



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE ARQUITECTURA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE ARQUITECTO**

TEMA:

**“ANÁLISIS, INVESTIGACIÓN Y ELABORACIÓN DE
QUIEBRASOLES HECHOS CON MATERIAL RECICLABLE
PROVENIENTE DE LA MADERA (ASERRÍN)”**

TUTOR:

Arq. CHRISTIAN PAUL ZAMBRANO MURILLO

AUTOR:

CHARLES ULISES GARCÍAS SOLANO

GUAYAQUIL

2025

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

Análisis, Investigación y Elaboración de Quiebrasoles Hechos con Material Reciclable Proveniente de la Madera (Aserrín).

AUTOR:

Charles Ulises Garcías
Solano

TUTOR:

Arq. Christian Zambrano, Mgtr.

INSTITUCIÓN:

Universidad Laica Vicente
Rocafuerte de Guayaquil

GRADO OBTENIDO:

Arquitecto

FACULTAD:

Ingeniería Industria Y
Construcción

CARRERA:

Arquitectura

FECHA DE PUBLICACIÓN:

2025

N. DE PÁGS:

99

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción

PALABRAS CLAVE: Arquitectura tradicional, Madera, Tratamiento de desechos, Radiación solar

RESUMEN:

Esta tesis propone la implementación de quiebrasoles ecológicos elaborados con aserrín reciclado, con el objetivo de reducir la radiación solar en edificaciones y minimizar el uso de climatización artificial. Se han realizado ensayos que demuestran que los materiales son óptimos y pueden ser utilizados en el sector de la construcción para los diferentes estándares sociales.

Esta investigación plantea el reciclaje como una alternativa sustentable en la arquitectura, promoviendo el uso eficiente de los recursos y la reducción del impacto ambiental.

El diseño de edificaciones debe considerar estrategias pasivas que minimicen la incidencia de los rayos solares, protegiendo tanto a los usuarios como a las estructuras. La incorporación de quebrasoles ecológicos no solo contribuye a la eficiencia energética, sino que también fomenta la reutilización de desechos diarios como el aserrín que producen los talleres artesanales e industrias relacionadas con la madera, alineándose con los principios de la arquitectura sostenible.

Esta tesis demuestra que es posible integrar materiales reciclados en elementos constructivos funcionales, promoviendo un enfoque innovador y responsable en la industria de la construcción dando así más alternativas al momento de realizar un proyecto.

N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (Web):		
ADJUNTO PDF:	SI	NO
CONTACTO CON AUTOR: Garcías Solano Charles	Teléfono: 0992441256	E-mail: cgarciass@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	PhD. Marcial Sebastián Calero Amores Decano de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción. Teléfono: (04) 2596500 Ext. 241 E-mail: mcaleroa@ulvr.edu.ec Mgtr. Nicolas Peñaherrera Director de la Carrera de Arquitectura Teléfono: (04) 2596500 Ext. 209 E-mail: fpenaherreram@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE SIMILITUD

ANALISIS, INVESTIGACIÓN Y ELABORACIÓN DE QUIEBRASOLES HECHOS CON MATERIAL RECICLABLE PROVENIENTE DE LA MADERA (ASERRÍN)

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%

INDICE DE SIMILITUD

6%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

2%

★ Submitted to Universidad Laica Vicente
Rocafuerte de Guayaquil

Trabajo del estudiante

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 15 words

Excluir bibliografía

Activo



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Yo, CHARLES ULISES GARCÍAS SOLANO estudiante egresado de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, declaro bajo juramento, que la autoría del presente Trabajo de Titulación, “ANÁLISIS, INVESTIGACIÓN Y ELABORACIÓN DE QUIEBRASOLES HECHOS CON MATERIAL RECICLABLE PROVENIENTE DE LA MADERA (ASERRÍN)”, corresponde totalmente al suscrito y me responsabilizo de los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autor

Firma:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Charles Garcías', with elaborate loops and flourishes.

CHARLES ULISES GARCÍAS SOLANO

C.I. 0921459434

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de docente Tutor del Trabajo de Titulación "ANALISIS, INVESTIGACIÓN Y ELABORACIÓN DE QUIEBRASOLES HECHOS CON MATERIAL RECICLABLE PROVENIENTE DE LA MADERA (ASERRÍN)", designado (a) por el Consejo Directivo de la Facultad de INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE DE Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Trabajo de Titulación, titulado: "ANALISIS, INVESTIGACIÓN Y ELABORACIÓN DE QUIEBRASOLES HECHOS CON MATERIAL RECICLABLE PROVENIENTE DE LA MADERA (ASERRÍN)", presentado por el estudiante CHARLES ULISES GARCÍAS SOLANO como requisito previo, para optar al Título de ARQUITECTO, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:



CHRISTIAN PAUL
ZAMBRANO MURILLO

Mgtr. Christian Paul Zambrano Murillo

C.C. 0925502619

AGRADECIMIENTOS

No esperé estar redactando este agradecimiento, después de tanto tiempo pensé que no lo lograría, un año atrás se me hacía esquivo la idea de obtener un título que muchas veces me reprochaba por qué no lo había podido culminar. Era un logro personal no culminado, pero Jehová Dios, siempre ha sido bueno conmigo, me ha puesto excelentes personas a mi alrededor; por ende, este agradecimiento va en primer lugar a Jehová Dios por todo lo que ha hecho en mí y las cosas que ha permitido para que yo llegue a estas instancias.

A mi esposa, que, si no fuera por su perseverancia, su dedicación, y apoyo constante, no hubiera podido retomar mi camino a la obtención a un título. ¡Gracias por ser mi apoyo!

¡Madre, mi querida madre! Tu fe en mí, tu ayuda y consejo constante han sido fundamental para la culminación de mi carrera, has sido, eres y serás mi apoyo, gracias por todo lo que me has dado, también te mereces este título, te lo debía, si ya te debo la vida, ahora te debo menos jejeje. ¡Gracias por ser mi madre!

A mis amigos, que siempre estuvieron apoyándome y aconsejándome que luche por mis sueños, que culmine una meta que empecé, no quiero nombrarlos porque seguramente me faltaran varios, pero ellos saben que sin su apoyo y amistad tampoco lo hubiera podido lograr, personas que Dios, el tiempo y el destino me las puso y que siempre me motivaron a seguir adelante. ¡Gracias!

A mis hijos, aunque ahora están pequeños, quiero darles el ejemplo que, si se puede, aunque parezca todo perdido, siempre se puede, con constancia, dedicación y apoyo. Espero estar siempre para ustedes y apoyarlos en cualquier proyecto que se pongan en sus vidas. ¡Los amo!

A mi familia, que no es mucha, pero tampoco es poca, gracias por creer en mí, sé que mi felicidad también es de ustedes.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mi Dios, sin él no lo hubiese podido lograr, todo se ha dado en su momento y en su tiempo, y siempre me ha direccionado con personas correctas. A mi madre que siempre estuvo pendiente de mí en toda circunstancia de la vida. A mi amada esposa, que sé esta alegría también va a ser tuya y que va a ser una cosa menos pendiente en nuestras vidas. A mis 3 hijos que lo hago por ellos para que se sientan orgullosos algún día de su padre. A mis amigos y amigas, clientes que se hicieron amigos, que sé que esto les da mucha alegría a ellos también, porque me han demostrado su cariño sincero para mí y mi familia, a muchos los voy a sorprender con la noticia, y sé que derramaremos unas lágrimas de felicidad. Esto es por todos ustedes.

RESUMEN

Esta tesis propone la implementación de quiebrasoles ecológicos elaborados con aserrín reciclado, con el objetivo de reducir la radiación solar en edificaciones y minimizar el uso de climatización artificial. Se han realizado ensayos que demuestran que los materiales son óptimos y pueden ser utilizados en el sector de la construcción para los diferentes estándares sociales.

En Ecuador, la climatización artificial es una solución común para mitigar el calor en las edificaciones, lo que implica un alto consumo energético. Esta investigación plantea el reciclaje como una alternativa sustentable en la arquitectura, promoviendo el uso eficiente de los recursos y la reducción del impacto ambiental.

El diseño de edificaciones debe considerar estrategias pasivas que minimicen la incidencia de los rayos solares, protegiendo tanto a los usuarios como a las estructuras. La incorporación de quiebrasoles ecológicos no solo contribuye a la eficiencia energética, sino que también fomenta la reutilización de desechos diarios como el aserrín que producen los talleres artesanales e industrias relacionadas con la madera, alineándose con los principios de la arquitectura sostenible.

Esta tesis demuestra que es posible integrar materiales reciclados en elementos constructivos funcionales, promoviendo un enfoque innovador y responsable en la industria de la construcción dando así más alternativas al momento de realizar un proyecto.

Palabras claves:

Arquitectura tradicional, Madera, Tratamiento de desechos, Radiación solar.

ABSTRACT

This thesis proposes the implementation of ecological sunshades made with recycled sawdust, with the aim of reducing solar radiation in buildings and minimizing the use of artificial air conditioning. Tests have been carried out that show that the materials are optimal and can be used in the construction sector for different social standards.

In Ecuador, artificial air conditioning is a common solution to mitigate heat in buildings, which implies high energy consumption. This research proposes recycling as a sustainable alternative in architecture, promoting the efficient use of resources and reducing environmental impact.

Building design must consider passive strategies that minimize the incidence of solar rays, protecting both users and structures. The incorporation of ecological sunshades not only contributes to energy efficiency, but also encourages the reuse of daily waste such as sawdust produced by craft workshops and wood-related industries, aligning with the principles of sustainable architecture.

This thesis demonstrates that it is possible to integrate recycled materials into functional construction elements, promoting an innovative and responsible approach in the construction industry, thus giving more alternatives when carrying out a project.

Keywords:

Traditional architecture, Wood, Waste treatment, Solar radiation.

INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I.....	2
PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1 DEFINICIÓN DE TEMA:.....	2
1.2 JUSTIFICACIÓN DEL TEMA	2
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.5 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA	5
1.6 OBJETIVOS	5
1.6.1 <i>Objetivo general</i>	5
1.6.2 <i>Objetivos específicos</i>	5
1.7 DELIMITACIÓN O ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	6
1.8 HIPÓTESIS	7
1.9 PREGUNTAS DE LA INVESTIGACIÓN	7
1.10 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN.....	7
CAPÍTULO II.....	8
MARCO REFERENCIAL	8
2.1 MARCO TEÓRICO	8
2.1.1 <i>Antecedentes</i>	8
2.1.2 <i>Modelos análogos</i>	9
2.2 MARCO CONTEXTUAL	10
2.2.1 <i>Quiebrasoles</i>	10
2.2.1.1 Tipos de quiebrasoles.....	11
2.2.1.2 Funciones de quiebrasoles.	15
2.2.1.3 Materiales utilizados en la elaboración de quiebrasoles.....	15
2.2.2 <i>Madera</i>	18
2.2.2.1 Tipos de madera.....	18
2.2.2.2 Proceso de obtención.	20
2.2.2.3 Maderas nacionales, internacionales y usos.	21

2.2.3 Aserrín	24
2.2.3.1 Tipos de aserrín.....	24
2.2.3.2 Usos.	26
2.2.4 Reciclaje.....	28
2.2.4.1 Tipo de materiales.	28
2.2.4.2 Método de reciclaje.....	28
2.2.4.3 Estadísticas de reciclaje en Guayaquil.	28
2.3 ANTECEDENTES DEL SITIO DE ESTUDIO	29
2.3.1 Clima.....	29
2.3.2 Temperatura.....	29
2.3.3 Humedad.....	30
2.3.4 Vientos	30
2.3.5 Incidencia Solar.....	31
2.3.6 Pluviosidad.....	36
2.4 MARCO LEGAL.....	37
CAPÍTULO III.....	42
MARCO METODOLÓGICO.....	42
3.1 ENFOQUE	42
3.2 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	42
3.2.1 Investigación documental bibliográfica.....	42
3.2.2 Investigación experimental.....	43
3.2.3 Investigación de campo	43
3.3 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	43
3.3.1 Método hipotético deductivo.....	43
3.3.2 Método empírico de experimentación científica	44
3.3.3 Población, muestra, instrumento y recolección de datos	44
3.4 TÉCNICA.....	44
3.4.1 Procesamiento y análisis de la información	44
CAPITULO IV	45
PROPUESTA.....	45
4.1 ENCUESTA.....	45

4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS	48
4.3 PROPUESTAS DE DISEÑO.....	49
4.4 RECURSOS DEL PRODUCTO	51
4.5 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO	59
4.6 PROCEDIMIENTOS.....	59
4.6.1 <i>Obtención de la materia prima</i>	59
4.6.2 <i>Clasificación de la materia prima</i>	60
4.6.3 <i>Mezcla de materiales</i>	61
4.6.4 <i>Secado de la mezcla</i>	62
4.6.5 <i>Tratado del elemento en seco</i>	62
4.7 CONDICIONES DE DISEÑO	62
4.8 EL ACABADO	63
4.9 DISEÑO DE EXPERIMENTOS	64
4.9.1 <i>Absorción de agua del prototipo</i>	64
4.9.2 <i>Coloración del prototipo</i>	66
4.9.3 <i>Diseño y elaboración de propuesta</i>	67
4.9.4 <i>Instalación y anclaje</i>	71
4.9.5 <i>Resistencia al fuego y adaptación climática</i>	72
4.9.6 <i>Limitaciones del prototipo</i>	73
4.9.7 <i>Peso del prototipo</i>	74
4.9.8 <i>Modulación del prototipo</i>	74
4.9.9 <i>Ensayos de laboratorio</i>	75
CONCLUSIONES	78
RECOMENDACIONES.....	79
BIBLIOGRAFÍA	80

ÍNDICE DE GRÁFICO

Gráfico 1 Quiebrasoles en el Pabellón del Sector Gastronómico en Navarra.....	9
Gráfico 2 Campus de enfermería de la Universidad Nacional.....	10
Gráfico 3 Quiebrasoles en la fachada sur del Hospital General de Monte Sinaí.....	11
Gráfico 4 Quiebrasol voladizo o suspendido	12
Gráfico 5 Quiebrasol fijo o ajustable.....	12
Gráfico 6 Quiebrasol de persianas verticales.....	13
Gráfico 7 Quiebrasol de planchas moduladas.....	13
Gráfico 8 Quiebrasol de planchas perforadas patrón circular	14
Gráfico 9 Quiebrasol con panel solar integrado	14
Gráfico 10 Quiebra sol con perfiles de drenaje	15
Gráfico 11 Quiebrasoles en fachadas del edificio Cámara de Comercio en Bogotá	16
Gráfico 12 Quiebrasoles de pantallas perforadas en Sweet and Coffee del Malecón 2000	17
Gráfico 13 Quiebrasoles de concreto en el Condominio Orellana Centro de Guayaquil	17
Gráfico 14 Tipos de maderas blandas.....	18
Gráfico 15 Tipos de maderas duras	19
Gráfico 16 Tipos de maderas artificiales	20
Gráfico 17 Proceso de obtención de la madera	21
Gráfico 18 Zonas boscosas en el Ecuador.....	21
Gráfico 19 Aserrín Polvo	25
Gráfico 20 Aserrín Astilla.....	25
Gráfico 21 Aserrín Viruta.....	26
Gráfico 22 Madera Aglomerada a base de aserrín	27
Gráfico 23 Madera de fibra de media densidad a base de aserrín.....	27
Gráfico 24 Velocidad promedio del viento en la ciudad de Guayaquil	31
Gráfico 25 Posición de sol en el mes de marzo	32

Gráfico 26 Posición del sol en el mes de junio.....	33
Gráfico 27 Posición del sol en el mes de septiembre.....	34
Gráfico 28 Posición del sol en el mes de diciembre.....	34
Gráfico 29 Precipitación promedio en la ciudad de Guayaquil.....	36
Gráfico 30 Número de días con precipitación en la ciudad de Guayaquil.....	37
Gráfico 31 Diagrama de Flujo del Proceso.....	59
Gráfico 32 Planta Procesadora de Madera y Derivados.....	60
Gráfico 33 Aserrín Reciclado.....	60
Gráfico 34 Aserrín Clasificado.....	61
Gráfico 35 Mezcla de la Materia Prima con Materiales Aglomerantes.....	61
Gráfico 36 Secado de la Mezcla.....	62
Gráfico 37 Peso de los componentes.....	63
Gráfico 38 Tipos de acabado del prototipo.....	64
Gráfico 39 Absorción de agua sobre la superficie.....	65
Gráfico 40 Absorción de agua prototipo sumergido.....	65
Gráfico 41 Coloración del prototipo.....	66
Gráfico 42 Vista Frontal de la Propuesta 1.....	67
Gráfico 43 Incidencia Solar de la Propuesta 1.....	67
Gráfico 44 Vista Frontal de la Propuesta 2.....	68
Gráfico 45 Incidencia Solar de la Propuesta 2.....	68
Gráfico 46 Diseño de quiebrasol en módulo de 1m2.....	68
Gráfico 47 Vista de quiebrasol en módulo de 1m2.....	69
Gráfico 48 Corte de quiebrasol en módulo de 1mt.2 mostrando el impedimento de la luz solar.....	69
Gráfico 49 Planta de quiebrasol en módulo de 1mt.2 mostrando el impedimento de la luz solar deforma inclinada.....	70
Gráfico 50 Diseño modular, pueden unirse y crear una pantalla para recubrimientos de fachadas.....	70

Gráfico 51 Método de fijación para quiebrasol modular	71
Gráfico 52 Instalación del prototipo en vivienda de clase popular.....	71
Gráfico 53 Instalación del prototipo en vivienda de clase alta.....	71
Gráfico 54 Simulación incidencia de sol en ambientes internos.....	72
Gráfico 55 Prueba de resistencia al fuego	73
Gráfico 56 Modulación del prototipo posterior al fraguado	74
Gráfico 57 Prueba de resistencia	75

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Propiedades de maderas nativas del Ecuador	22
Tabla 2 Propiedades de maderas nativas de otros países.....	23
Tabla 3 Temperatura promedio en la ciudad de Guayaquil.....	30
Tabla 4 Variación de humedad en la ciudad de Guayaquil.	30
Tabla 5 Respuestas a la Pregunta 1	45
Tabla 6 Respuestas a la Pregunta 2	45
Tabla 7 Respuestas a la Pregunta 3	46
Tabla 8 Respuestas a la Pregunta 4	46
Tabla 9 Respuestas a la Pregunta 5	47
Tabla 10 Respuestas a la Pregunta 6	47
Tabla 11 Respuestas a la Pregunta 7	48
Tabla 12 Detalles del Ensayo 1.....	51
Tabla 13 Detalles del Ensayo 2.....	52
Tabla 14 Detalles de Ensayo 3	53
Tabla 15 Detalles del Ensayo 4.....	54
Tabla 16 Detalles del Ensayo 5.....	55
Tabla 17 Detalles del Ensayo 6.....	56
Tabla 18 Detalles del Ensayo 7.....	57
Tabla 19 Detalles del Ensayo 8.....	58
Tabla 20 Especificaciones de Muestras	75
Tabla 21 Propiedades del material.....	76
Tabla 22 Propiedades mecánicas comparativas	76
Tabla 23 Análisis de Precio Unitario por m2	77

INTRODUCCIÓN

Se conoce que la incidencia solar en la ciudad de Guayaquil la mayor parte del tiempo es elevada causando altas temperaturas al interior de las edificaciones, lo que conlleva un mayor consumo energético por climatización artificial.

Un diseño eficiente de las fachadas en las edificaciones optimiza el uso de la luz natural difusa y actúa como barrera frente a la radiación solar directa. Los elementos de control solar, como los quiebrasoles, disminuyen el calentamiento excesivo en los espacios interiores y, al mismo tiempo, permiten el ingreso de luz natural indirecta, redirigiendo los rayos. (Beitia et al., 2020)

Este proyecto propone la fabricación de quiebrasoles ecológicos a base de aserrín reciclado, un material abundante y generalmente desechado por las industrias y talleres dedicados a la madera.

Esta investigación busca demostrar que es posible reutilizar residuos de madera para crear elementos arquitectónicos funcionales, capaces de reducir la radiación solar en edificaciones y mejorar el confort térmico sin depender exclusivamente de sistemas artificiales. A través de ensayos y pruebas, se han determinado combinaciones adecuadas de materiales para garantizar resistencia, durabilidad y bajo costo.

Este estudio no solo responde a una necesidad ambiental, sino que también impulsa el diseño responsable y la innovación en la industria de la construcción.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Definición de tema:

Análisis, investigación y elaboración de quiebrasoles hechos con material reciclable proveniente de la madera (aserrín).

1.2 Justificación del tema

Reutilizar es cuestión de percepción en la actualidad, por eso debería ser restaurado su concepto, impartido y obligatorio en práctica para disminuir los botaderos a la intemperie y la emanación de gases contaminantes como el CO₂ que se genera con la quema de los desechos vegetales.

Desde un punto de vista pro ambiental, es necesario que se minimice no solo los centros de acumulación de desechos si no también los basureros al aire libre, calles y cualquier espacio urbano o rural que al final resultan contaminando, unos son quemados y otros enterrados. Lo que se pretende es apoyar de alguna forma al medio ambiente, en este caso mediante el aprovechamiento del aserrín, para que posteriormente se convierta en un generador de empleo en el país que permita comprometer a las personas con el estilo de vida del reciclaje y, de esta manera, contribuir a reducir la contaminación.

Al encontrar la combinación exacta de elementos para elaborar un revestimiento incorporando aserrín, el hecho de reutilizar desperdicios de ebanistería y otros talleres de uso tradicional, resalta al producto y lo coloca en la fila de innovación, con costos muy accesibles y determinado su uso en la construcción de viviendas u otros inmuebles.

Por encontrarse el aserrín entre los recursos permutables se considera su defendibilidad, ya que es un recurso que se produce de manera inevitable en los centros de procesamiento de madera y que no contempla beneficio alguno para estos mismos

centros ni para ningún otro mercado, sino más bien se presenta como un medio contaminante, puesto que la manera de tratar este residuo es mediante la quema del material, que al evitarse, este tipo de negocios o centros de procesamiento se abstendrían de emitir gases contaminantes.

Con esta propuesta de investigación se benefician no solo al medio ambiente, sino también a los ciudadanos, profesionales y negociantes que contarán con un campo a incursionar uno direccionado a ventas, otros en cuanto a compras y muchos por cuestión de economía y todos enfocados a vivienda o inmueble.

1.3 Planteamiento del problema

En Guayaquil según el MNR (monitor nacional de radiación ultravioleta) los índices de radiación solar durante los 7 días a la semana oscilan en 6 y 7 hondos UV lo cual es una cifra bastante elevada, por lo que se busca siempre la manera de evitar o más bien mitigar el efecto de este fenómeno tanto en la piel como en el ambiente y los elementos físicos expuestos de una manera directa a lo antes mencionado.

El área de la construcción está en cambio para adaptarse a los problemas globales que presenta el planeta como la contaminación, teniendo retos nunca antes imaginados, la presente crisis económica global que estamos afrontando y la necesidad de reevaluar estrategias que contribuyen a reducir la contaminación, desarrollando productos que combatan los impactos del calentamiento global y sean respetuosos con el medio ambiente.

Haciendo un planteamiento en base a simple cotidianidad, las personas por motivos de economía no suelen adquirir ciertos elementos que consideran de índole decorativos para las fachadas de sus casas u otra edificación, sin determinar la verdadera naturaleza del mismo y sus beneficios.

La radiación solar se presenta como un problema climático y causa enfermedades dermatológicas entonces las construcciones cuyas fachadas están expuestas directamente a los rayos ultravioletas tienden a que se proliferen estas enfermedades por causa de los espacios calientes y calurosos que obliga a las personas al uso continuo de energía tradicional que contamina con equipos de climatización artificial ya sea ventiladores o aires acondicionados en casos en los que el poder adquisitivo lo permite y en los que no simplemente exponerse a los efectos de la radiación si la arquitectura de la edificación no contempla la manera de mitigarlo.

En la actualidad encontramos espacios urbanos que no se preocupan por el estudio de la trayectoria del sol y la afinidad hacia sus inmuebles, lo que luego deja un sinnúmero de desventajas en cuanto al desgaste y deterioro de su infraestructura sea vivienda, oficina o cualquier otra edificación.

En el mercado actual, existen una infinidad de productos o elementos para cubrir edificaciones o ambientes de los efectos de los rayos ultra violeta siendo estos, tomados como parte de la decoración y no considerados en la mayoría de viviendas de interés social y edificios de carácter comercial ya que su considerable costo, hace que el usuario lo vea más como un lujo que como una necesidad.

La carencia de información en cuanto a la certificación de una combinación acertada de componentes que sirvan para la elaboración de elementos arquitectónicos y la resistencia social a materiales reciclados como como el aserrín se convierte en un problema al momento de ofrecerlo como un nuevo elemento constructivo.

Reciclar, se convierte en una opción aceptable tanto para el ambiente como para la economía en la construcción; ya que los materiales tienen características amigables al momento de su procesamiento y más aún al aplicarse en la construcción, dando como resultado elementos que con un poco de ayuda de la tecnología lograrán resultados excelentes y sostenibles. Por eso recalcaremos en el proyecto los beneficios de la

reutilización de materiales a favor del medio ambiente, evitando la contaminación y realizando un producto de óptima calidad cuya materia prima es el aserrín.

1.4 Formulación del problema

¿Cómo se reducirá los impactos de la radiación solar en las fachadas de las edificaciones mediante la creación de quiebrasoles ecológicos fabricados a base de aserrín?

1.5 Sistematización del problema

¿Qué agregados se necesitan combinar con el aserrín para los paneles ecológicos?

¿Cuáles serán las cantidades óptimas de los componentes para la selección de la muestra idónea?

¿Cuál será la forma del módulo del quiebrasol?

¿De qué manera aporta este producto a la reducción del impacto de la radiación de una edificación?

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general

Desarrollar quiebrasoles modulares utilizando aserrín de ebanistería para la mitigación de la radiación solar directa en edificaciones de Guayaquil, mejorando así la eficiencia energética y el confort térmico.

1.6.2 Objetivos específicos

- Analizar diversas dosificaciones y combinaciones de agregados al aserrín para la formulación óptima en la creación de listones de madera reciclada.

- Diseñar quiebrasoles modulares utilizando listones de residuos de madera como materia prima, para la reducción de la radiación solar directa en edificaciones de Guayaquil.
- Evaluar los beneficios de los quiebrasoles mediante pruebas físicas, destacando la reducción de la radiación solar y la mejora del confort térmico.
- Prototipar un modelo de quiebrasol que priorice el confort térmico interno, permitiendo el paso parcial de la luz natural sin afectar la eficiencia energética.

1.7 Delimitación o alcance de la investigación

Esta investigación es **experimental y descriptiva**, debido a que se enfoca en la elaboración y análisis de quiebrasoles ecológicos a base de aserrín reciclado. Se realizarán ensayos de materiales para evaluar su resistencia, capacidad térmica y durabilidad, permitiendo comprobar la viabilidad de su aplicación en edificaciones. Además, la investigación es **descriptiva**, ya que informa sobre las propiedades del material, sus beneficios y su impacto en la eficiencia energética de los edificios.

La investigación se llevará a cabo en Guayaquil, Ecuador, debido a su clima cálido y la alta incidencia solar en las fachadas de las edificaciones, abarcará el período 2024-2025, tiempo en el que se desarrollarán las pruebas experimentales y el análisis de resultados y está dirigida a arquitectos, constructores y dueños de viviendas e infraestructuras en zonas de alta radiación solar, interesados en soluciones sostenibles y eficientes para el control térmico en edificaciones.

Campo: Educación superior. Pregrado.

Área: Arquitectura.

Tema: Análisis, investigación y elaboración de quiebrasoles hechos con material reciclable proveniente de la madera (aserrín).

1.8 Hipótesis

- El uso de quiebrasoles ecológicos elaborados con aserrín reciclado ayudará a reducir la incidencia de la radiación solar en las fachadas de las edificaciones, disminuyendo el sobrecalentamiento interno.
- El uso de materiales reciclados en la fabricación de quiebrasoles ofrece una opción eficiente y sostenible comparada con los materiales tradicionales, ayudando a la arquitectura bioclimática.
- La inclusión de quiebrasoles ecológicos en las edificaciones de Guayaquil disminuirá el consumo energético existente por el uso de climatización artificial.

1.9 Preguntas de la investigación

- ¿Cómo influye el uso de quiebrasoles ecológicos en la reducción de la radiación solar en las edificaciones?
- ¿Cuál es el impacto de estos quiebrasoles en la eficiencia energética de los edificios en comparación con los materiales tradicionales?
- ¿De qué manera la implementación de quiebrasoles ecológicos puede contribuir a la sostenibilidad y al aprovechamiento de residuos de la industria maderera?

1.10 Línea de investigación

La Facultad de ingeniería industria y construcción posee las siguientes líneas de investigación: territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción.

La elaboración del quiebrasol, aplicando materiales reciclados para mejorar el confort térmico, permitirá crear un ambiente confortable. Donde los usuarios puedan sentirse cómodos al estar dentro de una vivienda. Por lo que se relaciona con la línea investigativa del territorio.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1 Marco teórico

Como se conoce, en los últimos años el cambio climático ha aumentado en todo el mundo afectando así a las grandes ciudades como por ejemplo Guayaquil que normalmente ya tiene una alta radiación solar, creando la necesidad de diseñar fachadas en las edificaciones eficientes y sostenibles para evitar el uso excesivo de energías contaminantes. (Andrade, 2023)

Ante esta problemática, es importante crear recursos arquitectónicos que ayuden a mitigar la radiación solar cuidando el confort térmico. Los quiebrasoles han sido desde años atrás una solución efectiva para reducir la incidencia solar directa y mejorar la eficiencia energética en las edificaciones, sin embargo, la fabricación de estos elementos con materiales convencionales como vidrio, concreto, aluminio entre otros sigue representando un impacto ambiental alto y no siempre económico por lo que no se encuentran al alcance de todos.

Es por esto, que esta investigación propone el uso de aserrín reciclado para la elaboración de quiebrasoles ecológicos, aprovechando los residuos de la industria maderera.

2.1.1 Antecedentes

El quiebrasol como elemento arquitectónico para la protección solar en fachadas se atribuye al arquitecto Le Corbusier en la década de 1930. Su experiencia en Argelia, donde obtuvo el sobrecalentamiento de los vidrios en climas cálidos, lo llevó a desarrollar una solución basada en placas instaladas en la fachada. Estos permitirían reducir la incidencia directa de la radiación solar sin afectar la entrada de la luz natural, mejorando así el confort térmico en los edificios. (Murillo, 2014)

En la actualidad, el creciente interés por la arquitectura sostenible ha impulsado la reutilización de materiales reciclados en la construcción, alineándose con los principios de la economía circular. En este contexto, la incorporación de quebrasoles ecológicos hechos de aserrín reciclado representa una evolución en las estrategias de control solar, contribuyendo a la reducción del impacto ambiental y al desarrollo de edificaciones más eficientes y sustentables.

2.1.2 Modelos análogos

Pabellón del sector gastronómico en Navarra, España

Debido a la alta contaminación del plástico los arquitectos buscan alternativas para mitigar este enemigo peligroso que está acabando con nuestro planeta. Un ejemplo de esa alternativa es El proyecto es un pabellón del sector gastronómico en Navarra, España. Que es un quebrasol hecho de tubos plásticos que da la impresión de estar en un bosque de bambú como se muestra en el Gráfico 1.

Gráfico 1 Quebrasoles en el Pabellón del Sector Gastronómico en Navarra



Fuente: Doos Arquitectura (2011)

Campus de Enfermería de la Universidad Nacional

El uso de quiebrasoles verticales modulan el ritmo de las fachadas norte y sur como se observa en el Gráfico 2, y disminuyen la incidencia solar directa en las horas de luz, esto ayuda a tener un ambiente acogedor en el interior de la edificación.

Gráfico 2 Campus de enfermería de la Universidad Nacional



Fuente: Hernández (2016)

2.2 Marco contextual

2.2.1 Quiebrasoles

Los quiebrasoles son elementos arquitectónicos pasivos de control solar que ayudan en la protección de vanos o fachadas de edificaciones generando un sombreado ventilado que minimiza la temperatura y reduce la humedad, como se puede observar en el Gráfico 3, pueden ser usados de manera exterior, interior o con propósitos estéticos; además permite a los usuarios reducir el constante uso de aire acondicionado y de energía eléctrica, que juntos consumen hasta un 74% de la electricidad producida por las petroleras aumentando así el daño al medio ambiente.

Gráfico 3 Queiebrasoles en la fachada sur del Hospital General de Monte Sinaí



Fuente: Ministerio de Salud Pública (2023)

2.2.1.1 Tipos de queiebrasoles.

En el mercado existen diferentes tipos de queiebrasoles que van según la necesidad, estética y funcionabilidad del interesado. Dentro de los tipos de queiebra soles tenemos los siguientes:

Queiebrasoles voladizos y suspendidos. - se usan por lo general en sentido horizontal o a lo largo de los vanos o fachadas para su protección. Las proyecciones pueden ser de hasta 1,5 m de profundidad para adecuarse a los requisitos de sombra del proyecto. Se pueden seleccionar una gran variedad de hojas, balancines y fajas como observamos en el Gráfico 4.

Gráfico 4 Quiebrasol voladizo o suspendido



Fuente: Tracks (2024)

Quiebrasoles fijos o ajustables. - a diferencia de los quiebrasoles voladizos estos quiebrasoles tienen hojas o fajas fijas no se las puede direccionar ni cambiar y pueden usarse en sentido vertical u horizontal como se observa en el Gráfico 5.

Gráfico 5 Quiebrasol fijo o ajustable



Fuente: Bulle (2025)

Quiebra soles tipo persianas. - en el Gráfico 6 se observan los quiebra soles tipo persiana o verticales se consideran como los más convenientes para las fachadas que reciban más incidencia solar en el día ya que pueden ajustarse para brindar una sombra total o una penetración solar limitada por la mañana y por la tarde.

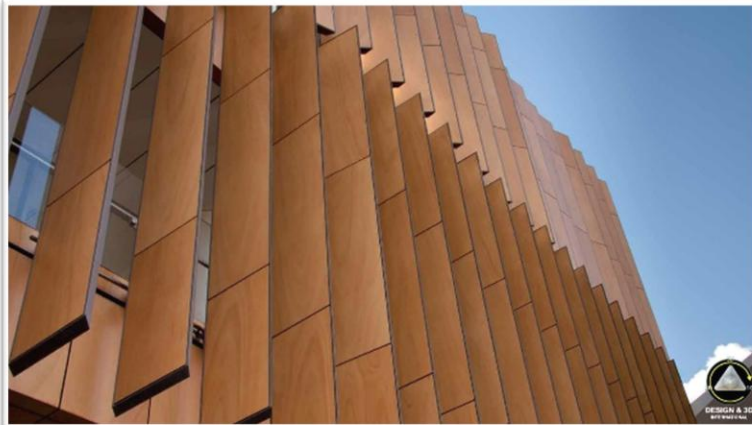
Gráfico 6 Quiebrasol de persianas verticales



Fuente: DESIGN&3D (2020)

Quiebrasoles modulares o reticulares. - los quiebrasoles modulares como lo muestra el Gráfico 7 se fabrican para construcciones en serie. Pueden ser una mezcla de todos los quiebrasoles antes mencionados.

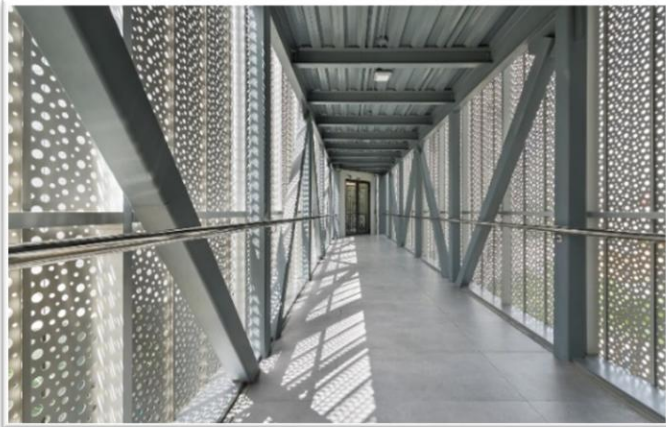
Gráfico 7 Quiebrasol de planchas moduladas



Fuente: DESIGN&3D (2020)

Quiebrasoles con diseño de relleno agujereado. - Los paneles de relleno perforado ofrecen una luz suave moteada y son eficaces para regular la temperatura y el brillo, también son ideales para usarlos como paneles decorativos ya sea interior o exterior como se observa en el Gráfico 8.

Gráfico 8 Quiebrasol de planchas perforadas patrón circular



Fuente: Cerartec (s.f.)

Quiebrasoles con paneles solares integrados. - Los quiebrasoles solares generan electricidad a partir de los rayos del sol y la luz ambiente que se reflejan desde las superficies en los alrededores. Cada panel de recolección solar tiene una faja a su alrededor que aloja el cableado del panel, el cual se dirige al interior de la construcción como indica el Gráfico 9.

Gráfico 9 Quiebrasol con panel solar integrado



Fuente: Bulle (2025)

Quebrasoles drenables o no drenables. – en el Gráfico 10 se observa los quebrasoles drenables son específicos para exteriores como terrazas o jardines ya que su misión es recolectar el agua lluvia en unos canales que tienen en su estructura y luego ser usada para otras actividades como el riego de las plantas.

Gráfico 10 Quebra sol con perfiles de drenaje



Fuente: Bulle (2025)

2.2.1.2 Funciones de quebrasoles.

Los quebrasoles son paneles que, debido a sus propiedades, se transforman en componentes arquitectónicos óptimos para edificaciones con funciones particulares relacionadas con ventilación, iluminación, diseño o eficiencia energética.

Los expertos calculan que el empleo de estos en fachadas abiertas, se fomenta un ahorro energético entre el 5 y el 10% y una reducción de la contaminación acústica puede alcanzar hasta el 20%.

2.2.1.3 Materiales utilizados en la elaboración de quebrasoles.

Los materiales utilizados en la fabricación de los quebrasoles deben tener una baja capacidad de conducción térmica para prevenir la transferencia del calor capturado durante el día mediante conducción y convección hacia la superficie de apoyo. En nuestro mercado existen actualmente quebrasoles de distintos materiales sin embargo

el más usado desde años pasados es la quiebra sol de concreto, seguidamente los de madera y a la actualidad los de aluminio. A continuación, se muestran ejemplos de los diferentes quiebrasoles según su material.

Quiebrasoles de madera. - se los conoce también como shutters, son utilizados tanto para exterior e interior, requieren de constante mantenimiento sobre todo si están expuestos a climas duros. La razón principal por los cuales se usan en madera es porque les da un toque de elegancia y un estilo sofisticado como se observa en el Gráfico 11.

Gráfico 11 Quiebrasoles en fachadas del edificio Cámara de Comercio en Bogotá



Fuente: Bedoya (2012)

Quiebrasoles de aluminio. – en el Gráfico 12 vemos los quiebrasoles de aluminio que son más utilizados en edificaciones de tipo industrial o edificaciones modernas, se puede encontrar en diferentes colores, aunque la mayoría prefiere el color natural del aluminio, su mantenimiento es de menor costo al de los quiebrasoles de madera y su montaje y desmontaje es mucho más fácil.

Gráfico 12 Quiebrasoles de pantallas perforadas en Sweet and Coffee del Malecón 2000



Fuente: Sepúlveda (2021)

Quiebrasoles de concreto. - los quiebrasoles de concreto en su momento fueron una de las soluciones arquitectónicas más usados en la ciudad como se ve en el Gráfico 13, pero para este momento se prefiere utilizar quiebrasoles de otro material como los antes mencionados por razones como estética, peso, forma y tiempo de construcción.

Gráfico 13 Quiebrasoles de concreto en el Condominio Orellana Centro de Guayaquil



Fuente: Plusvalía (2025)

2.2.2 Madera

La madera es la materia prima de la que se obtiene del tallo de los árboles, es un recurso renovable, abundante y muy moldeable a la hora de trabajarla. Está compuesta por fibras de celulosa que le da rigidez y dureza, además de hidrógeno, oxígeno, carbono, nitrógeno y otros elementos en menores cantidades. Por otra parte, la madera se descompone debido a microorganismos como hongos, bacterias e insectos por lo que se recomienda darle el debido tratamiento para conservar su buen estado.

2.2.2.1 Tipos de madera.

Maderas Blandas. - Se trata de maderas suaves que provienen de árboles de veloz crecimiento, caducifolios y resinosos. Estas maderas suaves son fáciles de manipular y maleables, pero no se debe confundir suave con delicado, ya que existen maderas de este tipo que son muy duraderas como las que indica el Gráfico 14.

Son maderas livianas, económicas y accesibles. Como inconvenientes, tienen menos longevidad que las maderas duras, menos estéticas ya sea por su color o por su veta (habitualmente son tratadas con pintura, barniz o tintes) y en su procesamiento, se astillan fácilmente. Ej. Pino, cedro, abeto, etc.

Gráfico 14 Tipos de maderas blandas



Fuente: Arqhys (2012)

Maderas Duras. - Generalmente más robustas que las blandas. Tienen un costo más alto, se extraen de árboles de crecimiento más pausado, lo que resulta en una menor disponibilidad y son complicadas de manipular, debido a que su apariencia exterior es más desigual y menos uniforme que en las blandas.

En el Gráfico 15 se observa las maderas que son muy empleadas en la construcción y ebanistería, ya que con ellas se logra crear muebles de alta calidad, resisten bien el transcurso del tiempo, poseen mayor firmeza y son mucho más atractivas estéticamente que las maderas blandas. Ej. Caoba, nogal, teca, roble, etc. (Sanchez, 2022)

Gráfico 15 Tipos de maderas duras



Fuente: Arqhys (2012)

Maderas Artificiales. - esta madera se crea a partir de la mezcla de restos de madera blanda, madera dura y compuestos químicos como resinas, fibras, etc. Ej. MDF, contrachapados, aglomerados, etc, como se observa en el Gráfico 16.

Gráfico 16 Tipos de maderas artificiales



Fuente: Arqhys (2012)

2.2.2.2 Proceso de obtención.

Para obtener la madera es importante llevar a cabo un proceso ordenado, vigilado y cuidadoso como indica el Gráfico 17; ya que así se conservará de mejor manera tanto la materia prima como el medio ambiente. Los pasos a seguir para una buena obtención de madera inician como se lo explica a continuación.

Tala de árboles en bosques mediante sierras mecánicas, una vez que los árboles se encuentran derribados continua el proceso de poda, el cual consiste en liberar y cortar las ramas y hojas del tronco, una vez este el tallo limpio se procede a transportarlos ya sea por carretera mediante camiones de plataforma, por ferrocarril o por agua hacia la aserrería. Seguidamente se realiza el descortezado del tronco que se trata de retirar la corteza para pasar al siguiente proceso que es el cortado de la madera en tablones y tiras de diferentes medidas y de esta manera colocarlas a secar ya sea de manera natural o artificial para evitar que se pudra o se deforme, luego se procede a cepillarla para eliminar irregularidades y darle un buen acabado y así finalmente distribuirla y comercializarla en industrias o talleres de carpintería.

Gráfico 17 Proceso de obtención de la madera



Fuente: Villanueva (2018)

2.2.2.3 Maderas nacionales, internacionales y usos.

En Ecuador encontramos mucha variedad de árboles debido a las diferentes regiones y climas que se desarrollan en cada una de estas, gracias a esta variedad podemos obtener diversas clases de madera ya sean blandas duras o semiduras. Las zonas consideradas como boscosas en Ecuador son en su mayoría en la región costa en la cual se encuentran las provincias del Guayas, Manabí y Esmeraldas y en toda la región oriente como se muestra en el Gráfico 18.

Gráfico 18 Zonas boscosas en el Ecuador



Fuente: Machado (2021)

Dentro de las maderas nativas del Ecuador encontramos de colores variados, con propiedades diferentes que se las puede usar en distintos ámbitos ya sea de la construcción, decoración hasta manualidades, de la misma manera ocurre con las maderas originarias en otros países; que a pesar de tener diferencias en varios aspectos con las nacionales los usos son muy similares a las nuestras tal como se indica en la Tabla 1 y 2 que se muestran a continuación.

Tabla 1 Propiedades de maderas nativas del Ecuador

NOMBRE	COLOR	PROPIEDADES	USOS
Roble	Café oscuro	Resistente a la humedad y a la intemperie	Construcción, industria, carpintería, ebanistería, navíos
Guasango	Café miel	Denso y duro	Construcción, mobiliario, carpintería
Guayacán	Marrón	Fuerte, compacto y resistente	Construcción, mobiliario, carpintería, decoración
Laurel	Beige claro	Liviana, blanda	Carpintería, decoración, manualidades
Ébano	Negro	Densa y rígida	Decoración
Mangle	Marrón claro	Resistente a la humedad, moldeable, rígida	Herramientas, embarcaciones
Eucalipto	Marrón claro	Densa, dura, moldeable y resistente	Carpintería exterior, decoración, mobiliario, tableros contrachapados, parquet
Pino	Amarillo	Blanda, versátil, fina	Construcción, tableros contrachapados
Balsa	Crema	Ligera, liviana, versátil	Aislante acústico, embarcaciones, manualidades, marquetería
Arrayán	Rojo ladrillo	Dura, compacta	Mangos de herramientas, leña
Ceibo	Rojo	Leñoso, irregular	Decoración, ornamental

Ciprés	Pardo grisácea	Agrietada	Mobiliario, industria
Copal	Crema	Calidad regular, dócil	Construcción, mobiliario, carpintería, herramientas
Teca	Café miel	Resistente, durable, estable	Embarcaciones, ebanistería fina, acabados, construcción
Canelo	Rojizo	Endémico, liso, grueso, blando	Construcción, mobiliario

Elaborado por: Garcías (2025)

Tabla 2 Propiedades de maderas nativas de otros países

NOMBRE	PAÍS	PROPIEDADES	USOS
Nogal	Brasil	Resistente al fuego y hongos, Color olivo marrón casi negro	Construcción
Cerezo	Brasil	Denso y duro, color amarillo o Rosa salmón	Pisos, mobiliario, gabinetes
Gateado	Paraguay Uruguay	Resistente a la humedad, agua Color marrón chocolate	Mobiliario fino, pisos, embarcaciones
Alerce	Chile	Color rojizo, liviana, Imputrescible	Techos, embarcaciones, puertas
Araucaria	Chile	Liviana, fácil de trabajar, Color blanco amarillento	Carpintería en general
Avellano	Chile	Firme, liviana, elástica	Carpintería, ebanistería, embarcaciones
Fresno	Argentina	Dura, elástica, tenaz	Sillas, mangos de herramientas
Pino	Argentina	Durable, resistente	Postes, vigas
Caoba	Argentina	Resistente, fina	Mobiliario de lujo, decoración

Tilo	Argentina	Ligera, blanda, homogénea	Esculturas, ebanistería
Maple	Norte América	Duro, color claro casi blanco, Uniforme	Tableros aglomerados, pisos, Ebanistería
Haya	Europa	Textura fina y uniforme, color Blanquecino	Mobiliarios, mangos de herramientas, pisos

Elaborado por: Garcías (2025)

2.2.3 Aserrín

Es el desperdicio que resulta del proceso del serrado, triturado o cepillado de la madera ya sea en un aserradero o en talleres de carpintería o ebanistería. A lo largo del tiempo se le ha buscado destinos diferentes, como por ejemplo uno de los usos más exitosos que se le ha encontrado ha sido la fabricación de madera artificial o madera aglomerada la cual se da gracias a la compactación de grandes cantidades de aserrín con sus respectivos aditivos.

2.2.3.1 Tipos de aserrín.

Los tipos de aserrín dependen del tamaño de la partícula y pueden ser los siguientes:

Aserrín Polvo. - Se refiere al grupo de fragmentos o residuos que se desprenden de la madera cuando esta es cortada y tienen un tamaño que oscila entre 1 a 10 mm como se ve en el Gráfico 19.

Gráfico 19 Aserrín Polvo



Fuente: González (2011)

Aserrín Astilla. - es el producto resultante del triturado de la madera, de superficie irregular, fino, alargado y puntiagudo. Para ser considerado como astilla tiene que tener una sección máxima de entre 3cm² hasta 10cm² como se observa en el Gráfico 20.

Gráfico 20 Aserrín Astilla



Fuente: Arquitectura (2022)

Aserrín Viruta. - Son fragmentos con forma de hoja curva o helicoidal que se generan al cepillar, taladrar, torneear la madera como indica el Gráfico 21.

Gráfico 21 Aserrín Viruta



Fuente: González (2024)

2.2.3.2 Usos.

Los usos del aserrín a lo largo del tiempo han sido básicamente soluciones a problemas de limpieza, trabajos de jardinería, protección de embalajes y utilizados en la agricultura, pero debido a que se ha constatado que los índices productivos de aserrín en los aserraderos son altos y que esto es un problema para el medio ambiente se le han encontrado usos que para nuestro proyecto es de importancia, como, por ejemplo:

Fabricación de tableros de madera aglomerada. - El tablero de partículas de madera como se muestra en el Gráfico 22, también conocido como tablero aglomerado, se produce al mezclar serrín y otros desechos de madera con una resina específica. Esta combinación de astillas de madera y adhesivo se compacta mediante una máquina de prensado para crear láminas largas de tablero aglomerado.

Gráfico 22 Madera Aglomerada a base de aserrín



Fuente: Housetop - Decorexpro (2024)

Fabricación de tableros de fibra de densidad media. - Se trata de un tablero que se produce sometiendo a compresión y temperatura las fibras de madera, las cuales se incorporan previamente aglutinantes y obtenemos el resultado como se observa en el Gráfico 23.

Se distingue por que tiene una densidad de 450 kg/m^3 . La designación precisa recogida en la regulación es tableros de fibras elaborados mediante el proceso seco, MDF. (Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera [AITIM], 2015)

Gráfico 23 Madera de fibra de media densidad a base de aserrín



Fuente: Costa Rica Muebles (2025)

2.2.4 Reciclaje

En Guayaquil el reciclaje es un tema que va a paso lento ya que no hay suficiente información sobre los centros de acopio y sobre el reciclaje en general en la ciudad. El Municipio de Guayaquil estableció en diciembre de 2009 una nueva normativa para el funcionamiento de instalaciones que se ocupan de la recogida de residuos sólidos, tanto recuperables como no peligrosos. También existen de manera independiente proyectos de familias, colegios, centros comerciales y empresas que consiste en tener sus propias bodegas de material reciclado.

2.2.4.1 Tipo de materiales.

En el país hay aproximadamente 20 empresas que se especializan en reciclar papel, cartón, plásticos, metales, vidrio, aparatos electrónicos y serrín. Estas colaboran con almacenes que funcionan como pequeñas empresas, las cuales a su vez colaboran con los recolectores callejeros.

2.2.4.2 Método de reciclaje.

El material es almacenado, purificado, comprimido y por último se lo comercializa a las fábricas. Hay muchos materiales que se tiran junto con la basura, estos pueden ser recuperados en la estación de transferencia del norte, pero es más probable que acaben como relleno.

2.2.4.3 Estadísticas de reciclaje en Guayaquil.

Los seres humanos generan desechos desde las primeras horas del día en sus diversas actividades. En el Ecuador se producen aproximadamente 5.3 millones de desechos al año de los cuales no todos son usados para rellenos, ya que los desechos sólidos que se usan para este fin corresponden entre el 15% y el 25%.

El 64% de las familias ecuatorianas separaron algún tipo de residuos en 2022, según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), este porcentaje aumentó casi tres puntos porcentuales en comparación con 2019, cuando el 61,5% de los hogares clasificó algún tipo de desecho. (El Comercio, 2017)

2.3 Antecedentes del sitio de estudio

La ciudad de Guayaquil perteneciente a la Provincia del Guayas, región costa, es una de las ciudades más grandes del Ecuador con una densidad demográfica de 347km², al presente año cuenta con aproximadamente 2.7 millones de ciudadanos según los datos proporcionados por el INEC.

2.3.1 Clima

El clima de Guayaquil depende de varios factores debido a la ubicación en la zona ecuatorial, tiene dos estaciones o periodos conocidos como invierno y verano. En ambas estaciones la temperatura es muy cálida durante el día, aunque el invierno se considera como una estación con una alta humedad y presencia de lluvias provocadas por la corriente de *El Niño* lo que la vuelve muy calurosa mientras que el verano por lo contrario es una estación considerada seca, sin lluvias, nublada y de noches frías marcada por la corriente de *Humboldt*.

2.3.2 Temperatura

La temperatura promedio en la ciudad de Guayaquil es de 26.7° C, tomando en cuenta que el mes más cálido es el de marzo con una temperatura media de 27.8 ° C y el mes más fresco es julio que tiene una temperatura media de 25 ° C. en la siguiente Tabla 3 mostramos las temperaturas promedio altas y bajas a lo largo del año según datos. (WeatherSpark.com, 2024)

Tabla 3 Temperatura promedio en la ciudad de Guayaquil.

TEMP	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
BAJA	2	3	3	4	3	3	2	1	0	1	1	2	2
ALTA	0	1	0	1	1	0	9	8	8	0	9	0	1
MEDIA	6	7	7	7	7	7	5	5	5	5	5	6	7

Elaborado por: Garcías (2025)

2.3.3 Humedad

La humedad en Guayaquil cambia significativamente entre la noche y el día, a pesar de que temperatura es baja en las noches si durante el día la humedad fue alta en la noche lo será también. Dentro del periodo correspondiente a invierno donde la temperatura es alta en el mes de junio se nota que la humedad disminuye por lo contrario en el mes de febrero se nota que la humedad aumenta, mientras que en septiembre correspondiente al periodo de verano la humedad baja aproximadamente un 85%. A continuación, se muestra en la siguiente tabla la variación de humedad relativa a lo largo del año diurno, nocturno y media. (WeatherSpark.com, 2024)

Tabla 4 Variación de humedad en la ciudad de Guayaquil.

HI%	AÑ	EN	FE	MR	AB	MY	JN	JL	AG	SE	OC	NO	DI
DIURNA	84	85	89	87	87	85	85	85	84	83	82	81	81
NOCTUR	59	60	64	61	62	61	62	60	57	56	57	55	54
MEDIA	75	75	80	80	75	75	75	75	75	75	75	70	70

Elaborado por: Garcías (2025)

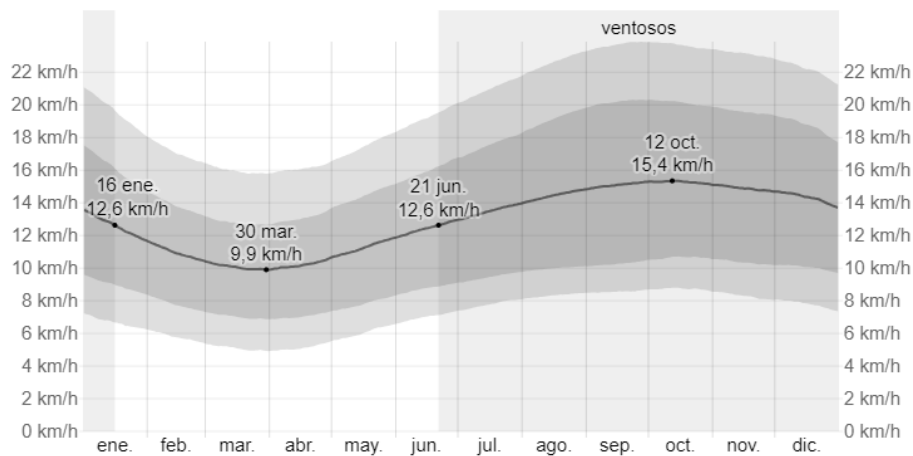
2.3.4 Vientos

La velocidad promedio del viento por hora en Guayaquil varía considerablemente a lo largo de todo el año. Los meses con más vientos van desde los 6 a los 8 meses

aproximadamente del 21 de junio al 16 de enero, con una velocidad promedio mayor a 12,6 kilómetros por hora. Octubre es el mes con más vientos del año, pueden llegar a tener una velocidad promedio de 15,3 kilómetros por hora.

Sin embargo, los meses con menos viento del año van de 5 a 2 meses y aproximadamente van desde el 16 de enero al 21 de junio. Marzo es el mes con menos viento en el año con una velocidad promedio de 10,1 kilómetros por hora. (WeatherSpark.com, 2024)

Gráfico 24 Velocidad promedio del viento en la ciudad de Guayaquil



Fuente: Spark (2024)

2.3.5 Incidencia Solar

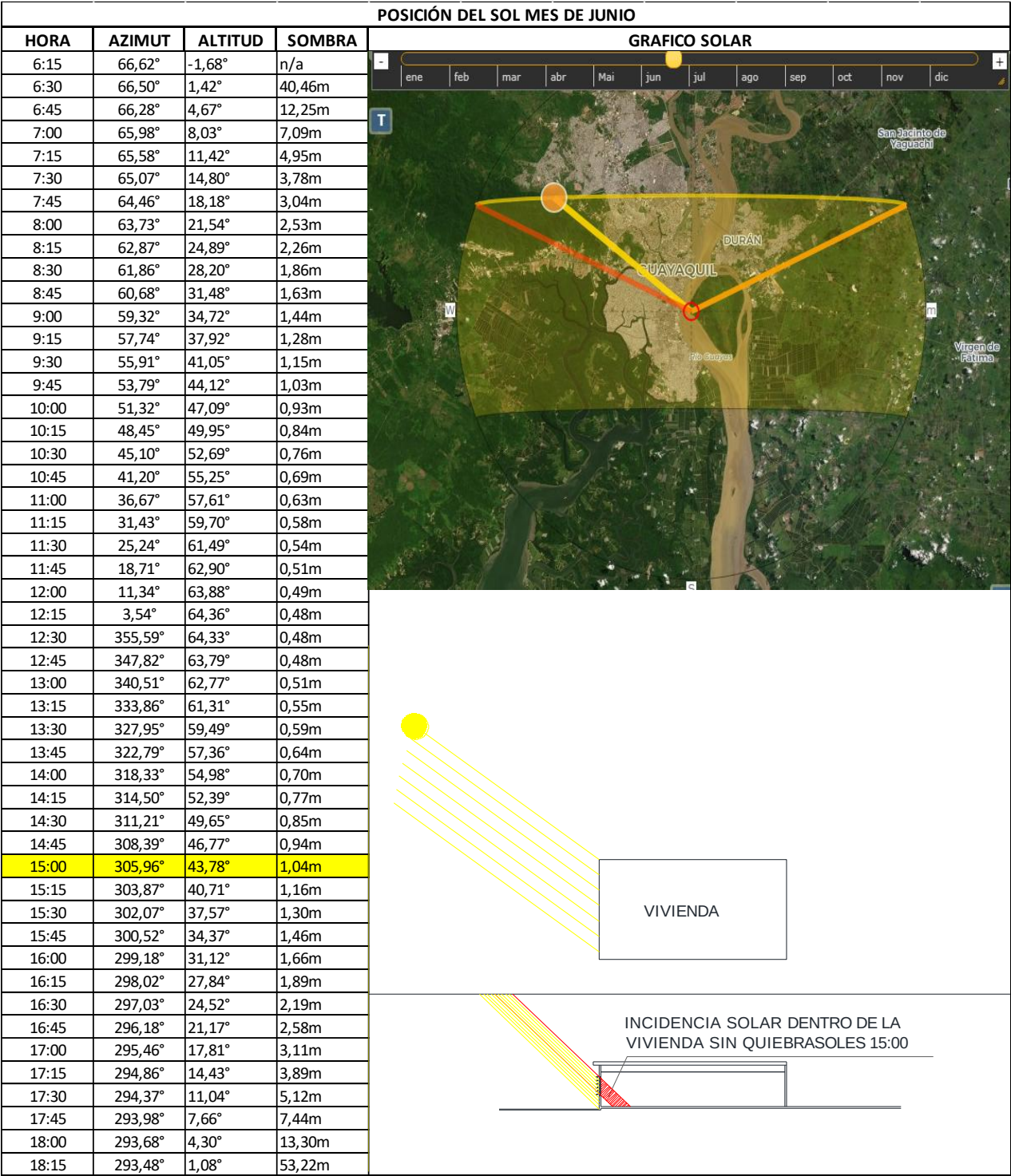
El 20 de junio es el día más corto del año, con 12 horas de luz solar; mientras que el 21 de diciembre es el día más largo, con 12 horas y 15 minutos de luz solar. Para tener una mejor idea de cómo afecta la incidencia solar en la ciudad hemos tomado los meses donde se dan los equinoccios y solsticios como se muestra en los Gráficos 25, 26, 27 y 28. (WeatherSpark.com, 2024)

Gráfico 25 Posición de sol en el mes de marzo



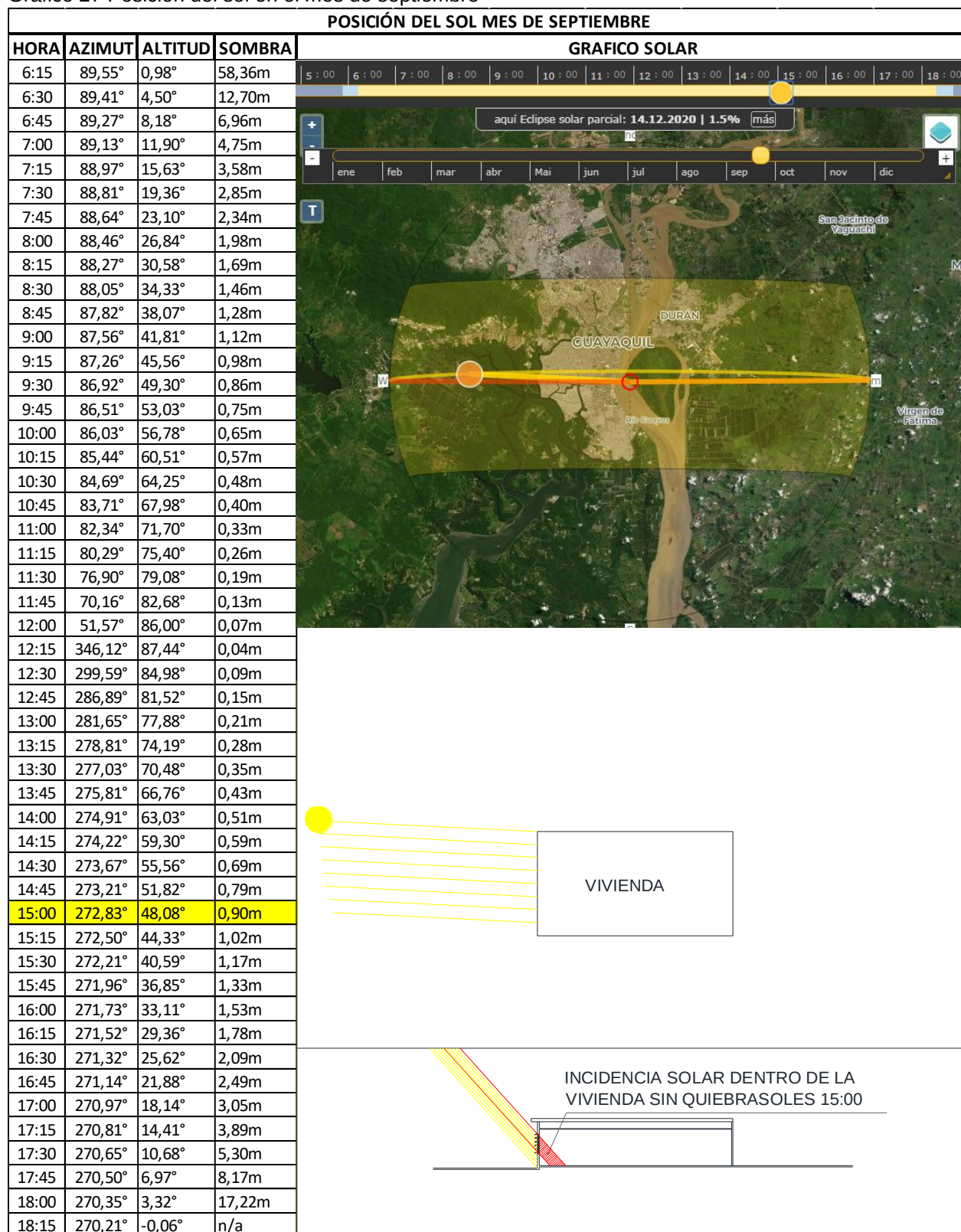
Elaborado por: Garcías (2025)

Gráfico 26 Posición del sol en el mes de junio



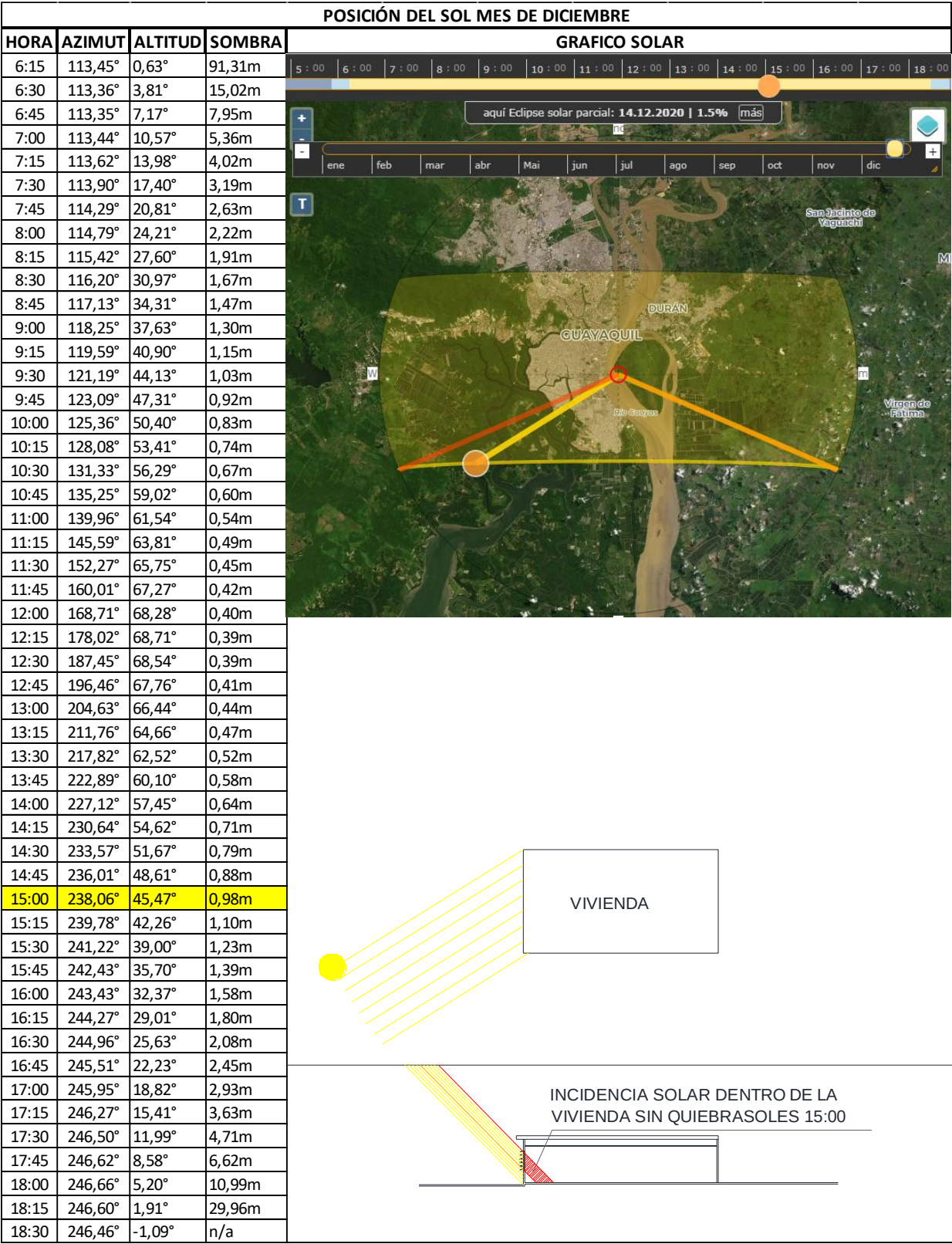
Elaborado por: Garcías (2025)

Gráfico 27 Posición del sol en el mes de septiembre



Elaborado por: Garcías (2025)

Gráfico 28 Posición del sol en el mes de diciembre



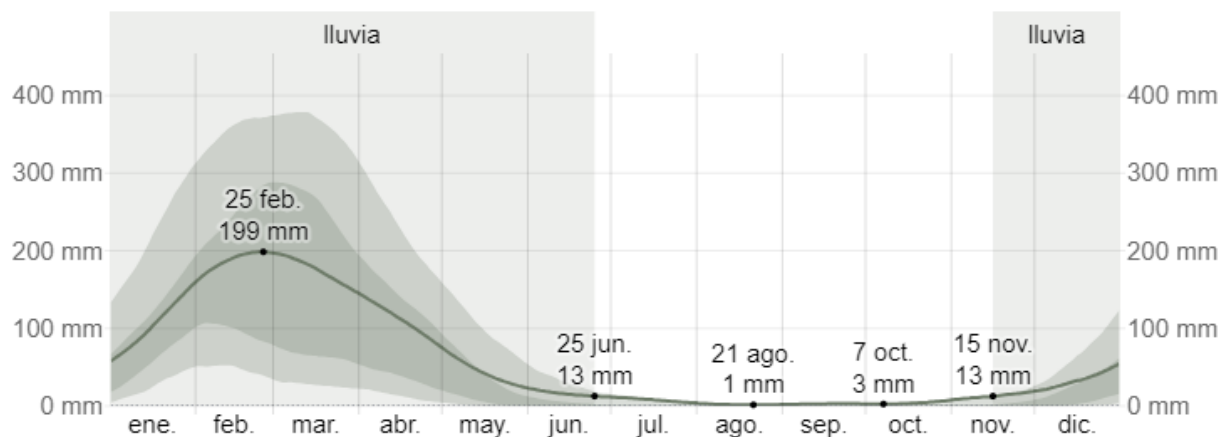
Elaborado por: Garcías (2025)

2.3.6 Pluviosidad

En Guayaquil la cantidad de lluvia mensual cambia según la estación del año como se muestra en el Gráfico 29 los meses de lluvia van desde los 7 a los 3 meses, aproximadamente del 15 de noviembre al 25 de junio, con un índice de 13 milímetros en un lapso de 31 días. Febrero es el mes más lluvioso del año, con un índice promedio de 191 milímetros de agua de lluvia.

Por lo tanto, los meses que carecen de lluvia van desde los 4 a los 7 meses que se dan aproximadamente desde el 25 de junio al 15 de noviembre, siendo agosto el mes con menos lluvia del año, recogiendo un índice promedio de agua de lluvia de 2 milímetros. (WeatherSpark.com, 2024)

Gráfico 29 Precipitación promedio en la ciudad de Guayaquil



Fuente: Spark (2024)

Conociendo la precipitación promedio de Guayaquil mensual sabemos que, del 12 de enero a 28 de abril, existe un 32 % de probabilidad de que haya el día con más agua del año, siendo febrero el mes con mayor cantidad de agua de lluvia precipitada. (WeatherSpark.com, 2024)

Como indica el Gráfico 30 y ya conociendo que agosto es el mes donde menos cantidad de agua de lluvia cae podemos decir que en ese lapso que es la temporada del

año más seca se dará el día con menos cantidad de agua con un promedio aproximado de 1 milímetro. (WeatherSpark.com, 2024)

Gráfico 30 Número de días con precipitación en la ciudad de Guayaquil.



Fuente: Spark (2024)

2.4 Marco legal

Los implementos que se necesitan y que conforman el objetivo al que se dirige, hace necesario considerar como obligatoriedad todos los puntos de la normativa de ecuatoriana de la construcción, por esta razón debe tomarse como reseña a la Norma Ecuatoriana de Construcción, antes mencionada. (NEC) la Construcción se clasificarán en tres ejes principales: (i) Seguridad Estructural de las edificaciones; (ii) Habitabilidad y Salud, basados en la funcionalidad de las edificaciones; y (iii) Distribución de Servicios Básicos.

CONSTITUCIÓN DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR.

Registro Oficial No. 449, 20 de octubre del 2008.

Art. 15.- El Estado fomentará, tanto en el ámbito público como privado, el empleo de tecnologías ecológicamente sostenibles y de fuentes de energía renovables no contaminantes y de bajo impacto ambiental. (Registro Oficial No. 449, 2015)

Art. 52.- Las personas tienen derecho a acceder a bienes y servicios de alta calidad y a seleccionarlos libremente, así como a recibir información exacta y veraz sobre su composición y propiedades. (Registro Oficial No. 449, 2015)

Art. 54.- Las personas que produzcan o comercialicen productos de consumo serán responsables tanto civil como penalmente por la calidad deficiente del producto, o cuando sus características no se ajusten a la publicidad realizada o a la descripción que incluya. (Registro Oficial No. 449, 2015).

Art. 66, numeral 15.- El derecho a realizar actividades económicas, ya sea de manera individual o colectiva, de acuerdo con los principios de solidaridad, responsabilidad social y medioambiental. (Registro Oficial No. 449, 2015)

Art. 83, numeral 6.- Proteger los derechos del medio ambiente, conservar un entorno saludable y aprovechar los recursos naturales de manera prudente, ecológica y duradera. (Registro Oficial No. 449, 2015)

Art. 385, numeral 3.- El sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y conocimientos tradicionales, dentro del contexto del respeto al medio ambiente, la naturaleza, la vida, las culturas y la soberanía, tendrá como objetivo. (Registro Oficial No. 449, 2015)

NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN.

Estructuras de Mampostería Estructural

Contempla criterios y requisitos mínimos para diseñar y construir estructuras de mampostería, asegurando su resistencia a cargas verticales, fuerzas laterales y condiciones atípicas. Además, define un material de construcción como cualquier producto fabricado que se incorpora permanentemente en obras de edificación o ingeniería civil. (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014)

Los materiales deben cumplir estos requisitos:

Resistencias mecánicas dependiendo el uso que recibirán.

Estabilidad química.

Estabilidad física.

Seguridad para su manejo y utilización.

Defensa de la salubridad y bienestar de trabajadores y clientes.

No atentar contra el ambiente.

Aislamiento térmico y acústico.

Resistencia al fuego.

Comodidad de uso, estética y economía. (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014)

Cargas (no sísmicas)

Considera los elementos de cargas no sísmicas que se deben tener en cuenta para el cálculo estructural de los edificios: cargas fijas, cargas fluctuantes, cargas imprevistas y combinaciones de cargas. (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014)

Cargas Sísmicas: Diseño Sismo Resistente

Incluye las exigencias técnicas y los métodos que deben implementarse para el diseño sísmico resistente de las construcciones, constituyéndose como un conjunto de especificaciones fundamentales y esenciales, idóneas para el cálculo y el dimensionamiento de las estructuras que están expuestas a los efectos de los terremotos en algún momento de su vida útil. (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014)

Rehabilitación Sísmica de Estructuras

Este documento se relaciona fundamentalmente con la norma NEC-SE-DS para la renovación sísmica de construcciones existentes, definiendo las directrices para la valoración del peligro sísmico en los edificios, incluyendo criterios para la revisión y evaluación rápida de estructuras con la estimación probabilística de las pérdidas físicas, para una administración eficiente del peligro sísmico. (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014)

Objetivos del plan de creación de oportunidades

Existen normas y métodos de mejora enfocadas al mutuo respeto y armonía entre el entorno y las personas que el Gobierno del Ecuador promueve y se lo denomina plan de creación de oportunidades. (Secretaría Nacional de Planificación, 2021)

En nuestra propuesta detallamos tácticas y los manejos apegados al plan de creación de oportunidades, para resaltar la aplicación de lo estipulado acorde nos indica el registro de ley.

Como lo indica la Secretaría Nacional de Planificación (2021):

Objetivo 11: Preservar, rehabilitar, salvaguardar y utilizar de manera sostenible los recursos naturales.

El mundo avanza hacia un modelo económico y de sociedad en donde debe primar el equilibrio con el medio ambiente y la racionalización en el uso de los recursos naturales. El cambio del modelo actual a uno basado en la economía circular requiere la implementación de acciones de política específicas. Por un parte, se debe revertir parte del daño ocasionado en los ecosistemas y por otra, sentar las bases que generen iniciativas, creadoras de empleos y oportunidades, que permitan que este tránsito ocurra apelando a las libertades individuales y la inversión privada.

El presente objetivo propone avanzar las condiciones legales, económicas y de protección ambiental necesarias para lograr el funcionamiento de las actividades humanas en el marco de la transición ecológica, a través de la programación de acciones que permitan la conservación de los hábitats, la gestión eficiente de los recursos naturales y la reparación de los ecosistemas.

11.1. Promover la protección y conservación de los ecosistemas y su biodiversidad; así como, el patrimonio natural y genético nacional.

11.2. Fomentar la capacidad de recuperación y restauración de los recursos naturales renovables.

11.3. Impulsar la reducción de la deforestación y la degradación de los ecosistemas a partir del uso y aprovechamiento sostenible del patrimonio natural. (pág. 85)

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque

El daño a la naturaleza que producen los desperdicios y la manera en la que podemos aportar para menguar la contaminación al medio ambiente de una modo eficiente y eficaz es lo que se define en esta propuesta y se explica de forma Cualitativa y cuantitativa como podemos canalizar el inconveniente del sobrante de aserrín.

3.2 Técnicas de investigación

Investigación bibliográfica de materias de interés sobre el contenido de este proyecto para poder corroborar lo expuesto, testimonio fotográfico de las pruebas de laboratorio, encuestas para determinar los prospectos con poder adquisitivo y los prospectos con poder de decisión.

Entre las metodologías utilizadas en este proyecto del quiebrasol ecológico hecho de aserrín tenemos: la investigación documental con temas relevantes al tema que den un fundamento teórico y comprobado, con imágenes que demuestren los resultados de las pruebas elaboradas, diagramas, etc. Además, se realizará la técnica de encuesta y así determinar el nivel de conciencia de la población a quien está dirigido el proyecto.

3.2.1 Investigación documental bibliográfica

El proyecto se adapta a la Investigación documental, mediante referencias tomadas de proyectos similares, en base a las fuentes de estudios, reportes e información escrita que sustente la sostenibilidad del proyecto.

En segundo lugar, se encuentra la experimentación, que se define por el conjunto de acciones que se llevaron a cabo para obtener información esencial sobre el producto

deseado y el problema a solucionar, mediante ensayos precisos y errores que fueron moldeando la experiencia a través de la práctica y manipulación de la propuesta de estudio.

3.2.2 Investigación experimental

El enfoque de la investigación apunta a estudiar de cerca el fenómeno social – ambiental que existe en cierto punto de la ciudad, es decir, se emplea el razonamiento hipotético-deductivo para aceptar la integración de componentes de material reciclado como parte operativa de las construcciones, y que cambios pueden aportar estos en la protección contra el fenómeno de radiación y el ahorro de energía.

3.2.3 Investigación de campo

Esta investigación se realiza en el espacio físico donde encontramos la problemática, al estar en contacto directo con las partes interesadas, se determina que es imprescindible equipar las construcciones, tanto de interés social como privado, con elementos que mitiguen los efectos directos del sol en la infraestructura de las mismas. Además, si podemos agregar a esto una política de reciclaje y apoyo al medio ambiente, estaremos contribuyendo tanto a la economía como al planeta.

3.3 Métodos de investigación

3.3.1 Método hipotético deductivo

Permitió construir el marco teórico mediante todos los datos documentables recopilados, lo que facilitó obtener una visión de las conclusiones y resultados probables. Además, gracias a las observaciones efectuadas, se plantea el problema en este caso específico.

3.3.2 Método empírico de experimentación científica

Fue utilizado para rechazar y verificar la hipótesis planteada, fundamentándose en las pruebas realizadas.

3.3.3 Población, muestra, instrumento y recolección de datos

Esta investigación está dirigida a constructores y a propietarios de edificaciones de interés social, por ello, se tomó en consideración una muestra de 100 personas seleccionadas casualmente quienes respondieron la encuesta, lo que nos permitió conocer la percepción de la población escogida.

3.4 Técnica

Técnica que recoge información por medio de preguntas formuladas en base al tema de la investigación en un formulario digital. El formulario consiste en 7 preguntas con opciones de respuesta del tipo Likert, con una escala de del 1 al 5 como se detalla a continuación:

5 = Muy de acuerdo

4 = De acuerdo

3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo

2 = En desacuerdo

1 = Totalmente en desacuerdo

3.4.1 Procesamiento y análisis de la información

Una vez obtenida la información recopilada en los formularios, se tabula y codifica los resultados la revisión de los mismos y la toma de decisiones.

CAPITULO IV

PROPUESTA

4.1 Encuesta

Pregunta 1.- ¿Considera usted que los desechos de madera contaminan el medio ambiente?

Tabla 5 Respuestas a la Pregunta 1

OPCIONES	RESPUESTA	PORCENTAJE
Totalmente de acuerdo	60	60%
De acuerdo	32	32%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	8	8%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
TOTAL	100	100%

Elaborado por: Garcías (2025)

Análisis. Aplicando la prueba de Chi-cuadrado, que es uno de los métodos utilizados para probar una hipótesis en una investigación; arroja los siguientes resultados: ($\chi^2 = 134.4$, $p < 0.001$) → La mayoría de los encuestados consideran que los desechos de madera contaminan el medio ambiente.

Pregunta 2.- ¿Cree usted que es factible utilizar aserrín reciclado en el sector de la construcción?

Tabla 6 Respuestas a la Pregunta 2

OPCIONES	RESPUESTA	PORCENTAJE
Totalmente de acuerdo	83	83%
De acuerdo	5	5%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	7	7%
Totalmente en desacuerdo	5	5%
TOTAL	100	100%

Elaborado por: Garcías (2025)

Análisis. Aplicando la prueba de Chi-cuadrado, que es uno de los métodos utilizados para probar una hipótesis en una investigación; arroja los siguientes resultados: ($\chi^2 = 249.4$, $p < 0.001$) → Hay una fuerte preferencia por la idea de trabajar con aserrín reciclado en construcción.

Pregunta 3.- ¿Cree usted que tiene la capacidad de producir componentes de construcción con residuos de madera?

Tabla 7 Respuestas a la Pregunta 3

OPCIONES	RESPUESTA	PORCENTAJE
Totalmente de acuerdo	38	38%
De acuerdo	40	40%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	12	12%
En desacuerdo	10	10%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
TOTAL	100	100%

Elaborado por: Garcías (2025)

Análisis. Aplicando la prueba de Chi-cuadrado, que es uno de los métodos utilizados para probar una hipótesis en una investigación; arroja los siguientes resultados: ($\chi^2 = 64.4$, $p < 0.001$) → Existe una diferencia significativa en la opinión sobre la posibilidad de fabricar elementos constructivos con aserrín.

Pregunta 4.- ¿Cree usted que estos elementos arquitectónicos le serían beneficiosos como un rubro económico?

Tabla 8 Respuestas a la Pregunta 4

OPCIONES	RESPUESTA	PORCENTAJE
Totalmente de acuerdo	62	62%
De acuerdo	15	15%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	23	23%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
TOTAL	100	100%

Elaborado por: Garcías (2025)

Análisis. Aplicando la prueba de Chi-cuadrado, que es uno de los métodos utilizados para probar una hipótesis en una investigación; arroja los siguientes resultados: ($\chi^2 = 126.7$, $p < 0.001$) → Se confirma que los encuestados perciben un beneficio económico en estos elementos arquitectónicos.

Pregunta 5.- ¿Cree usted que es sencillo fabricar elementos arquitectónicos con aserrín reciclado?

Tabla 9 Respuestas a la Pregunta 5

OPCIONES	RESPUESTA	PORCENTAJE
Totalmente de acuerdo	6	6%
De acuerdo	18	18%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	46	46%
Totalmente en desacuerdo	30	30%
TOTAL	100	100%

Elaborado por: Garcías (2025)

Análisis. Aplicando la prueba de Chi-cuadrado, que es uno de los métodos utilizados para probar una hipótesis en una investigación; arroja los siguientes resultados: ($\chi^2 = 75.3$, $p < 0.001$) → La mayoría considera que fabricar con aserrín reciclado no es sencillo.

Pregunta 6.- ¿Piensa usted que requiere más datos sobre la fabricación de componentes arquitectónicos con aserrín reciclado?

Tabla 10 Respuestas a la Pregunta 6

OPCIONES	RESPUESTA	PORCENTAJE
Totalmente de acuerdo	62	62%
De acuerdo	27	27%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	11	11%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
TOTAL	100	100%

Elaborado por: Garcías (2025)

Análisis. Aplicando la prueba de Chi-cuadrado, que es uno de los métodos utilizados para probar una hipótesis en una investigación; arroja los siguientes resultados: ($\chi^2 = 134.7$, $p < 0.001$) → Se necesita más información sobre la elaboración de elementos con aserrín.

Pregunta 7.- ¿Considera usted que se puede aplicar este tipo de elementos de aserrín reciclado como parte de una edificación?

Tabla 11 Respuestas a la Pregunta 7

OPCIONES	RESPUESTA	PORCENTAJE
Totalmente de acuerdo	56	56%
De acuerdo	32	32%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	12	12%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
TOTAL	100	100%

Elaborado por: Garcías (2025)

Análisis. Aplicando la prueba de Chi-cuadrado, que es uno de los métodos utilizados para probar una hipótesis en una investigación; arroja los siguientes resultados: ($\chi^2 = 134.6$, $p < 0.001$) → Existe una preferencia clara para aplicar elementos de aserrín en edificaciones.

4.2 Interpretación de datos

Los resultados de las encuestas sobre el uso del aserrín en la construcción son estadísticamente relevantes. Además, hay un apoyo muy grande a la idea, pero también una sensación de que su fabricación no es sencilla.

4.3 Propuestas de diseño

El presente proyecto se enfoca en el análisis de diseño de quiebrasol ecológico partiendo del uso del aserrín reciclado, combinado con agregados minerales como resinas sintéticas (cemento asfáltico), cuya finalidad es mitigar la radiación solar excesiva en la ciudad de Guayaquil. El modelo de quiebrasol obedece a su capacidad de atenuar y disipar la radiación en el entorno y a su vez como un objeto arquitectónico deberá condicionar la estética de un edificio.

La fórmula que se usará para realizar el Quiebrasol ecológico a base de desechos de madera (aserrín) que será sometido a pruebas de laboratorios deberá tener las siguientes características:

- a.- Deberán ser económicos comparados con elementos tradicionales.
- b.- Su densidad y peso debe ser menor que un material estándar.
- c.- Deberá tener propiedades de aislamiento térmico.
- d.- Deberá tener propiedades de resistencia térmica.
- e.- Deberá tener propiedades de resistencia al impacto.
- f.- Deberá producirse a base del reciclaje de desechos de madera.

Se evidencia una resistencia mecánica similar a la del concreto tradicional (12-15Mpa), costo inferior en comparación al uso de materiales convencionales (32% menor), aislamiento térmico hacia interiores reducido en 45%.

Partiendo de la idea de trabajar con materiales reciclados para hacer que estos formen parte directamente de una edificación, el proyecto se presenta como un proceso factible y a la vez innovador, ya que da paso nuevos productos que con un poco de ayuda de la tecnología pueden brindar muy buenos resultados, aportando al desarrollo sostenible. Por esta razón se ha propuesto utilizar materiales de

desecho de madera que mezclados con otros agregados resulten completamente utilizables al momento de construir, y de esta manera convertir el desecho en materia prima para la elaboración de este nuevo elemento, proponiendo así un método de economía dentro de la construcción como una forma de ayudar al medio ambiente evitando la contaminación al evitar la quema de estos residuos.

Las resinas naturales, así como el hormigón, son productos de condensado muy populares, con propiedades mecánicas y físicas muy favorables, así como de larga vida útil y gran resistencia.

Lo que nos hace pensar en una mezcla proporcionada de estos materiales para llegar a un resultado óptimo.

La propuesta se basa en que las características que brinda este producto que toma como materia prima el aserrín reciclado, propiedades que favorezcan a la mitigación de factores ambientales como el calor y la radiación, y a la vez, siendo fabricado con materiales ecológicos pueda ser considerado técnicamente útil para la construcción y el medio ambiente.

Se realizarán pruebas utilizando aserrín de madera, agua, resinas ecológicas y agregados calcáreos, combinados en una proporción adecuada para formar una mezcla uniforme y manipulable.

Considerando el enfoque económico, el desafío principal será reducir los costos del producto, de modo que pueda ser utilizado tanto en entornos públicos como privados.

En conclusión, el objeto de este proyecto establece que, mediante el uso de desechos madereros reciclados, podemos crear elementos constructivos de alto impacto social y ambiental que brinden funciones específicas con resultados óptimos y cuyo costo sea mucho menor al de los materiales tradicionales, haciendo

más cómoda su adquisición y colocándolos como una opción eficiente dentro de la construcción.

4.4 Recursos del producto

El proceso investigativo se desarrolla a través de pruebas de ensayo y error, en los que se realizaran distintas dosificaciones, así como mezclas de materiales, siempre respetando la base del mismo que en este caso será el aserrín reciclado.

Tabla 12 Detalles del Ensayo 1

EXPERIMENTO #1			
DATOS	MATERIAL 1	MATERIAL 2	MATERIAL 3
MATERIALES	aserrín fino	cemento	agua
PROPORCIÓN	2	1	1/2
IMAGEN			
IMAGEN MEZCLA			
IMAGEN PRODUCTO TERMINADO			
OBSERVACIONES	Poca consistencia lo que produjo el rompimiento de la muestra al desmoldarla.		
PUNTUACIÓN	Mala		

Elaborado por: Garcías (2025)

Análisis: Después de 5 días de fraguado el material, el resultado de la mezcla cuya proporción es: 2 porciones de aserrín fino con granulometría de 4mm,

1 porción de cemento portland y media porción de agua (11oz) fue poco consistente y sin resistencia.

Tabla 13 Detalles del Ensayo 2

EXPERIMENTO #1			
DATOS	MATERIAL 1	MATERIAL 2	MATERIAL 3
MATERIALES	aserrín fino	cal	agua
PROPORCIÓN	2	1	1/2
IMAGEN			
IMAGEN MEZCLA			
IMAGEN PRODUCTO TERMINADO			
OBSERVACIONES	Buena consistencia pero quebradizo.		
PUNTUACIÓN	Mala		

Elaborado por: Garcías (2025)

Análisis: Después de 5 días de fraguado el material, el resultado de la mezcla cuya proporción es: 2 porciones de aserrín fino con granulometría de 4mm, 1 porción de cal y media porción de agua (11oz) fue frágil y con escasa resistencia a la flexión.

Tabla 14 Detalles de Ensayo 3

EXPERIMENTO # 3				
DATOS	MATERIAL 1	MATERIAL 2	MATERIAL 3	MATERIAL 4
MATERIALES	aserrín fino	cemento	cal	agua
PROPORCIÓN	2	1	1	1
IMAGEN				
IMAGEN MEZCLA				
IMAGEN PRODUCTO TERMINADO				
OBSERVACIONES	Poca resistencia lo que produjo el rompimiento de la muestra al desmoldarla.			
PUNTUACIÓN	Mala			

Elaborado por: Garcías (2025)

Análisis: Después de 5 días de fraguado el material, el resultado de la mezcla cuya proporción es: 2 porciones de aserrín fino con granulometría de 4mm, 1 porción de cemento portland, 1 porción de cal y 1 porción de agua (11oz) fue un cuerpo poco consistente y sin resistencia.

Tabla 15 Detalles del Ensayo 4

EXPERIMENTO # 4			
DATOS	MATERIAL 1	MATERIAL 2	MATERIAL 3
MATERIALES	aserrín grueso	romeral	agua
PROPORCIÓN	2	1	1
IMAGEN			
IMAGEN MEZCLA			
IMAGEN PRODUCTO TERMINADO			
OBSERVACIONES	Buena consistencia y apariencia pero es un material muy pesado.		
PUNTUACIÓN	Regular		

Elaborado por: Garcías (2025)

Análisis: Después de 2 días de fraguado el material, el resultado de la mezcla cuya proporción es: 2 porciones de aserrín grueso con granulometría de 22mm, 1 porción de masilla de fraguado rápido (romeral) y media porción de agua (11oz) fue una mezcla consistente y bastante denso, por lo cual resulta demasiado pesado.

Tabla 16 Detalles del Ensayo 5

EXPERIMENTO # 5			
DATOS	MATERIAL 1	MATERIAL 2	MATERIAL 3
MATERIALES	aserrín grueso	resina vinil acrílica	agua
PROPORCIÓN	2	1/2	1/2
IMAGEN			
IMAGEN MEZCLA			
IMAGEN PRODUCTO TERMINADO			
OBSERVACIONES	Mezcla de poca consistencia, muy fluída.		
PUNTUACIÓN	Mala		

Elaborado por: Garcías (2025)

Análisis: Después de 5 días de fraguado el material, el resultado de la mezcla cuya proporción es: 2 porciones de aserrín grueso con granulometría de 22mm, media porción de resina vinil acrílica (resaflex) y media porción de agua (11oz) fue un cuerpo muy fluido y sin resistencia.

Tabla 17 Detalles del Ensayo 6

EXPERIMENTO # 6		
DATOS	MATERIAL 1	MATERIAL 2
MATERIALES	aserrín grueso	resina vinil acrílica
PROPORCIÓN	2	1
IMAGEN		
IMAGEN MEZCLA		
IMAGEN PRODUCTO TERMINADO		
OBSERVACIONES	Muy buena consistencia, ligero, de buena apariencia, fácil de moldear.	
PUNTUACIÓN	Óptimo	

Elaborado por: Garcías (2025)

Análisis: Después de 5 días de fraguado el material, el resultado de la mezcla cuya proporción es; 2 porciones de aserrín grueso con granulometría de 22mm y 1 porción de resina vinil acrílica (resaflex) fue un cuerpo con muy buena resistencia, excelente apariencia y ligero.

Tabla 18 Detalles del Ensayo 7

EXPERIMENTO # 6		
DATOS	MATERIAL 1	MATERIAL 2
MATERIALES	aserrín grueso	cemento asfáltico
PROPORCIÓN	2	1
IMAGEN		
IMAGEN MEZCLA		
IMAGEN PRODUCTO TERMINADO		
OBSERVACIONES	Muy buena consistencia, ligero, de apariencia regular, fácil de moldear.	
PUNTUACIÓN	Bueno	

Elaborado por: Garcías (2025)

Análisis: Después de 5 días de fraguado el material, el resultado de la mezcla cuya proporción es: 2 porciones de aserrín grueso con granulometría de 22mm y 1 porción de cemento asfáltico; fue un cuerpo con muy buena consistencia, excelente apariencia, ligero y versátil.

Tabla 19 Detalles del Ensayo 8

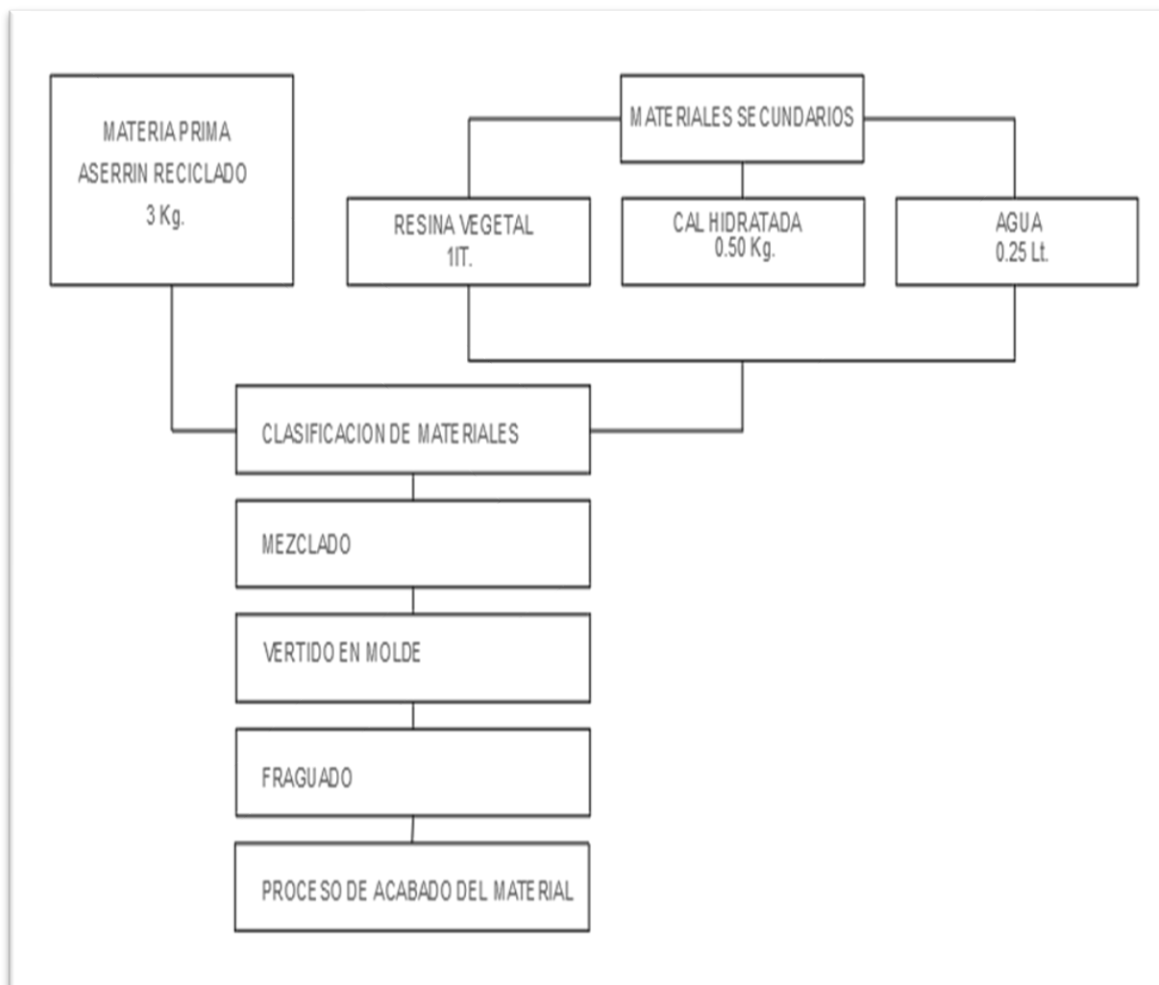
EXPERIMENTO # 8		
DATOS	MATERIAL 1	MATERIAL 2
MATERIALES	aserrín grueso	resina vegetal - árbol de caucho
PROPORCIÓN	1	1
IMAGEN		
IMAGEN MEZCLA		
IMAGEN PRODUCTO TERMINADO		
OBSERVACIONES	Muy buena consistencia, ligero, moldeable, de muy buena apariencia, algo flexible	
PUNTUACIÓN	Óptimo	

Elaborado por: Garcías (2025)

Análisis: Después de 5 días de fraguado el material, el resultado de la mezcla cuya proporción es: 1 porción de aserrín grueso con granulometría de 22mm y 1 porción de resina vegetal (árbol de caucho) tuvo buena cohesión entre los agregados, muy buen resultado en apariencia, ligero y muy flexible.

4.5 Diagrama de flujo del proceso

Gráfico 31 Diagrama de Flujo del Proceso



Elaborado por: Garcías (2025)

4.6 Procedimientos

4.6.1 Obtención de la materia prima

El Aserrín de madera considerado como desecho, se obtiene de las plantas procesadoras de madera, como aserraderos y centros de distribución de materiales derivados de la misma. En el Gráfico 32 tenemos una de las principales plantas procesadoras de madera en Guayaquil.

Gráfico 32 Planta Procesadora de Madera y Derivados



Fuente: Edimca (s.f.)

4.6.2 Clasificación de la materia prima

Clasificar el aserrín, las partículas grandes y las virutas se separan para luego comenzar a mezclar manualmente en contenedores de almacenamiento como se muestra en el Gráfico 33.

Gráfico 33 Aserrín Reciclado



Elaborado por: Garcías (2025)

Una vez clasificadas, fueron colocadas en bolsas considerando que estén separadas según su volumen y peso como observamos en el Gráfico 34.

Gráfico 34 Aserrín Clasificado



Elaborado por: Garcías (2025)

4.6.3 Mezcla de materiales

Una vez clasificados los materiales a utilizarse, se procede a realizar la mezcla de la materia prima con los materiales aglomerantes guardando más proporciones resultantes de la primera mezcla como vemos en el Gráfico 33, con escalas un poco más grandes con el fin de obtener un cuerpo con dimensiones que puedan ser utilizadas en edificaciones reales.

Gráfico 35 Mezcla de la Materia Prima con Materiales Aglomerantes



Elaborado por: Garcías (2025)

4.6.4 Secado de la mezcla

Este proceso consiste en dejar que la mezcla atendida, pase por un proceso de secado natural, donde adquiere sus nuevas características como rigidez, resistencia térmica, aislante térmico y peso del nuevo material.

Para este proceso se ha tomado 3 días dejando la mezcla a temperatura ambiente para un secado natural como lo muestra el Gráfico 36.

Gráfico 36 Secado de la Mezcla



Elaborado por: Garcías (2025)

4.6.5 Tratado del elemento en seco

Este proceso consiste en quitar excesos del material y darle la forma que deberá tomar el cuerpo ya endurecido para de un quiebra sol, este proceso se puede lograr por medio de una maquina cantadora la cual le dará la forma final al panel.

4.7 Condiciones de diseño

Se toma como base para el diseño del material las proporciones de mezcla de mortero común, pero sin agregarle agua a la composición de la misma; es decir;

Agregado Grueso (aserrín grueso), agregado fino (aserrín fino) aglomerante (resina sintética – cemento asfáltico), buscando que esta mezcla cumpla con 4 principios:

- 1° Resistencia al impacto.
- 2° Resistencia térmica (Reducción del 45% de transferencia térmica).
- 3° Resistencia mecánica (12-15Mpa).
- 4° Reducción de costos de producción (32% inferior en comparación al concreto tradicional).

Gráfico 37 Peso de los componentes



Elaborado por: Garcías (2025)

4.8 El acabado

En el Gráfico 38 podemos ver el acabado del material dependerá del estilo del diseño que se requiera, para un acabado más rustico se empleara una proporción 1:1 para la mezcla, es decir 1 porción de aserrín grueso, más una porción de cemento asfáltico; en cuyo caso se desee aplicar un acabado más liso, homogéneo y uniforme se empleara una proporción 0.5:0.5:1, correspondiente a media porción de aserrín fino, media porción de aserrín grueso y una porción de cemento asfáltico, dando un acabado más personalizado y estético.

Gráfico 38 Tipos de acabado del prototipo



Elaborado por: Garcías (2025)

4.9 Diseño de experimentos

4.9.1 Absorción de agua del prototipo

Con la finalidad de determinar el grado de permeabilidad del material con el que está diseñado el prototipo de quiebrasol, se llevó a cabo los siguientes procesos:

Prueba de absorción de agua en superficie

Se inició vertiendo una cantidad específica de agua sobre la cara anterior del prototipo, cuyo diámetro de gota es de 2,5cm aproximadamente.

Dejando reposar el agua sobre el material y se mantiene constante observación a cualquier cambio en su forma y medida.

Después de haber transcurrido una hora sin notar ningún cambio significativo sobre el material, se procede a secar el prototipo.

Luego de una revisión física superficial se obtiene como resultado nula absorción de agua sobre los agregados que componen el prototipo como lo indica el Gráfico 39.

Gráfico 39 Absorción de agua sobre la superficie



Elaborado por: Garcías (2025)

Prueba de absorción de agua en prototipo sumergido

Se basa en hundir completamente en agua nuestro prototipo a usarse como quiebrasol.

Se mantiene sumergido el producto en agua durante 5 días.

Luego se examinó si el material manifestó algún tipo de modificación en su apariencia física.

Como observamos en el Gráfico 38 no se ganó un esponjamiento considerable del producto sumergido en agua.

Gráfico 40 Absorción de agua prototipo sumergido



Elaborado por: Garcías (2025)

4.9.2 Coloración del prototipo

En este punto, para proceder con experimentación del cambio de coloración del material se debe tener en cuenta que solo se podrá utilizar pinturas posteriores al secado total de la mezcla de los agregados del material para obtener mejores resultados.

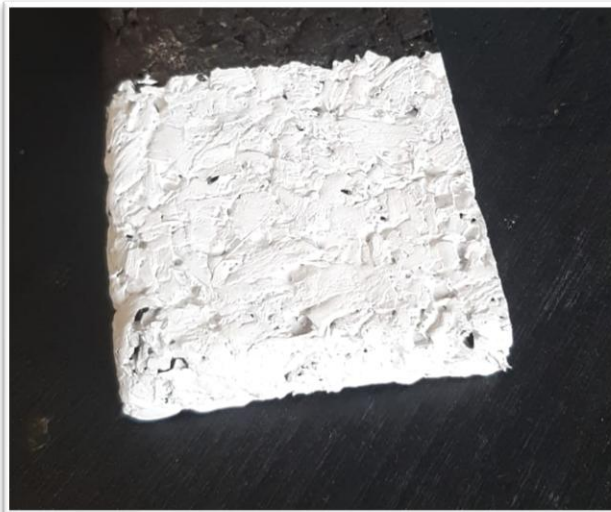
Procedimiento:

Se iniciará por erradicar las impurezas existentes sobre la superficie del prototipo para luego, con un pincel o brocha fina proceder a emplazar dos capas uniformes de pintura sobre la superficie del producto mencionado, se deberá realizar este procedimiento en intervalo de 15 minutos para luego dejar secar.

Resultado:

En el Gráfico 41 se aprecia un acabado de pintura semi-homogéneo, luminoso, y la intensidad del color se suaviza ligeramente debido al color natural del material agregado inicial.

Gráfico 41 Coloración del prototipo



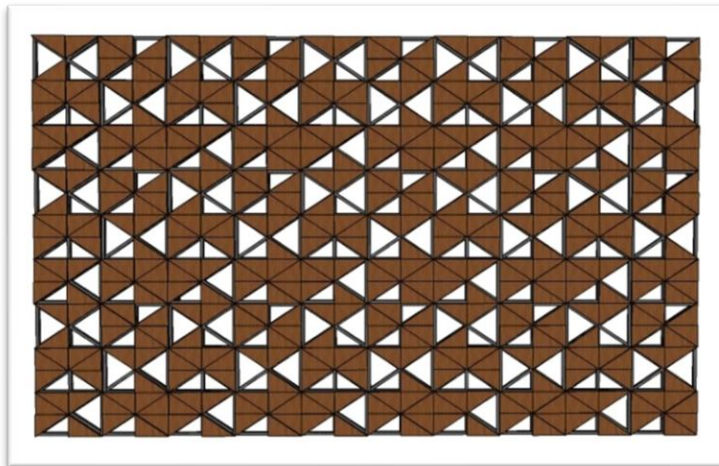
Elaborado por: Garcías (2025)

4.9.3 Diseño y elaboración de propuesta

En la propuesta de diseño se analizó la investigación realizada con el objetivo de obtener buenos resultados para minimizar la incidencia solar, cuidando la estética, la economía y la factibilidad de la propuesta.

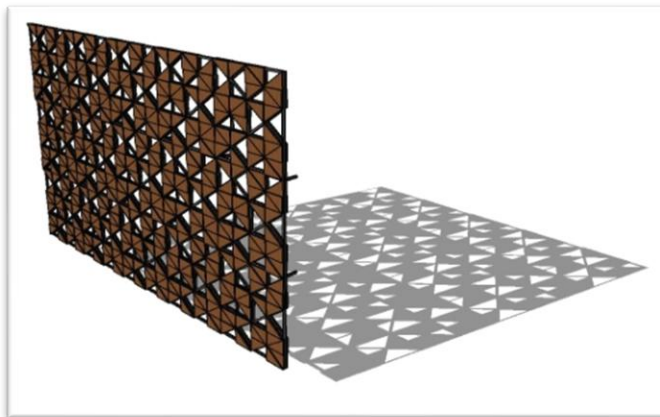
Como vemos en el Gráfico 42 y 43 la propuesta 1 a pesar de que fue diseñada en piezas modulares priorizando la estética y la funcionalidad al momento de realizar la prueba de incidencia solar notamos que era elevada dentro de la vivienda.

Gráfico 42 Vista Frontal de la Propuesta 1



Elaborado por: Garcías (2025)

Gráfico 43 Incidencia Solar de la Propuesta 1

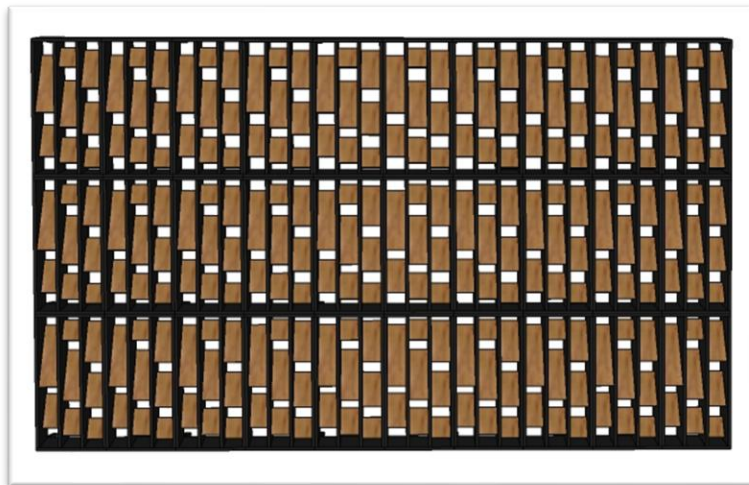


Elaborado por: Garcías (2025)

En el diseño que observamos en el Gráfico 44 y 45 buscamos crear un quiebrasol versátil, que se ajusta a la necesidad de cualquier persona y en cualquier parte de la ciudad de Guayaquil, sin tener que hacer estudios previos de la incidencia solar o de su posición, creando varias inclinaciones de chazas, para mitigar en un porcentaje muy alto el ingreso de los rayos del sol hacia la vivienda.

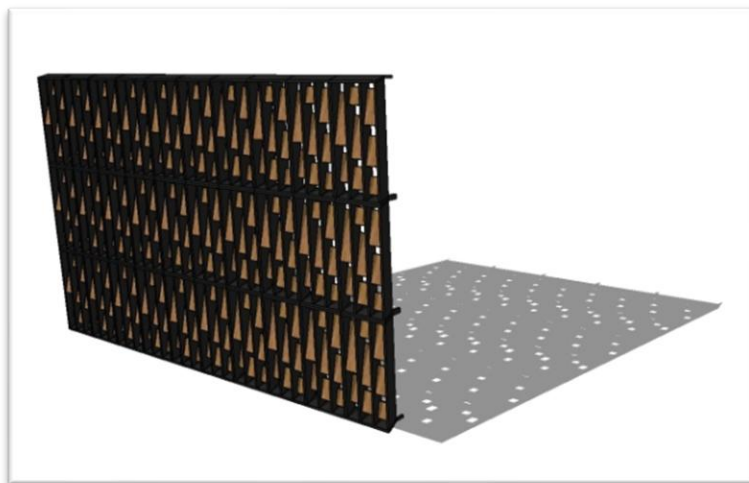
El proyecto está dirigido más que todo a las personas de escasos recursos que por falta de presupuesto, omiten la necesidad de impedir la transmisión solar a través de vanos o ventanas, afectando a la economía y salud de sus propietarios.

Gráfico 44 Vista Frontal de la Propuesta 2



Elaborado por: Garcías (2025)

Gráfico 45 Incidencia Solar de la Propuesta 2



Elaborado por: Garcías (2025)

Gráfico 46 Diseño de quebrasol en módulo de 1m2



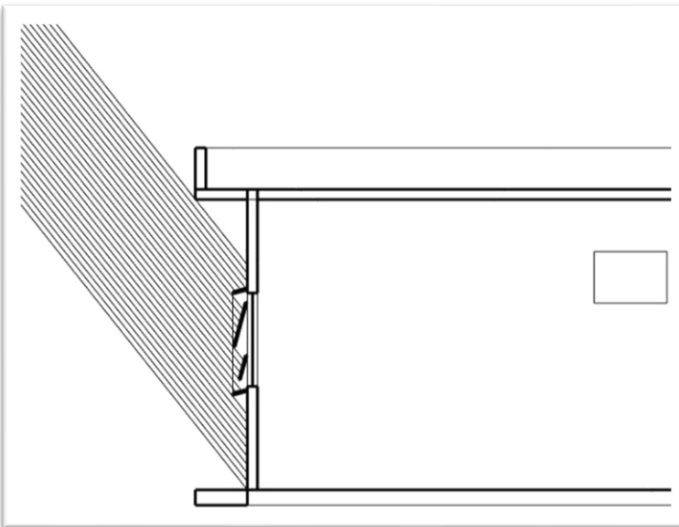
Elaborado por: Garcías (2025)

Gráfico 47 Vista de quebrasol en módulo de 1m2



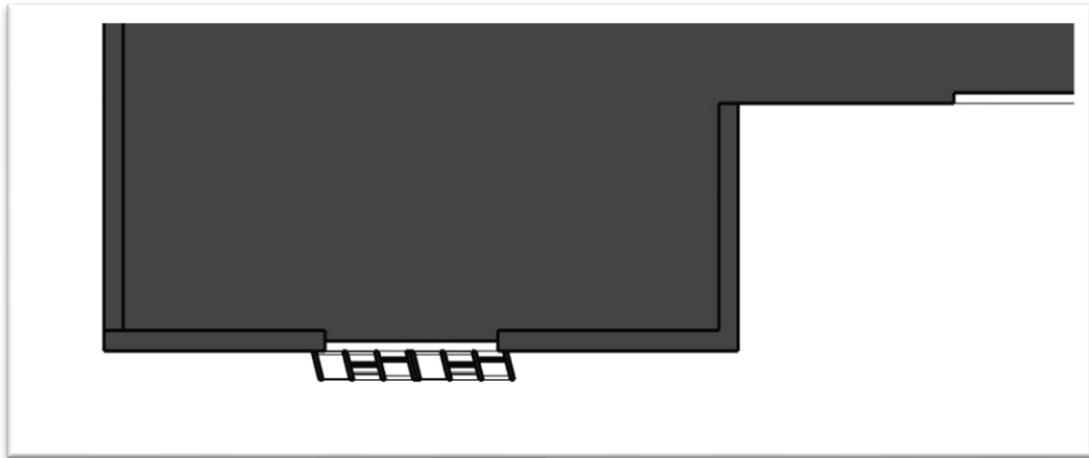
Elaborado por: Garcías (2025)

Gráfico 48 Corte de quebrasol en módulo de 1mt.2 mostrando el impedimento de la luz solar



Elaborado por: Garcías (2025)

Gráfico 49 Planta de quiebrasol en módulo de 1mt.2 mostrando el impedimento de la luz solar de forma inclinada



Elaborado por: Garcías (2025)

Diseño modular

Este diseño modular que se observa en el Gráfico 50 se puede aplicar en una ventana o en una pared de mayor incidencia solar para mitigar el calor dentro de ella, también se puede juntar para crear una pantalla y así cubrir fachadas de vidrio, dando un toque de estética y sobriedad al diseño arquitectónico, obviamente se debería alternar alternativas de anclaje, ya que, por ser piel de vidrios, en algunas edificaciones no cuenta con pintos fijos de sujeción.

Gráfico 50 Diseño modular, pueden unirse y crear una pantalla para recubrimientos de fachadas



Elaborado por: Garcías (2025)

4.9.4 Instalación y anclaje

Para la instalación del prototipo de quebrasol ecológico se debe priorizar su uso principalmente en fachadas externas, para su anclaje utilizaremos elementos existentes en el mercado de la construcción como se observa en el Gráfico 51, estos pueden ser:

Perfiles de aluminio

Perfiles de PVC.

Estructura metálica.

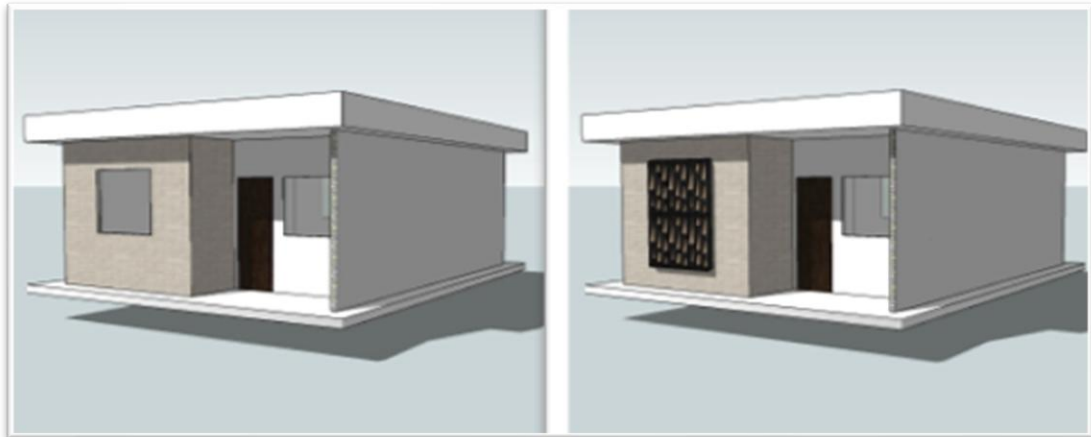
Madera tratada.

Gráfico 51 Método de fijación para quebrasol modular



Elaborado por: Garcías (2025)

Gráfico 52 Instalación del prototipo en vivienda de clase popular



Elaborado por: Garcías (2025)

Gráfico 53 Instalación del prototipo en vivienda de clase alta



Elaborado por: Garcías (2025)

4.9.5 Resistencia al fuego y adaptación climática

El diseño propuesto como se muestra en el Gráfico 54 reduce la radiación directa en fachadas entre 68% hasta 75% (Curic Sun software), además de proporcionar un equivalente favorable de ganancia térmica interior a 55W/m^2 en comparación al concreto (100W/m^2). Este factor conlleva a la reducción de energía y ahorro de 0.35 kW/m^2 en el uso de aire acondicionado.

Gráfico 54 Simulación incidencia de sol en ambientes internos



Elaborado por: Garcías (2025)

Los componentes que forman el prototipo de quiebrasol, como el aserrín reciclado, presentan una resistencia al fuego considerable según se verificó en la prueba de Propagación de Llama llevado a cabo en un laboratorio acreditado, logrando una clasificación de tipo RE 2, lo que nos dice que es un “material combustible con muy baja propagación de llama” como lo observamos en el Gráfico 55.

Gráfico 55 Prueba de resistencia al fuego



Elaborado por: Garcías (2025)

4.9.6 Limitaciones del prototipo

Se sometió el prototipo a diversos análisis, luego de observar su comportamiento a la intemperie se identificaron algunas limitaciones del producto, tales como:

Degradación UV, se sometió a prueba de resistencia tras 1.000 horas de uso a la intemperie, cuyo resultado fue una pérdida del 22% en su resistencia según ASTM G1541.

Producción a gran escala, se prevé un estimado de fabricación de 150 unidades por día, en relación con una demanda potencial de más de 500 unidades para la ciudad de Guayaquil.

Emisiones de compuestos orgánicos volátiles VOC, 0,45 g/m³ de liberación de estos compuestos a la atmosfera durante la polimerización.

4.9.7 Peso del prototipo

Debido al bajo peso específico de la materia prima con las que están elaborados las placas de quiebrasol elaborado a partir de aserrín reciclado se constituyen como de peso liviano. En cuanto a la comparativa entre el peso de productos tradicionales que existen en el mercado que cumplen las mismas funciones, el peso del prototipo es mucho menor.

4.9.8 Modulación del prototipo

Este procedimiento se lo puede realizar mediante dos métodos:

Modulación en molde

Es aquella en la cual le daremos el formato requerido a nuestro prototipo, por medio del molde que contenga los agregados antes del endurecimiento de los mismos.

Modulación posterior al fraguado.

Propiamente dicho, este proceso se lo realiza luego de que el material haya sido desmoldado y alcanzado su resistencia final. La modulación se la puede realizar utilizando medios mecánicos de precisión, en este caso se dispuso a modular con una sierra de mesa como se muestra en el Gráfico 56.

Gráfico 56 Modulación del prototipo posterior al fraguado



Elaborado por: Garcías (2025)

4.9.9 Ensayos de laboratorio

Gráfico 57 Prueba de resistencia



Elaborado por: Garcías (2025)

Especificaciones

Tabla 20 Especificaciones de Muestras

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5
Área/Muestra:	420cm ²	420cm ²	400cm ²	350cm ²	420cm ²
Cemento Asfáltico	0,20kg	0,21kg	0,22kg	0,19kg	0,20kg
Aserrín grueso	0,05kg	0,06kg	0,07kg	0,045kg	0,05kg
Carga máxima (Kg)	180kg/cm ²	118kg/cm ²	162kg/cm ²	112kg/cm ²	170kg/cm ²
Resistencia (MPa)	14,8mpa	12,57mpa	13,6mpa	11,9mpa	14,2mpa

Elaborado por: Garcías (2025)

Características visibles

Las muestras de cada módulo de quebrasol (chazas), tienen una dimensión promedio de 15cm de ancho por 30 cm de largo y 1,5cm de espesor, considerando además que cuyas medidas pueden variar dependiendo los requerimientos del diseño. El peso de cada módulo en seco con las medidas antes mencionadas es de 0.23kg en promedio.

Tabla 21 Propiedades del material

PARAMETRO	VALOR OBTENIDO	NORMATIVA REQUERIDA
Resistencia compresión	12-15 Mpa	≥10 Mpa (NEC-SE-AC)
Conductividad Térmica	0.07 W/mK	≤0.15 W/mK
Absorción hídrica (7d)	1.8%	≤3% (ISO 4892-3)
Costo de producción	USD 18.50/M2	Benchmark local

Elaborado por: Garcías (2025)

Tabla 22 Propiedades mecánicas comparativas

PARÁMETRO	MATERIAL PROPUESTO	CONCRETO ARMADO	MADERA TROPICAL
Resistencia a la flexión (Mpa)	8-9	20-25	8-12
Densidad (kg/m3)	650-720	2400	500-900
Conductividad (W/mK)	0.07	1.7	0.12
Costo (USD/m2)	18.50	27.80	22.30

Elaborado por: Garcías (2025)

Discusión

Los quiebrasoles de aserrín reciclado se fabrican sin ninguna sustancia química que acelere el tiempo de secado y unión de los componentes integrantes. La composición de los materiales ayudó a obtener un producto adecuado a la mezcla sin modificar sus propiedades físicas. Su principal beneficio es que al llevar a cabo la homogeneización de la granulometría de los materiales, se incrementa la mezcla en volumen, es decir, que se gana no solo un material sostenible, sino también un rendimiento máximo de la materia prima.

Impacto científico

El material al estar conformado por desechos de madera, y al estar adherido con cemento asfáltico, es netamente impermeable y más económico que uno que sea de otro material, se puede dar un tratamiento adicional a la capa exterior del elemento para no ver afectada la estética, esto puede facilitar aún más la impermeabilización utilizando sustancias químicas apropiados que se usen con

frecuencia en construcción. El procedimiento debe ser homogéneo con mucha precaución, garantizando el éxito en el procedimiento.

Tabla 23 Análisis de Precio Unitario por m2

Descripción	P. Unitario	Peso (Kg)	Uso por m2	Rendimiento del material por m2	Precio por m2
Cemento Asfáltico	\$2,34	1Kg	0,43	0,43	13,95
Aserrín Reciclado	\$0,25	0,142Kg	0,02	0,02	0,05
Mano de obra					\$3,00
Comisión 30%					\$1,50
TOTAL					\$18,50

Elaborado por: Garcías (2025)

No obstante, la resistencia del elemento ha sido verificada, y este posee una capacidad de carga de 260 libras por pulgada, manteniendo su estructura aun cuando está húmedo. Tiene un gran valor como aislador. Las viviendas y edificios donde se utilice este material disfrutarán de protección solar y contra la radiación, ya que uno de los principales objetivos de este elemento es que se integre como parte del diseño de la edificación para reducir el impacto de la radiación. Además, debido a la naturaleza de los materiales, también cuenta con una alta capacidad de aislamiento y resistencia al calor.

CONCLUSIONES

Con base en las experiencias del prototipo desde su creación hasta el presente, se puede sostener que los materiales reciclados pueden ser incorporados en la producción de componentes constructivos al haber logrado una resistencia suficiente, una apariencia atractiva, un costo reducido y cualidades ecológicas. Se intentó asegurar que el quiebrasol propuesto cumpla con la resistencia necesaria, dejando opciones de propuestas futuras para el producto examinado.

El producto presentado tiene un valor agregado porque, al transformarse de un “desecho” en “materia prima”, se convierte en un elemento fundamental de la rama de la construcción sostenible y respetuosa con el medio ambiente. El material reciclado añadido corresponde a un producto formado por residuos obtenidos de las empresas procesadoras de madera de la ciudad de Guayaquil, siendo aplicable en todo el territorio nacional.

Se lograron óptimos resultados en cuanto a resistencia con el porcentaje de aserrín utilizado en cada elemento, logrando un secado total y una resistencia a los 5 días. Por lo tanto, el prototipo propuesto cumple con las características adecuadas a la dureza y resistencia normadas.

RECOMENDACIONES

Promover el uso de materiales reciclados en la construcción:
Se recomienda fomentar la reutilización de residuos de madera, como el aserrín, en la elaboración de elementos arquitectónicos. Este enfoque no solo contribuye al cuidado del medio ambiente, sino que también ofrece una alternativa accesible y eficiente para el control solar en edificaciones.

Difundir el conocimiento sobre quiebrasoles ecológicos:

Es importante desarrollar campañas informativas dirigidas a profesionales del sector de la construcción, estudiantes y propietarios de viviendas para aumentar la aceptación y el uso de quiebrasoles hechos con materiales reciclados.

Implementar normas técnicas para materiales alternativos:

Se sugiere que entidades reguladoras y académicas colaboren en la elaboración de normativas que incluyan criterios técnicos y de calidad para productos fabricados con residuos como el aserrín, garantizando su uso seguro y eficiente en edificaciones.

Realizar estudios complementarios en diferentes zonas climáticas:

Se recomienda replicar esta investigación en otras regiones con distintas condiciones climáticas, a fin de validar el desempeño de los quiebrasoles ecológicos y su adaptación a diversos contextos urbanos.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado. (17 de jun de 2017). Cortasoles, aliados de la arquitectura sustentable. *Expreso*. <https://www.expreso.ec/actualidad/cortasoles-aliados-arquitectura-sustentable-49579.html>
- Andrade, V. (2023). Louver de fibra de coco y aserrín aglomerados con resina. *[Tesis posgrado]*. Guayaquil: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil. <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/6055>
- Arqhys. (2012). *La Madera*. arqhys.com: https://www.arqhys.com/contenidos/madera-tipos.html#google_vignette
- ArquitecturaSostenible. (05 de jun de 2022). *5 usos del serrín en la construcción sostenible*. arquitectura-sostenible.es: <https://arquitectura-sostenible.es/5-usos-serrin-construccion-sostenible/>
- Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera [AITIM]. (15 de jun de 2015). *Tableros de Fibras de Densidad Media (MDF)*. cscae.com: https://www.cscae.com/area_tecnica/aitim/enlaces/documentos/Tableros_Fibras%20MDF_15.06.2015.pdf
- Bedoya, A. (2012). *Cámara de Comercio en Chapinero*. Arquitectura en Colombia: <https://www.omnibus.com/n40/sites.google.com/site/omnibusrevistainterulturaln40/articulos/arquitectura/arquitectura-en-colombia.html>
- Beitia, J., Gonzalez, A., Guardia, B., Guerra, A., & Peren, J. (2020). Evaluación de la Iluminación Natural y del Rendimiento de Quiebrasoles en el Edificio de Oficinas 205 - SENACYT. *SusBCity*, 2(1), 9-17. Retrieved 19 de ene de 2025, from <https://revistas.up.ac.pa/index.php/SusBCity/article/view/1163/974>
- Bulle, F. (2025). *Interplay of space and light in terracotta*. Terreal-ArchiExpo: <https://trends.archiexpo.es/terreal/project-60746-278019.html>
- Cerartec. (s.f.). *Art Humanos*. Retrieved ene de 2025, from cerartec.com.do: <https://www.cerartec.com.do/obras/ars-humano/>

Costa Rica Muebles. (2025). *Muebles utilizando MDF*. costaricamuebles.com:
<https://costaricamuebles.com/inicio/index.php/materiales-crm/material-crm-mdf>

DESIGN&3D International. (2020). *Cortasoles para Fachadas*. disenoy3d.com:
<https://disenoy3d.com/cortasol-lamina-microperforada/>

Doos Arquitectura. (30 de 01 de 2011). *Pabellón de tubos_Navarra*. Arquitectura y Marketing: <https://doos2.wordpress.com/2011/01/30/pabellon-de-tubos-navarra/>

Edimca. (s.f.). *Puntos de Ventas*. edimca.com.: <https://edimca.com.ec/wp/puntos-de-venta/>

El Comercio. (18 de abr de 2017). *Ecuador tiene un déficit en reciclar basura*. elcomercio.com: <https://www.elcomercio.com/tendencias/ecuador-deficit-reciclar-basura-contaminacion.html>

González, J. (2011). *Aserrín y polvo de aserrín después del cribado*. ResearchGate: https://www.researchgate.net/figure/Aserrin-y-polvo-de-aserrin-despues-del-cribado_fig4_280769100

González, M. (2024). <https://spazio.com.ar/que-usos-tiene-el-aserrin-de-madera-en-el-hogar-y-el-jardin/>

Hernández, G. (2016). El campus de enfermería de la Universidad Nacional está diseñado por un egresado. *AXXIS*.

Housetop - Decorexpro. (2024). *Descripción y características del material*. Cómo hacer un contrapiso de aglomerado:
<https://ihousetop.decorexpro.com/es/strojmaterialy/dsp-dlya-pola/>

Machado, J. (04 de oct de 2021). Dos millones de hectáreas de bosque se han talado ilegalmente en el país. *Primicias*.
<https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/dos-millones-bosque-tala-ecuador/>

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (dic de 2014). *Habitat y Vivienda*. Código NEC-SE-MP: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/10.-NEC-SE-MP-Mamposteria-Estructural.pdf>

- Ministerio de Salud Pública (MSP). (2023). *Cumplimos con la salud! USD 22.8 millones fueron destinados para mejoras en el Hospital Monte Sinaí*. salud.gob.ec: <https://www.salud.gob.ec/cumplimos-con-la-salud-usd-22-8-millones-fueron-destinados-para-mejoras-en-el-hospital-monte-sinai/>
- Murillo, G. (2014). Los quiebrasoles como recurso arquitectónico de aislamiento térmico pasivo en la ciudad de Guayaquil. *Alternativas*, 15(1), 32-45. <https://editorial.ucsg.edu.ec/alternativas/alternativas/article/view/7>
- Plusvalía. (2025). *Notas personales*. plusvalia.com: <https://www.plusvalia.com/propiedades/clasificado/veclapin-vendo-dpto.-3-dorm.-centro-guail-64383583.html>
- Registro Oficial No. 449. (21 de dic de 2015). *Ecuador en Cifras*. Constitución de la República del Ecuador 2008: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/LOTAIP/2017/DIJU/octubre/LA2_OCT_DIJU_Constitucion.pdf
- Sanchez, J. (07 de oct de 2022). *Tipos de madera: características y clasificación*. Ecología Verde: <https://www.ecologiaverde.com/tipos-de-madera-caracteristicas-y-clasificacion-1223.html>
- Secretaría Nacional de Planificación. (2021). *Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025*. planificacion.gob.ec: <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/2021/09/Plan-de-Creacio%CC%81n-de-Oportunidades-2021-2025-Aprobado.pdf>
- Sepúlveda, J. (2021). *[Imágenes]*. foursquare.com: <https://es.foursquare.com/v/sweet-coffee/4cb49196652c9c7459f00edc/photos>
- Tracks. (2024). *Estrucuras utilizadas como protectores pasivos de soleamiento en las fachadas*. Qiebrasol; Calculadora de Materiales: <https://www.trackssa.com/fabricamos/quiebrasol>
- Villanueva, A. (2018). *Naturaleza de la Madera*. Slider Plater: <https://slideplayer.es/slide/12229923/>
- WeatherSpark.com. (2024). <https://es.weatherspark.com/y/19346/Clima-promedio-en-Guayaquil-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o>