidos en normas técnicas.
3. La tendencia de sustentabilidad dentro de la industria de la construcción es muy aceptada y aplicada prácticamente en proyectos inmobiliarios, incluso se ha convertido en una exigencia a nivel mundial. Teniendo como finalidad reducir y/o eliminar los efectos negativos al medio ambiente. De ahí su importancia para poder brindar nuevos materiales reutilizando residuos como el poliestireno reciclado.
4. La calidad es medida y eso permitirá establecer si la propuesta de paneles en base a poliestireno reciclado versus paneles comerciales o convencionales, para lo cual es importante determinar de forma óptima la dosificación o formulación es apropiada para convertirlo en un material innovador y que brindará una gran alternativa para ser utilizada en la industria de la construcción.
5. Los paneles de tumbado tienen un mercado muy establecido y es de muy ampliado uso, en este sentido para una apropiada comercialización se deberá de

tener y establecer un precio atractivo para poder ser adquirido. Se debe de recordar que el precio atrae a los clientes y compradores en Ecuador, se deberá demostrar que el costo de producción es bajo y permite que sea el proyecto factible. De ahí que se ha considerado para el presente estudio no sólo determinar su costo, sino establecer su precio potencial de venta y realizar un cuadro comparativo de precios de paneles para tumbado, según tipo de material. Finalmente, se presentará un análisis de costo/beneficio que permita determinar la factibilidad de la propuesta formulada.

3.8. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

La hipótesis formulada es verificada a través de la pregunta #2 que indaga sobre: ¿Es posible utilizar el poliestireno reciclado para elaborar paneles de tumbado?

Los entrevistados consideran que el uso del poliestireno reciclado para la elaboración de paneles de tumbado es posible, así como otros materiales reciclables. Esto hace que el poliestireno reciclado sea un aporte para los proyectos inmobiliarios dentro de la industria de la construcción, lo que fomentó e inició la arquitectura sustentable. Se dio con ello, respaldo a la propuesta y brinda guías para su elaboración con la afirmación de la existencia de estudios que demuestran que es posible hacerlo. Por tanto, existe evidencia objetiva para aceptar la hipótesis establecida, siendo aprobada.

CAPÍTULO IV

Propuesta

La propuesta consiste en la introducción del desarrollo de fabricación de paneles para tumbado en base a poliestireno reciclado para su aplicación en vivienda de interés social en el sector del suroeste de la ciudad de Guayaquil, lo que facilitará una alternativa en cuanto al uso de un nuevo material, así como también la reutilización de este como otro tipo de producto enfocado a mejorar el confort dentro de las unidades de viviendas consideradas.

4.1. Título de la propuesta

Fabricación de un panel para tumbado a partir de poliestireno reciclado para vivienda de interés social en el sector del suroeste de la ciudad de Guayaquil.

4.2. Contenido de la propuesta

- Caracterización del material.
- Flujograma del proceso para la fabricación de paneles para tumbado en base de poliestireno a escala piloto.
- Capacidad máxima de fabricación de paneles para tumbado a partir de poliestireno reciclado para residencia de utilidad social.
- Manual de procedimiento donde se detallará el proceso de fabricación de paneles para tumbado a partir de poliestireno reciclado para residencia de utilidad social en el sector del suroeste de la ciudad de Guayaquil.

4.3. Materiales para la construcción de paneles

Uno de los objetivos de la presente propuesta es la de fabricar los paneles para tumbado haciendo uso del poliestireno reciclado, es decir que hará uso de un gran volumen de plástico que es muy utilizado en la elaboración de envases y otros. El poliestireno reciclado genera una alta contaminación a nivel mundial y en Ecuador, pero también se busca darle otra función como es la mejora de las

condiciones de convivencia, habitabilidad y confort en residencia de utilidad social en el sector del suroeste de la ciudad de Guayaquil. Es por ello, que el poliestireno reciclado deberá de cumplir ciertas condiciones para que pueda ser considerado dentro del proceso para que se aprovechado de forma apropiada. En el caso de que los materiales no sean los óptimos o no cumplan con el perfil de material requerido, el proyecto definirá su disposición final.

Otro elemento de gran importancia es el uso del diluyente que permitió que el proceso de disolución y precipitación se efectúe de manera apropiada para lograr alcanzar la dosificación adecuada, la misma que ha permitido y ha sido sometido a la realización de pruebas particulares al producto propuesto. No se requiere que disponga de una característica en específico o el cumplimiento de requerimientos de calidad, pero sí que su manejo sea cuidado debido a las lesiones o problemas de salud que puede ocasionar por su mala manipulación.

El cemento blanco es uno de los componentes importantes por que brinda textura a la mezcla una vez que se llega al punto líquido del proceso de disolución y precipitación al cual ha sido sometido el residuo junto con el diluyente. Esto es de gran importancia porque permite lograr la cohesión y el secado de la dosificación para la obtención del producto propuesto.

Varios son los factores que intervienen en la elección de material poliestireno reciclado como son: características físicas (tamaño, calidad del plástico), su logística tanto para el abastecimiento como para su almacenamiento, localización relativa del proyecto e impacto ambiental. Todo ello será considerado dentro del análisis técnico-económico de la propuesta formulada.

4.4. Características de los materiales

En este aspecto, el poliestireno reciclado ha sido considerado como la base para la fabricación de paneles para tumbado a ser aplicado en residencias de utilidad social en el sector del suroeste de la ciudad de Guayaquil, debido a que tiene como una ventaja competitiva sobre los demás materiales en cuanto a su ligereza.

El panel fabricado sigue la dosificación establecida (D1) considerando un espesor de 12,7 mm y un peso aproximado entre 3,18 – 3,79 kg. Su peso ligero y maleable facilita la producción en escala de los paneles para tumbado y su protección

en cualquier depósito, así como también su transporte hacia la vivienda de interés social a la cual está enfocada la presente propuesta. Así, se logra el ahorro de energía porque brinda confort, comodidad y habitabilidad, que puede traducirse en un beneficio medioambiental, el cual se busca como parte de la solución y participar de la nueva tendencia de una arquitectura ecológica donde se da uso a plásticos provenientes de reciclaje.

Los paneles para tumbados fabricados con materiales de diversos compuestos que faciliten la reutilización de plástico son muy atractivos en la construcción y tienen un sinnúmero de usos, así como también pueden elaborarse otros tipos de materiales con otras funcionalidades que van desde planchas de recubrimientos en muros con acabados hasta enlucido delgado con pintura o la aplicación de recubrimiento con papel, entre otros. Debido principalmente porque cuenta con beneficios, mezclados con otros materiales, muy claros sobre resistencia a la compresión y de reacción al fuego superiores a materiales convencionales.

Los materiales que se usaron para la fabricación de los paneles para tumbado a base de poliestireno reciclado fueron los siguientes:

- Cartón corrugado de 0,60 cm. x 0,60 cm.
- Lápiz.
- Hoja de sierra.
- Placa de porcelanato.
- Perfiles de aluminio.
- Espumafon (1 kg.)
- Diluyente (1,005 g.
- Cemento blanco (1 lb.).
- Molde de aluminio.
- Espátula.

4.5. Diseño del proceso para la fabricación de paneles

4.5.1. Capacidad de la planta

A partir de la información disponible y pública en el portal web del GAD Municipal de Guayaquil, se determinó que la urbe incluyendo sus parroquias rurales

genera 4.200 toneladas diarias de basura, lo que es aproximadamente el doble de lo generado por Quito y hasta nueve veces más que la ciudad de Cuenca. Lo que va estrechamente relacionada al alto movimiento económico como puerto principal y el incremento de su población, pero también es una de las ciudades que más recicla a nivel del territorio ecuatoriano. Siendo el 15% del total de sus desechos, materiales reciclables. De modo que, el diseño del proceso de reciclaje por el método de disolución – precipitación será para 630.000 kg de residuos reciclable por día. El cálculo respectivo a la capacidad de la planta se presentará a continuación:

$$4200 \text{ ton} * \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} = 4'200.000 \text{ kg.}$$

$$4'200.000 \text{ kg.} * 0,15 = 630.000 \text{ kg.}$$

4.5.2. Flujograma

Estimada la capacidad que tendría una planta de producción de paneles para tumbado utilizando poliestireno reciclado, es necesario establecer de forma gráfica las diversas actividades que se requieren ejecutar para logra la óptima fabricación del elemento propuesto en base al material considerado para la reutilización. Así, para establecer un orden adecuado para la realización de los trabajos, se ha considerado necesario elaborar un diagrama de procesos o flujograma.

Se representa el diagrama de bloques (BFD) del proceso de reciclaje del poliestireno reciclado en el **Figura 37**, donde se describen las actividades consideradas del mismo. En base a la información considerada del diagrama de bloques y sobre la base del BFD del proceso, se procedió a elaborar el diagrama de flujo (PFD) en el **Figura 38**.

Ambos gráficos son de importancia porque facilitan entender el proceso a seguir para el retratamiento del material propuesto y su uso. Por tanto, como parte de la propuesta se presentarán los siguientes flujogramas considerando dos tipos de interés para entender el proceso de fabricación de los paneles para tumbado.

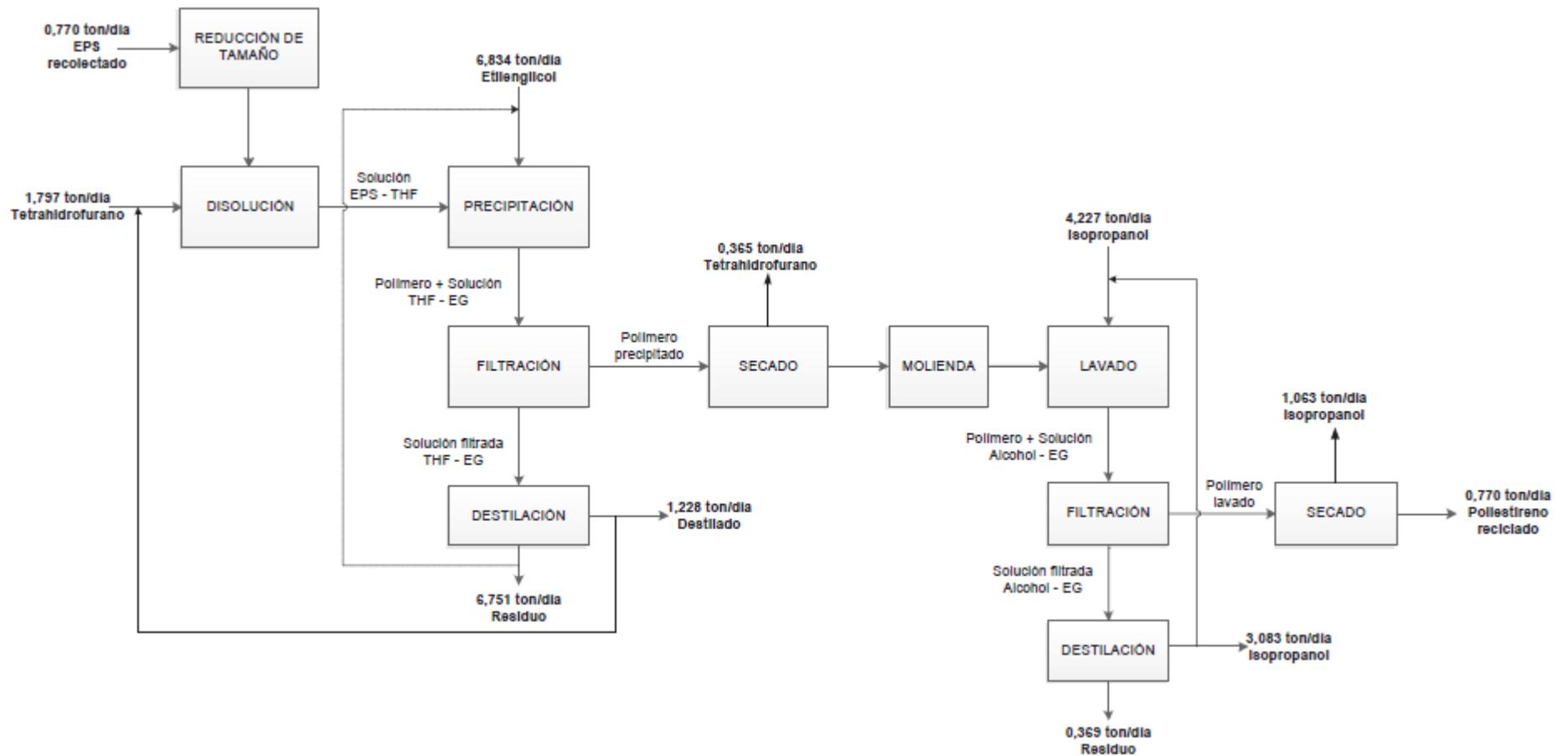


Figura 37: Flujograma en bloque del proceso industrial propuesto para fabricación industrial.

Elaborado por: Salcedo, B. (2019).

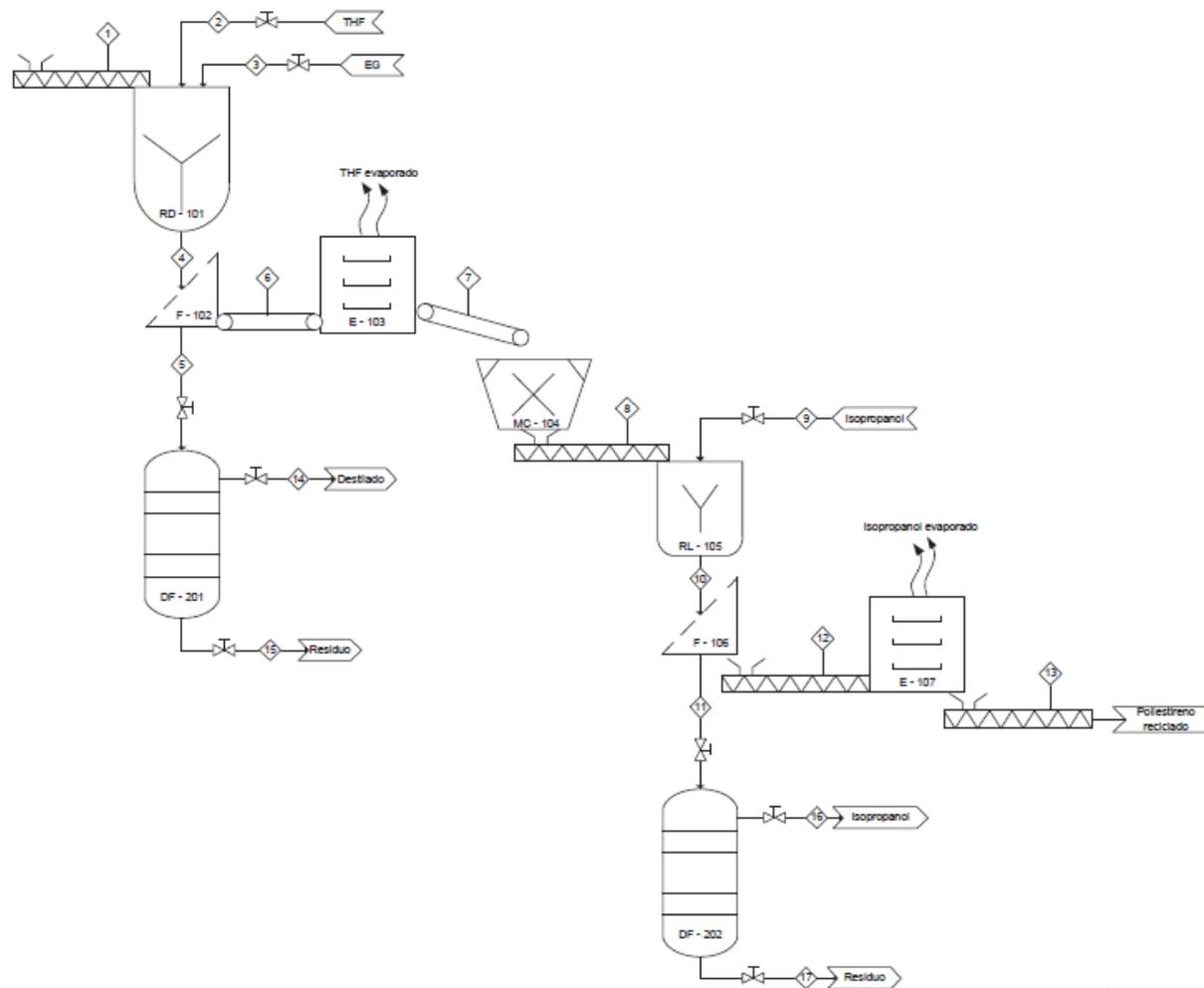


Figura 38: Flujograma del proceso industrial propuesto para fabricación industrial.

Elaborado por: Salcedo, B. (2019).

Con los procesos anteriormente descritos, se han identificado y establecido cada una de las actividades y tareas que se deben de ejecutar para una fabricación industrial de los paneles para tumbado en base del poliestireno reciclado. Siendo de gran relevancia de su definición y presentación.

Debido a que a los diagramas de flujo o flujograma del proceso propuesto están enfocados a la estandarización de la fabricación de los paneles para tumbado en base del poliestireno reciclado, es importante destacar que para el presente estudio se fabricó de forma artesanal dicho material debido a las limitaciones al acceso de equipo e insumos industriales, así como la delimitación y alcance del proyecto en mención de este.

Por otro lado, los gráficos elaborados facilitarán la comprensión de lo que se requiere para ejecutar de forma óptima la producción de la propuesta y que toda persona u organización que se encuentre interesada pueda implementar dicha operación sin problemas.

Se busca, sobre todo, alcanzar y lograr la mayor eficiencia operativa con la máxima optimización de los recursos para obtener tanto rentabilidad como sostenibilidad en el tiempo tanto de la propuesta global como también del material que se formuló como solución de la problemática identificada.

Es importante destacar que los flujogramas elaborados y propuestos son perfectibles. Es decir que cada cierto tiempo pueden ser revisados y actualizados, lo que incluye su modificación parcial o total, lo que facilitará la verificación para constatar que se mantienen los niveles de eficiencia y eficacia operativa dentro de los márgenes esperados y mejorar de forma positiva su productividad. Siendo de gran relevancia de su elaboración y presentación.

A continuación, se procederá a presentar el manual de procedimiento elaborado y propuesto enfocado a la fabricación artesanal de paneles para tumbado en base de poliestireno reciclado para viviendas de interés social en la ciudad de Guayaquil, específicamente del sector del suroeste.

4.5.3. Elaboración de manual de procedimiento para elaboración artesanal de paneles.

**MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA LA
ELABORACIÓN ARTESANAL DE PANELES
PARA TUMBADO A PARTIR DE
POLIESTIRENO RECICLADO**

| ELABORADO POR: | REVISADO POR: | APROBADO POR |
|---------------------------|------------------------|------------------------|
| | | |
| Salcedo, B. (2019) | Gerente General | Gerente General |

PROCESO DE ELABORACIÓN DE MOLDE ARTESANAL

1. CAMPO DE APLICACION

Este procedimiento es aplicable para el desarrollo de un prototipo que servirá para el moldeo de los paneles propuesto.

2. DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO

- 1) Se separa una plancha de cartón corrugado de dimensiones 0,60 cm. x 0,60 cm.



- 2) Se dimensiona y marca el cartón en base a las medidas de la placa de porcelanato.



- 3) Se colocan los perfiles de aluminio y se procede a sujetar con piola las esquinas para dar firmeza y estabilidad.



- 4) Se verifica que la base del molde es cristalina y lisa antes verter el preparado del material propuesto, debido a que corre el riesgo que se adhiera.

3. REGISTROS

N/A.

PROCESO DE FABRICACIÓN ARTESANAL DE PANELES PARA TUMBADO A PARTIR DE POLIESTIRENO RECICLADO

1. CAMPO DE APLICACION

Este procedimiento es aplicable para las actividades de fabricación que va desde la recolección del poliestireno reciclado hasta el panel propuesto. El procedimiento presentará un método artesanal para la fabricación de un prototipo.

2. DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO

1.- Se verifica la disponibilidad de la materia prima (poliestireno reciclado) acorde a lo requerido para producir los paneles.

2.- Se realiza la limpieza del material (1 kg.) y su preparación mediante la revisión visual.



3.- Se fragmenta hasta reducir su tamaño de tal manera que sea maleable.

4.- Se deposita el diluyente en un envase que permita su uso y lograr la disolución del material



5.- Se produce la disolución y precipitación en el mismo recipiente. El proceso es hermético, para efecto del presente procedimiento se hizo una breve apertura para observar la ejecución de la actividad antes descrita.



6.- Se observa la conformación de una solución viscosa que forma el polímero base. No se debe de trasladar a otro recipiente debido a la dificultad de la solución que es muy “pegajosa”.



7.- Se agrega 1 libra de cemento blanco para ser mezclado hasta formar una masa uniforme.



8.- Se realiza la filtración y recuperación del material a través de equipos especializados de tal manera que se logra tener una consistencia blanda. Estos equipos especializados son: recipientes especiales, filtros, estufas u hornos, molino de cuchillas, recipientes para lavado y columna de destilación.

9.- Se coloca dicha solución viscosa en el molde elaborado para dar la forma a la placa.

10.- Luego de 4 días, se procede a separar la placa del molde.



3. REGISTROS

N/A

PROCESO DE USO ARTESANAL DE DILUYENTE

1. CAMPO DE APLICACION

Este procedimiento es aplicable para el uso, disposición, manejo y almacenamiento de diluyente dentro del proceso de fabricación artesanal de paneles para tumbado a base de poliestireno reciclado.

2. DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO

1.- Se realiza el trámite correspondiente respecto al manejo, uso, almacenamiento y disposición final de sustancias químicas controladas a los entes públicos correspondientes: Ministerio de Ambiente, Consejo Nacional de Control de Sustancias Estupefacientes y Sicotrópicas y la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria.

2.- Se acondiciona un espacio especializado con temperatura controlada para su almacenamiento donde se cuente entre otras cosas con la señalización apropiada que permita su identificación como sustancia inflamable.

3.- Se dispone de elementos como ducha de emergencia y extintores cercanos al área de almacenamiento de diluyente no más de 2 metros de distancias para solventar cualquier tipo de emergencia. Así como arena absorbente o arena de gato ante cualquier tipo de derrame o escape del químico.

4.- Se hace uso de bombas manuales que permitan la carga del diluyente de un envase a otro para su uso.

5.- Se debe de contar con equipo de protección personal que **DEBE DE SER USADO POR EL PERSONAL O PERSONA QUE HARA USO DEL DILUYENTE**. Esto es: guantes para manos, mandil, gafas de protección para ojos, zapatos con punta de acero y escafandra para cabello.

6.- Se realiza el proceso de fabricación artesanal antes descrito. **EN TODO MOMENTO SE DEBERÁ DE CONTAR CON EL EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL Y EN UN EXTINTOR A LA MANO.**

7.- Solo se deberá hacer uso de la cantidad necesaria para fabricar los paneles requeridos.

8.- Si no se hará uso del diluyente y se tiene una gran cantidad del mismo, se deberá a proceder a llamar a un gestor de residuos para el debido tratamiento del mismo y su disposición final.

3. REGISTROS

N/A

4.6. Presupuesto de elaboración de una plancha rectangular del producto propuesto

Es importante establecer la inversión inicial (Costo) que tendrá la implementación para la fabricación de paneles para tumbado haciendo uso del poliestireno reciclado. Lo que se procederá a describir el presupuesto con los diversos componentes que requiere para su manufactura. Así se tiene:

Tabla 17

Inversión para elaborar un panel para tumbado de poliestireno reciclado de 1,22 cm x 2.44 m. x 12.7 mm

| Ítem | Unidad | Valor Unitario | Cantidades | Valor |
|------------------------|--------|----------------|------------|----------------|
| Poliestireno reciclado | kg. | \$ 0,50 * | 2 | \$ 1,00 |
| Cemento Blanco | lb. | \$ 0,50 | 1,5 | \$ 0,75 |
| Molde (20 veces) | u | \$ 0,325 | 1 | \$ 0,325 |
| Diluyente | Galón | \$ 1,25 | 1 | \$ 1,25 |
| TOTAL | | | | \$ 3,33 |

***Fuente:** Orellana (2019)

Elaborado por: Salcedo, B. (2019).

4.7. Evaluación del proyecto aplicando Análisis Costos/Beneficio

Se estima como beneficio económico que el precio de un panel para tumbado de poliestireno reciclado puede ser vendido en el mercado a \$3,50 por plancha. Como costo se considerará la inversión requerida que fue determinada en \$3,33 por plancha. Así se procederá a realizar el cálculo para realizar el análisis Costo/Beneficio.

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{Valor presente de los Beneficios}}{\text{Valor presente de los Costos}}$$

Tabla 18*Análisis Costo/Beneficio.*

| Beneficio | Costo | Fórmula | Reemplazo | Resultado |
|------------------|--------------|----------------|---------------------|------------------|
| \$3,50 | \$3,33 | $\frac{B}{C}$ | $\frac{3,50}{3,33}$ | 1,05 |

Elaborado por: Salcedo, B. (2019).

El indicador de beneficio/costo (B/C) es de 1,05. Esto significa que se espera 1,05 dólares en beneficio por cada \$ 1 que se haya invertido en la propuesta formulada. Así, los beneficios superan los costes. Por ende, el proyecto es viable financieramente y es posible proponerlo como la solución.

Para hacer más objetivo el análisis, se procedió a elaborar un cuadro comparativo que facilite su ventaja económica frente a las otras opciones de materiales disponibles en el mercado ecuatoriano. Así, se tiene:

Tabla 19*Cuadro comparativo de paneles para tumbado de 1,22 cm x 2.44 m. x 12.7 mm, según tipo de material.*

| Material | Costo | Precio de Mercado |
|------------------------|--------------|--------------------------|
| Yeso | \$ 3,90 | \$ 10 |
| Gypsum | \$ 3,94 | \$ 13 |
| Poliestireno reciclado | \$ 3,33 | \$ 3,50 |

Fuente: Patrel, (2017)**Elaborado por:** Salcedo, B. (2019).

Se observa en la Tabla 17 mediante la comparación de los precios de acuerdo con los diversos materiales que se elaboran los paneles para tumbados que se comercializan dentro del mercado de la construcción ecuatoriano que, los paneles de poliestireno reciclado es el de menor precio y, por ende, de menor costo, frente a productos convencionales y de la competencia. Desde luego, el precio depende de la calidad y

cantidad que se requiera dentro de un proyecto inmobiliario, pero acorde al tema investigado, es el costo en que incurre una vivienda de interés social sin considerar los de instalación y mano de obra.

4.8. Impacto/ Producto/ Beneficio Obtenido

La propuesta busca brindar una alternativa tanto en el uso de nuevos materiales que sirvan para mejorar la habitabilidad, comodidad y confort en viviendas de interés social de tal manera que pueda también contribuir al cuidado del entorno ambiental reduciendo su impacto y efectos nocivos.

La sociedad es el primer beneficiario de los paneles para tumbado a base de poliestireno reciclado porque ayudará preservando el equilibrio natural y manteniendo un ambiente limpio y sano, además de disminuir la contaminación, economizar energía, ahorrar recursos, y alargar la vida útil de los materiales. Además, que se dispondrá de otra industria enfocada al desarrollo de materiales alternativos elaborado de residuos reciclables, lo que generará plazas de trabajos adicionales y aporte con la contribución a la economía ecuatoriana y de la ciudad. Así como también, se hace uso de un material multiuso que puede ser utilizado desde la obtención de ladrillos que son utilizados para la fabricación de espacios exteriores e interiores tales como puertas, muebles, repisas, pisos, marcos para ventanas, acabados, etc.

Los habitantes de las viviendas de interés social, especialmente del sector considerado, son beneficiarios de las propiedades físicas, mecánicas y químicas que tiene el poliestireno reciclado al ser usado como base para la fabricación de los paneles para tumbado. Siendo de gran relevancia de su diseño y su evaluación económica.

En cuanto a la parte académica se hace un aporte investigativo el cual permite continuar con trabajos de investigación para la producción de productos y/o materiales (pernos, soportes, entre otros) que sean complementario a los paneles para tumbado a partir de poliestireno reciclado o posconsumo.

En la parte tecnológica se pretende fomentar la introducción de nuevos materiales sintéticos con mejores propiedades que sean de utilidad en la arquitectura y permitan

reemplazar los productos o materiales comerciales que actualmente se fabrican a partir de materias primas naturales y no recicladas. A continuación, se presentará las características de la propuesta:

Tabla 20

Propiedades físicas y químicas del panel para tumbado a base de poliestireno reciclado

| Propiedades | Descripción |
|----------------------|------------------------|
| Material | Poliestireno reciclado |
| Largo (m) | 2,44 |
| Ancho (m) | 1,22 |
| Espesor (mm) | 1,27 |
| Superficie | Plana con leves |
| Desperdicio | Menor |
| Acabado | Regular |
| Resistencia al fuego | Relativamente buena |
| Aislamiento acústico | Bueno |
| Aislamiento térmico | Bueno |
| Estabilidad mecánica | Relativamente buena |

Elaborado por: Salcedo, B. (2019).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Se procedió a elaborar un manual de procedimiento que permita explicar de forma detallada y descriptiva la fabricación artesanal de paneles rectangulares para tumbado a base de poliestireno reciclado. Así como también de los respectivos flujogramas. Es importante destacar que se logró establecer las características de los materiales requeridos para la manufactura como las propiedades del producto propuesto. En este sentido, al hacerse uso del thinner (diluyente) que es un material inflamable y volátil, se ha procedido a establecer un procedimiento que permita establecer las diversas actividades y tareas para el uso, manipulación, almacenamiento y disposición final de dicho químico.
- Se identificaron las características de composición y resistencia del panel rectangular para tumbado propuesto a través de la revisión bibliográfica sobre el uso del poliestireno reciclado donde también se consideró apropiado establecer los diversos tipos de reciclaje y la normativa que podría aplicarse. Es de destacar que la normativa ecuatoriana no contempla ningún tipo de instrumento técnico-legal que describa las diversas pruebas, evaluaciones o mediciones al cual podría sujetarse o contemplarse como parte de la verificación al material propuesto. Pero, se logró identificar que el método de disolución y precipitación era el tipo de reciclaje que se adaptaba a las necesidades y requerimientos de la presente investigación, lo que facilitó la fabricación de la propuesta. A partir de la información recolectada y analizada se determinó el uso del thinner como la solución a ser utilizada como parte del método antes mencionado.
- Finalmente, se procedió a evaluar las propiedades del panel rectangular para tumbado propuesto, así como la estimación del costo de producción de un panel para tumbado a base de poliestireno reciclado cuyo valor es de \$3,33 a un precio de venta considerado en \$3,50. Luego de ello, se hizo una evaluación financiera haciendo uso de un análisis costo/beneficio donde se obtuvo como resultado el valor de 1,05; es decir que se obtendría \$1,05 por cada \$1 invertido en la producción de los paneles propuestos. Por último, se aplicó un cuadro comparativo de precios entre los diversos materiales.

Recomendaciones

- Para realizar una apropiada implementación de la propuesta elaborada y presentada en el presente estudio de investigación es recomendable que se realice un estudio más detallado y complementario sobre su uso industrial como panel debido a que el enfoque y alcance de este documento es demostrar la viabilidad de uso que tiene el poliestireno reciclado en la fabricación de paneles para tumbado para residencias de utilidad social en el sector suroeste de la ciudad de Guayaquil.
- Para la fabricación artesanal y/o industrial de paneles para tumbado en base a poliestireno, así como para acceder a los beneficios e impactos descritos, es necesario establecer las seguridades del caso debido al uso de químicos y/o sustancias químicas peligrosas y bajo control, lo cual también requieren de un trámite administrativo a realizarse en dependencias públicas.
- Establecer procedimientos y controles internos enfocados a seguridad industrial debido a que en el proceso de fabricación artesanal de paneles se hace uso de thinner (diluyente) y a pesar de que se dispone de un documento como parte de la propuesta, las condiciones cambian cuando se procede a un proceso de fabricación más industrializado.
- Se sugiere necesario que se realice una búsqueda de otros químicos que permitan la aplicación del método de disolución y precipitación sin mucho riesgo, así como establecer límites propios de su proceso de fabricación de paneles ante la carencia de requisitos en las diversas leyes y normativas vigentes en el Ecuador.
- Finalmente, se sugiere realizar una revisión mucho más minuciosa respecto a normativa técnica-legal internacionalmente para la apropiada verificación y cumplimiento de los parámetros a los cuáles se sujetan los paneles para tumbado para garantizar la alta calidad tanto en su fabricación como en el uso del poliestireno reciclado.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agudelo, A., Vega, A., Rodríguez, J., Varela, J., & Benavides, A. (2018). *Re-diseño de un proceso que permita el reciclaje del poliestireno expandido EPS*. Obtenido de http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/10926/Redisenoproceso_reciclaje.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Aliaga, K. (2017). *Confort lumínico en las aulas de las escuelas de nivel primario del barrio de Chorrillos de Huancayo Metropolitano en el 2016*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/karlaaliagaatencio/tesis-confort-lumnico-karla-aliaga-atencio>
- Almeida, C. (2014). *Uso de bloques de poliestireno expandido en terraplenes*. Obtenido de www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2972/1/T-UCE-0011-131.pdf
- Álvarez-Gil, L., Guerra-Sandoval, J., & Rojas-Reyes, N. (2017). Diseño factorial 2k aplicado a la caracterización reológica de suspensiones de caolín. *SciELO*, 16(1); 18 - 25.
- Araujo, J. (2017). *Diseño arquitectónico de viviendas progresivas de interés social para el barrio "Menfis Bajo", en la ciudad de Loja*. Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2431/1/T-UIDE-0698.pdf>.
- Arce, X. (1997). *Hormigones livianos*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/3311/1/5833.pdf>
- Ardila, L., & Castañeda, M. (2010). *Implementación de un proceso que utilice el poliestireno post-consumo contenido en residuos sólidos, para obtener aglomerados a partir de emulsiones de poliestireno*. Obtenido de <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2010/133818.pdf>
- Armijo, C. (2012). *Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa productora y comercializadora de tumbados personalizados a base de Gypsum en el Distrito Metropolitano de Quito*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3712/1/UPS-QT03310.pdf>
- Asamblea Nacional. (2008). *Constitución Política del Ecuador*. Quito: Asamblea Nacional. Obtenido de <http://www.pucesi.edu.ec/web/wp-content/uploads/2016/04/Constituci%C3%B3n-de-la-Rep%C3%ABlica-2008.pdf>
- Asamblea Nacional. (2010). *Código orgánico organización territorial autonomía descentralización*. Obtenido de http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_org.pdf

- Baque, A., & Briones, L. (2015). *Rehabilitación de los laboratorios del Instituto de Ciencias Básicas de la Universidad Técnica de Manabí, Fase III, ETAPA I*. Obtenido de <http://repositorio.utm.edu.ec/handle/123456789/154>
- Bazán, C. (2018). *Prohibir el plástico no ataca el problema de raíz*. Obtenido de <https://www.expreso.ec/guayaquil/plasticos-reciclaje-contaminacion-normas-municipiodeguayaquil-LK2387841>
- Beltrán, M., & Marcilla, A. (2015). *Extrusión*. Obtenido de <http://iq.ua.es/TPO/>
- Bohorque, N. (2017). *Viviendas Prefabricadas Empastados*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/16416/1/Viviendas%20Prefabricadas%20Empastados.pdf>
- Bonilla, A. (2010). *Vivienda social, modular y ambiental*. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/4079/tesis328.pdf?sequence=1>
- Borbor, K. (2014). *Diseño de ambientación interior del área de consulta externa del hospital de niños "León Becerra"*. Obtenido de <repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/2102/1/T-ULVR-1906.pdf>
- Bozano, A., & Vera, J. (2014). *Análisis y método constructivo del panel metálico mixto con aislamiento termo-acústico en cubiertas. Caso práctico: Galpón de la compañía Kitton S.A.* Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/91585/D-68994.pdf>
- Cadena, D., & Baque, P. (2018). *Elaboración de una propuesta de mejora de los procesos en el área de producción de la empresa MAFRICO S.A. de la ciudad de Guayaquil*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/27543/1/ELABORACION%20DE%20UNA%20PROPUESTA%20DE%20MEJORA%20DE%20LOS%20PROCESOS%20EN%20EL%20AREA%20DE%20PRODUCCION%20DE%20LA%20EMPRESA%20MAF.pdf>
- Caibinagua, P. (2013). *Propuesta de acabados de pisos y cielo rasos para viviendas económicas. Caso EMUVI*. Obtenido de <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/2609/1/09797.pdf>
- Chila, J. (2017). *Estudio e investigación habitacional de un prototipo de bloque multifamiliar modular, aplicando sistemas constructivos con paneles prefabricados, ubicado en el cantón Durán*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/26937/1/TEXTO-%20TESIS.pdf>

- Contreras, E. (11 de Mayo de 2017). *16 Maneras geniales de tener un cielo raso en casa*.
Obtenido de Homify: https://www.homify.com.co/libros_de_ideas/3238316/16-maneras-geniales-de-tener-un-cielo-raso-en-casa
- Cortés, S. (2015). *Condiciones de confort térmico en áreas de climas templados, las plazas del centro histórico de La Serena (Chile)*. Obtenido de http://oa.upm.es/42922/1/SERGIO_EDUARDO_CORTES_ROJAS_01.pdf
- Cún, M. (2010). *Mejoramiento y tecnificación de extrusora para la elaboración de ladrillos artesanales*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/18982/1/D-90348.pdf>
- Dávalos, Y. (2015). *Obtención de mezclas asfálticas mediante la adición de material reciclado: poliestireno expandido*. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/>
- Diario "El Universo". (2014). *La importancia del techo alto*. Obtenido de <http://www.larevista.ec/actualidad/vivienda-y-decoracion/la-importancia-del-techo-alto>
- Enríquez, C. (2016). *Así están las reglas para importar autos al Ecuador en el 2016*. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador-reglas-importacion-autos-aduana.html>
- Flores, B. (2015). *Hormigón autocompactante*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/4482/1/T-UC-E-0011-177.pdf>
- Gaggino, R. (2009). Ladrillos y placas prefabricadas con plásticos reciclados aptos para la autoconstrucción. . *Revista Invi*, 23(63); ISSN: 0718-8358.
- Garrido, M. (2004). *Arquitectura versátil para la codificación de vídeo multi-estándar: aportaciones metodológicas para el diseño de sistemas reutilizables y sistemas en un chip*. Obtenido de <https://www.citsem.upm.es/index.php/es/tesis-doctorales2/arquitectura-versatil-para-la-codificacion-de-video-multi-estandar-aportaciones-metodologicas-para-el-diseno-de-sistemas-reutilizables-y-sistemas-en-un-chip/detail>
- Gavin, A. (2018). *Aplicación de la caña guadua en cielos falsos con aislamiento termoacústico*. Obtenido de [dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/9788/1/UDLA-EC-TTCD-2018-17.pdf](https://www.dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/9788/1/UDLA-EC-TTCD-2018-17.pdf)
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Guayaquil. (2018). *Ordenanza para regular el plástico de un solo uso*. Obtenido de <https://www.guayaquil.gob.ec/Gacetas/Periodo%202014-2019/Gaceta%2091.pdf>

- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Guayaquil. (2019). *Ordenanza contra ruido*. Obtenido de <https://guayaquil.gob.ec/Ordenanzas/Protecci%C3%B3n%20y%20Gesti%C3%B3n%20Ambiental/20-04-1960.%20Ordenanza%20contra%20ruidos.%20pdf.pdf>
- Gómez, K. (2016). *EStudio y diseño de urbanización de interés social para el cantón Lomas de Sargentillo, para el año 2016*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/23340/1/TRABAJO%20FINAL%20DE%20TITULACION-KERLLY%20MELISSA%20GOMEZ%20VILLARROEL.pdf>
- Gonzales, I. (18 de julio de 2014). Manual completo de materiales de construcción. *civilgeeks.com*. Obtenido de <https://civilgeeks.com/2014/07/18/manual-materiales-de-construccion-ing-maria-gonzalez/>
- Guamán, M. (2014). *Reforzamiento de puentes Warren para aumentar su capacidad de resistencia ante cargas vehiculares. Aplicación al puente "La Independencia"*. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/7314/1/CD-5452.pdf>
- Guerra, S. (2018). *El sector constructor, un termómetro de la economía nacional*. Obtenido de <https://revistagestion.ec/economia-y-finanzas-analisis/el-sector-constructor-un-termometro-de-la-economia-nacional>
- Herrera, M. (2015). *Propiedades mecánicas, térmicas y acústicas de un mortero aligerado con partículas de poliestireno expandido (EPS) de reciclaje para recubrimiento de muros y techos*. Obtenido de https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/.../PCM_M_Tesis_2015_Marco_Herrera.pdf
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2017). *Encuesta Anual de Edificaciones*. Obtenido de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Encuesta_Edificaciones/2017/2017_EDIFICACIONES_BOLETIN.pdf
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2018). *Según la última estadística de información ambiental: Cada ecuatoriano produce 0,58 kilogramos de residuos sólidos al día*. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/segun-la-ultima-estadistica-de-informacion-ambiental-cada-ecuatoriano-produce-058-kilogramos-de-residuos-solidos-al-dia/>
- International Organization for Standardization. (2015). *ISO 9001 2015 ¿Qué diferencia hay entre proceso y procedimiento?* Obtenido de <http://www.nueva-iso-9001-2015.com/2016/01/iso-9001-2015-diferencia-proceso-procedimiento/>

- Jiménez, F. (2018). *Modelo de factibilidad económica de vivienda de interés social en la ciudad de Guayaquil*. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/11222/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-262.pdf>
- Kaled, M. (2016). *Diseño Paramétrico*. Obtenido de https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/proyectograduacion/archivos/4161.pdf
- Leavitt, W., Grupe, B., Johnstone, J., Lieske, J., Shaeffer, P., McGoven, M., . . . Thayer, J. (2014). *Manual de construcción con yeso*. Estados Unidos: USG Corporation; ISBN: 0-9636862-2-4. Obtenido de <https://gypsum.com.ni/wp-content/uploads/2014/05/handbook-espanol.pdf>
- Lema, I. (2016). *Proyecto de implementación de un nuevo sistema de almacenamiento y recolección de desechos sólidos domésticos en los barrios de la ciudad de Guayaquil*. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handl>
- Lomas, M. (2015). *Uso de escombros, desperdicios y residuos de elementos estructurales de concreto armado y no estructurales de mampostería de bloques y ladrillos, combinados con poliestireno expandido para la elaboración de paneles prefabricados de bajo costo*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/11462/1/MIRIAN%20LOMAS%20FINAL%20editado.pdf>
- Martín, A. (2011). *Apuntes de mecánica de fluidos*. San Francisco, EEUU: Isaka Yoji.
- Méndez, H., Córdova, O., & Corado, J. (2015). *Evaluación de alternativas de reciclaje de poliestireno expandido (duroport)*. Obtenido de <https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puidi/INF-2014-44.pdf>
- Méndez, J. (2015). *Poliestireno: prohibido en Nueva York, permitido en España*. Obtenido de https://elpais.com/elpais/2015/01/14/buenavida/1421229918_845981.html
- Merchán, J. (2017). *Análisis técnico-económico para la producción de planchas para tumbado a partir del bagazo de la caña de azúcar*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/23983/1/TESIS%20MERCH%20C3%81N%20MERCH%20C3%81N%20JAIME%20ALBERTO.pdf>
- Mestas, N. (2018). *Tipos de Falso cielo Raso*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/nataly100/tipos-de-falso-cielo-raso>
- Millán, A. (1981). *Aproximación de una taxonomía topológica de formas arquitectónicas y urbanas*. Obtenido de https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/6096/02_millanGomez_capitol_1.pdf?sequence=2&isAllowed=y

- Ministerio del Ambiente. (2012). *Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente*. Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/06/Texto-Unificado-de-Legislacion-Secundaria-del-Ministerio-del-Ambiente.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2018). *Código Orgánico del Ambiente*. Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/Codigo-Organico-del-Ambiente.pdf>
- Mogrovejo, M. (2013). *Registro gráfico y técnico: !Acabados de viviendas patrimoniales del Centro Histórico de Cuenca*. Obtenido de dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/4510/1/Tesis.pdf
- Molar, M., & Aguirre, L. (2014). ¿Cómo es la habitabilidad en viviendas de interés social?. Caso de estudio: fraccionamientos Lomas del Bosque y Privadas La Torre en Santillo, Coahuila. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Sociales y Humanísticas*, 2(4); 1-24.
- Montero, R. (2014). *Urbanización ecosocial para los habitantes del sector "Los Vergeles" en la ciudad de Guayaquil*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/11634/1/CARPETA%20TESIS%20ROGER%20MONTERO%20PDF.pdf>
- Moreno, S. (2008). La habitabilidad urbana como condición de calidad de vida. *Redalyc*, 3(2); 47-54.
- Nieto, J. (2014). *Diseño de una vivienda de dos plantas con soluciones prefabricadas*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Ocles, E. (2017). *Las industrias del sector poliestireno en el marco del Código Orgánico de la Producción*. Obtenido de http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:G2m-e_65-mIJ:repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6032/1/T2524-MT-Ocles-Las%2520industrias.pdf+%&cd=5&hl=es&ct=clnk&gl=ec
- Oña, G., & Sarmiento, W. (2015). *Diseño y construcción de un equipo de manufactura aditiva por láminas de espuma poliestireno*. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/11943>
- Orellana, N. (2018). *Las tiendas vintage como respuesta al fast fashion*. Obtenido de http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/proyectorgraduacion/archivos/4677.pdf
- Orellana, W. (2019). *Familias ganan \$ 20 al mes por reciclar plástico y cartón*. Obtenido de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/reciclaje-plastico-carton>

- Panchana, Y. (2013). *Creación de un centro recreacional para el desarrollo social y turístico en la comuna Río Verde de la provincia de Santa Elena, año 2013*. Obtenido de <http://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/1344/1/CREACI%C3%93N%20DE%20UN%20CENTRO%20RECREACIONAL%20PARA%20%20EL%20DESARROLLO%20SOCIAL%20Y%20TUR%C3%8DSTICO%20%20EN%20LA%20COMUNA%20R%C3%8DO%20VERDE%20DE%20LA%20PROVINCIA%20DE.pdf>
- Parker, L. (2019). *Ahogados en un mar de plástico*. Obtenido de https://www.nationalgeographic.com.es/naturaleza/grandes-reportajes/ahogados-mar-plastico_12712/3
- Representaciones y Promotores LOFUM S.A. (2019). *Quienes*. Obtenido de <http://www.rpl.ec/quienes.html>
- Rojas, K. (2018). *La contaminación por plástico*. Obtenido de <https://www.elfinancierocr.com/tecnologia/la-contaminacion-por-plastico/YTJWOX5OENA6ZAIQ3GOK6UTKJM/story/>
- Ruiz, J. (2019). *Envases y embalajes de poliestireno expandido (poliespán o corcho blanco)*. Obtenido de <https://www.amarilloverdeyazul.com/envases-y-embalajes-de-poliestireno-expandido-poliespan-o-corcho-blanco/>
- Salas, D. (2018). *Análisis comparativo de las propiedades técnicas ergonómicas y antropométricas entre las bancas escolares comerciales y un prototipo de banca multifuncional elaborado con materiales sustentables*. Obtenido de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/2097>
- Salto, P., Aldás, M., & Quiroz, F. (2015). Reciclaje de Poliestireno Expandido por el Método de Disolución. *Politécnica*, 36 (2); 1 - 9. Obtenido de <https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/images/revista/volumen36/tomo2/ReciclajedePoliestirenoExpandido.pdf>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (1989). *Yeso para construcción. Ensayos físicos*. Obtenido de <https://archive.org/details/ec.nte.1688.1989/page/n1>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2018). *Plas de Yeso Laminado*. Obtenido de https://members.wto.org/crnattachments/2018/TBT/ECU/18_5156_00_s.pdf
- Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros. (2019). *Base de datos de empresas de limpieza*. Obtenido de https://reporteria.supercias.gob.ec/portal/cgi-bin/cognos.cgi?b_action=cognosViewer&ui.action=run&ui.object=%2fcontent%2ffolder%5b%40name%3d%27Reportes%27%5d%2ffolder%5b%40name%3d%27Compa

%C3%B1ia%27%5d%2freport%5b%40name%3d%27Directorio%20Resumido%27%5d&u

- Universidad Agraria del Ecuador. (2016). *Guía metodológica para trabajos de titulación*. Obtenido de http://www.uagraria.edu.ec/documentos/trabajos_titulacion/2016/GUIA-METODOLOGICA-INVESTIGACION-EXPERIMENTAL.pdf
- Valarezo, D. (2014). *Diseño de un Sistema de Gestión de Calidad en un Proyecto Inmobiliario de Viviendas de Interés Social en Emviguayas*. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/1868/1/T-UCSG-PRE-ARQ-CIAPC-1.pdf>
- Valdiviejo, S., & Vera, K. (2019). *Elaboración de paneles de revestimiento para paredes a base de fibra de vidrio y estopa de coco para vivienda de interés social en la ciudad de Guayaquil*. Obtenido de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/3040/1/T-ULVR-2687.pdf>
- Verni, F. (2018). *Multas por ruidos pueden llegar hasta \$ 38.600, según voceros del Municipio de Guayaquil*. Obtenido de <https://www.eluniverso.com/guayaquil/2018/05/19/nota/6766140/multas-ruidos-pueden-llegar-hasta-38600-segun-voceros-municipales>
- Vivas, K. (2016). *Diseño de un hormigón liviano elaborado con ceniza de madera como sustituto parcial del agregado fino*. Obtenido de <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24052/1/Tesis%201052%20-%20Vivas%20Villarreal%20Karol%20Natal%20C3%AD.pdf>
- Zorrilla, M. (2016). *Aplicación del diseño interior en aulas de clase niños de 3 a 6 años en la escuela particular gratuita "Sor Francisca de la Llagas" ubicada en el sector de "San Miguel", ciudad de Milagro (zona 5) provincia del Guayas*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/11465/1/TESIS%20DE%20GRADO..pdf>

ANEXO

Anexo 1: Certificado del laboratorio



RESISTENCIA A LA COMPRESION

Estudiante: Bruno Salcedo
Tutor: Arq. Jorge Abarca
Tema: Plancha de Tumbado con Espumafon Reciclado
Localización: Universidad Laica Vicente Rocafuerte
Fecha: 10 de Octubre de 2019
Informe # 38005

| Número | Procedencia | COLOR | FECHA DE RECEPCIÓN DE ESPECIMEN | Edad (Días) | FECHA DE ROTURA | Temperatura | AREA Neta (cm ²) | CARGA (KN) | PESO (Kg) | RESISTENCIA Neta Kg/cm ² | RESISTENCIA MPa (Neta) | Posición de rotura | ESTRUCTURA |
|--------|-------------|--------|---------------------------------|-------------|-----------------|-------------|------------------------------|------------|-----------|-------------------------------------|------------------------|--------------------|------------|
| 1 | - | Bianca | 03-10-19 | 7 | 10-oct-19 | 27,8 | 876,00 | 2,24 | 379,1 | 0,26 | 0,0256 | Horizontal | |
| 2 | - | Bianca | 03-10-19 | 7 | 10-oct-19 | 27,8 | 690,03 | 32,50 | 316,6 | 4,60 | 0,5 | Vertical | |



Ing. Syrla Vázquez
 Gerente General



<<La Azueta, Peñarica y O 9 de Octubre>>
 <<Teléfono: (592) 4 2145007 - 2145429 - 2145206>>
 e-mail: gecon@gecon.ec, controlidad@gecon.ec

Anexo 2: Tabla de especificaciones de panel de yeso

| Descripción | Descripción |
|--------------------|--------------------|
| Material | Yeso |
| Proveedor | Disensa |
| Largo | 2,44 |
| Ancho | 1,22 |
| Espesor | 1,27 |
| Tipo | Estándar |
| Fuego | Resistente |
| Humedad | Resistente |
| Desperdicio | Menor |
| Acabado | Excelente |

Anexo 3: Tabla de especificaciones de panel propuesto

| Descripción | Descripción |
|--------------------|------------------------|
| Material | Poliestireno reciclado |
| Proveedor | Propio |
| Largo | 2,44 |
| Ancho | 1,22 |
| Espesor | 1,27 |
| Tipo | Estándar |
| Fuego | - |
| Humedad | Resistente |
| Desperdicio | Menor |
| Acabado | Regular |

Anexo 4: Fotos de fabricación de prototipo de panel para tumbado

